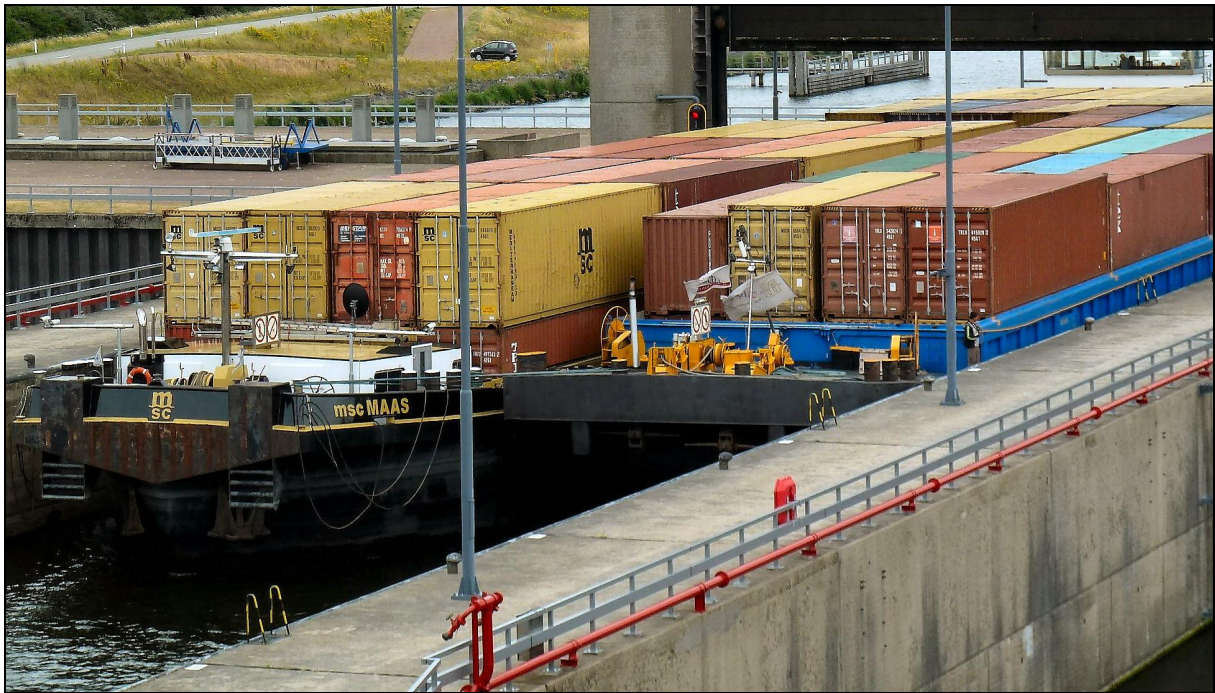


# Corridoranalyse containerhoogte



**Brolsma Advies**

15 juli 2015

*foto voorzijde: Een koppelverband klasse Vb, geladen met drie lagen containers waaronder high-cube containers, loopt de Kreekraksluis in de Schelde-Rijnverbinding binnen (foto J.U. Brolsma)*

## Colofon

Titel: Corridoranalyse containers

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving  
M. Steijn  
☎ 06-25289876  
michel.steijn@rws.nl

Opsteller: Brolsma Advies  
J.U. Brolsma  
Rosariumlaan 59  
3972 GG Driebergen  
☎ 0343-533224  
j.u.brolsma@gmail.com

Foto's: van de auteur, tenzij anders vermeld

Datum: 15 juli 2015

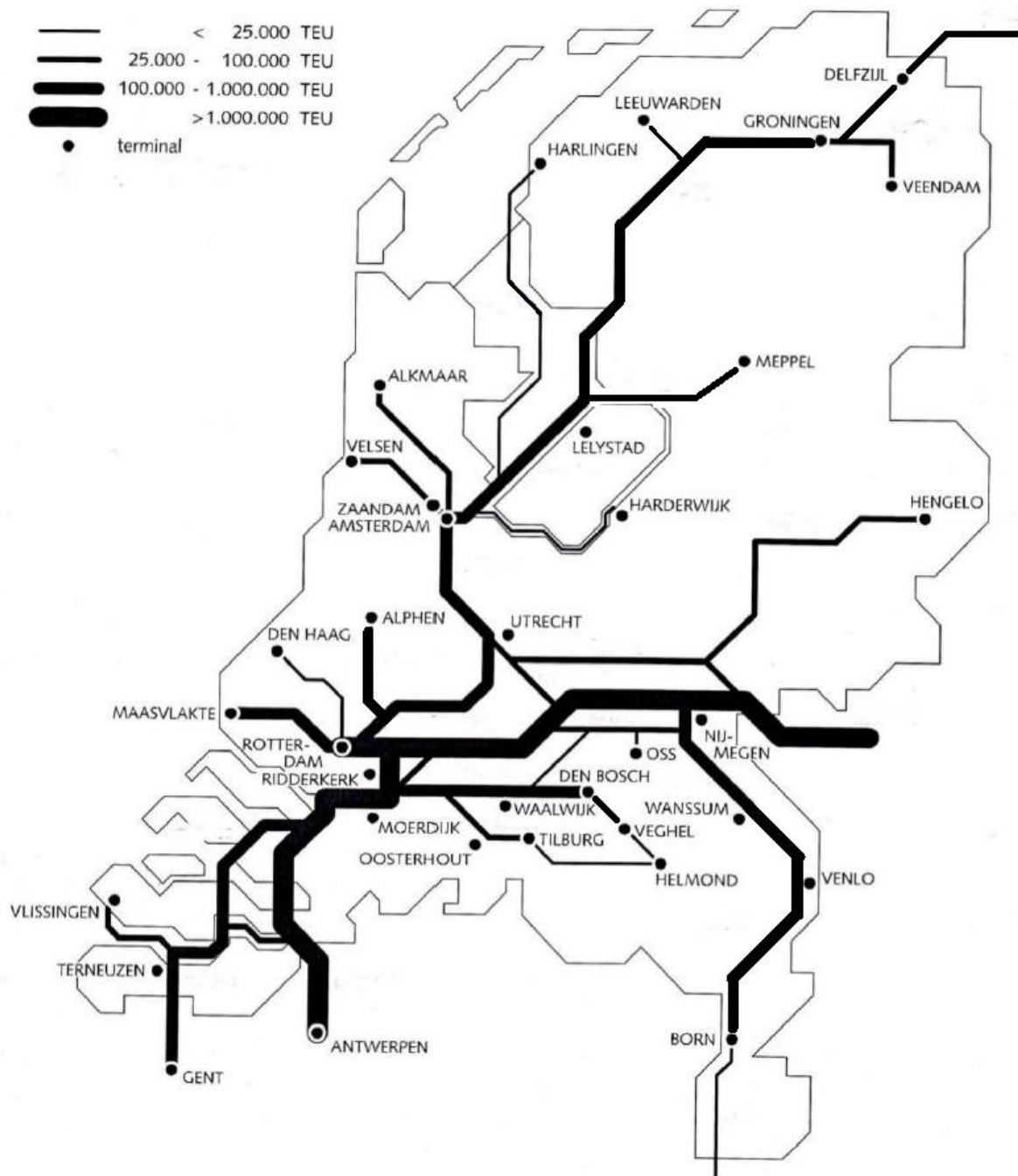
# Inhoud

Samenvatting	7
1. Inleiding	
1.1 Onderzoeksvragen	9
1.2 Aanpak onderzoek	10
1.3 Uitgangspunten	10
2. Corridors	
2.1 Corridorgedachte	12
2.2 Beschrijving corridors	12
2.3 Te onderzoeken corridors	16
3. Hoogtebeperkingen	
3.1 SVIR-streefbeelden	18
3.2 Drie opties	19
3.3 Maatgevende Hoge Waterstand	22
3.4 Huidige hoogtebeperkingen	24
4. Gevoeligheidsanalyse	
4.1 Verbetering infrastructuur	26
4.2 Containers per schip	27
4.3 Lading per container	29
4.4 Aandeel high-cubes	30
4.5 Alternatieve MHW	31
4.6 Conclusies gevoeligheidsanalyse	33
5. Containervolumes	
5.1 Containervervoer per binnenschip	35
5.2 WLO-scenario's	36
5.3 Prognose aantal schepen	37
6. Prioritering corridors	
6.1 Bruggetal	40
6.2 Prioritering	44
7. Situatie buurlanden	
7.1 Europese afspraken	46
7.2 Duitsland	46
7.3 België	50
7.4 Frankrijk	51
7.5 Resumé	52

- 8. Referenties 53
- 9. Bijlagen 54
  - 1. Gebruikte afkortingen en definities 55
  - 2. Specificatie corridors 57
  - 3. Sluiswaarnemingen 2013 en 2014 59
  - 4. Bruggen in de corridors 60



*Koppelverband klasse VI op de Waal bij Nijmegen, maximale capaciteit 538 TEU*



Figuur 1: Globale omvang van het containervervoer over de Nederlandse vaarwegen anno 2014 (bron: WVL)

## Samenvatting

Het Nederlandse vaarwegennetwerk is onderverdeeld in acht corridors. Daarvan zijn er zes relevant voor containervervoer per binnenschip. Per corridor zijn de vaste en beperkt hefbaar bruggen en hefdeuren van sluizen geïnventariseerd. Beweegbare bruggen vormen geen hoogtechnelpunt, hoewel soms een capaciteitsknelpunt. De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (2012) beschrijft streefbeeld voor de hoogte van bruggen op de hoofdvaarwegen. Ingevolge de onderzoeksopdracht zijn vervolgens drie opties beschouwd:

1. de hoogtenormen volgens de SVIR, dat wil zeggen volgens de CEMT-tabel uit 1992
2. de scheepshoogte volgens scenario 7 uit het rapport Containerhoogtemetingen, dat wil zeggen een gemiddelde beladingssituatie: 65% bezetting en daarvan 65% geladen TEU's
3. de scheepshoogten volgens scenario 4 uit het rapport Containerhoogtemetingen, dat wil zeggen een hoogte die in de meetcampagne van 2012 door 90% van de schepen overschreden werd

Van groot belang is de bepaling van de Maatgevende Hoge Waterstand (MHW). Voor rivieren geldt een referentievlak met een bepaalde frequentie van voorkomen. Op kanalen moet men rekening houden met een opzet ten opzichte van het gemiddelde kanaalpeil door variaties in de waterstand. De opzet  $\Delta h$  kan meerdere decimeters bedragen. De hoogtechnelpunten volgen uit vergelijking van vereiste en beschikbare doorvaarthoogte.

In een gevoeligheidsanalyse is onderzocht wat de invloed is van voorgenomen verbetering van de infrastructuur, variaties in containers per schip, lading per container en aandeel high-cube containers. De vigerende definitie voor de MHW op de rivieren, met name de Rijn en de Rijn-takken, blijkt niet toegesneden te zijn op de hoogte van containerschepen. Uit de analyse volgt dat een waterstandoverschrijding van eens in de tien jaar een beter uitgangspunt is.

Om de hoogtechnelpunten te kunnen prioriteren, is het nodig de huidige en toekomstige containervolumes te weten. Door WVL zijn cijfers voor de jaren 2028 en 2040 geleverd. Deze zijn omgerekend naar aantal schepen, rekening houdend met de groei van de gemiddelde scheepsgrootte.

Als hulpmiddel voor de prioritering is het bruggetal  $\beta$  worden gebruikt, zijnde het jaarlijkse aantal containerschepen in honderdtallen op de corridor of de vaarweg gedeeld door het aantal te laag gelegen bruggen. De corridor of vaarweg met de hoogste waarde van  $\beta$  heeft de hoogste prioriteit. Daarbij heeft de waarde van  $\beta$  bij het scenario GE2040 het zwaarste gewogen.

In het geval van optie 1 gelden de vigerende hoogtenormen volgens de SVIR, dat wil zeggen volgens de CEMT-tabel uit 1992. Hierbij is geen sprake van high-cube containers. In de huidige situatie zouden alle bruggen aan deze norm moeten voldoen, maar dit blijkt niet het geval te zijn. De corridor Rotterdam-Duitsland en de vaarweg Den Bosch-Veghel voldoen wél aan de norm. Voor verbetering geldt de onderstaande prioritering:

1. Amsterdam - Rijn (Amsterdam-Rotterdam)
2. Westerschelde - Rijn (Antwerpen-Werkendam)
3. Maasroute (Geertruidenberg-Den Bosch/Oss)
4. Amsterdam - Noord-Nederland (Van Starckenborghkanaal)
5. Maasroute (Geertruidenberg-Tilburg via Wilhelminakanaal)

6. Maasroute (Weurt-Born)
7. Maasroute (Oss-Heumen)
8. Amsterdam - Rijn (Nieuwegein-Tiel)
9. Rijn - Oost-Nederland (Arnhem-Hengelo)

De opties 2 en 3 houden rekening met high-cube containers. Uit het onderzoek komt de onderstaande rangorde naar voren, welke onafhankelijk van zichtjaar of economisch scenario blijkt te zijn en geldt voor beide opties:

1. Rotterdam - Duitsland (Werkendam-Lobith)
2. Westerschelde-Rijn (Antwerpen-Werkendam)
3. Maasroute (Moerdijk-Oss)
4. Amsterdam - Rijn (Amsterdam-Rotterdam)
5. Amsterdam - Noord-Nederland (Van Starckenborghkanaal)
6. Maasroute (Geertruidenberg-Tilburg via Wilhelminakanaal)
7. Maasroute (Oss-Heumen)
8. Maasroute (Weurt-Born) en  
Maasroute (Den Bosch-Veghel via Zuid-Willemsvaart)
9. Rijn - Oost-Nederland (Arnhem-Hengelo)
10. Amsterdam - Rijn (Nieuwegein-Tiel)

Het moet benadrukt worden, dat de uitgevoerde prioritering een hulpmiddel is, een start voor de nog uit te voeren kosten-batenanalyse, die uiteindelijk moet aangeven of investering in verhoging van bruggen te verantwoorden is.

Tenslotte is gekeken naar de situatie in de buurlanden. De doorvaarthoogte van de bruggen over de belangrijke vaarwegen in Duitsland, België en Frankrijk voldoet zelden aan de CEMT-normen voor drielaags- of vierlaagscontainervaart. Als gevolg daarvan is op veel vaarwegen twee lagen containers het maximum. Verbetering van de doorvaarthoogte vergt het verhogen van talloze bruggen en is niet op afzienbare termijn te verwachten. Alleen voor het Belgische Albertkanaal loopt een programma om alle bruggen op 9,10 m boven kanaalpeil te brengen, waardoor het kanaal aan (onze) optie 1 voldoet.



# 1. Inleiding

## 1.1 Onderzoeksvragen

De afgelopen jaren is herhaaldelijk discussie geweest tussen het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en de Koninklijke Schippersvereniging Schuttevaer over de invloed van marktontwikkelingen op de hoogte van containerbinnenvaartschepen, met name door de komst van zogeheten *high cube* containers van 9½ voet (2,90 m) hoog. Deze zijn een voet hoger dan de standaardcontainers van 8½ voet (2,59 m). Daarbij speelde de vraag of de internationale afspraken over hoogte van bruggen nog wel voldoet. Eind 2012 gaf het Ministerie aan Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL) opdracht om metingen te doen naar de containerhoogtes in de huidige praktijk. Het onderzoek is in 2013 afgerond met het rapport Containerhoogtemetingen, opgesteld door Brolsma Advies.

Op basis van de bevindingen van dit rapport heeft de Minister op 12 juni 2014 per brief, kenmerk IENM/BSK-2014/121262, aan de Tweede Kamer gemeld dat de internationale hoogtenormen op kanalen niet meer aan de praktijk voldoen. De Minister kondigde een vervolgaanpak langs twee lijnen aan. Vanwege het internationale karakter van veel containervervoer zal het Ministerie bij buurlanden polsen in hoeverre deze landen aanpassing van de afspraken over de internationale normen voor brughoogte wenselijk vinden.

In de tweede plaats heeft de Minister aangekondigd parallel aan de internationale aanpak te bezien wat op nationale schaal de consequenties zijn van een eventuele aanpassing van de brughoogte. Ook is aangegeven dat het niet op voorhand duidelijk is of het economisch gezien verantwoord is om bruggen te verhogen, vanwege de mogelijk zeer hoge kosten, technische (on)mogelijkheden en onzekerheid over de baten op specifieke trajecten. De daartoe door het Ministerie geformuleerde onderzoeksvragen luiden:

1. Geef voor de benoemde corridors (figuur 2) aan waar containervervoer over water plaatsvindt (herkomst-bestemming), wat de volumes op dit moment zijn en welke vervoersvolumes er in 2028 en 2040 kunnen worden verwacht op basis van de WLO-scenario's RC en GE.
2. Geef aan op welke van deze corridors er op basis van de huidige brughoogtes sprake is van hoogtebeperkingen. Neem daarbij als referentie:
  - a. de nulsituatie van de huidige SVIR-normen, scenario 4 en scenario 7 uit het rapport Containerhoogtemetingen van mei 2013
  - b. Graag als gevoeligheidsanalyse bij bovenstaande scenario's aangeven wat het verwachte gemiddelde marktaandeel van normale en high-cube containers per schip in 2028 en in 2040 zal zijn en wat de invloed op het aantal knelpuntbruggen in bovenstaande scenario's zal zijn
  - c. maak ook een doorkijk over de grens: is er in buurlanden sprake van aanzienlijke hoogteknel punten naar belangrijkste internationale bestemmingen
3. Geef per corridor aan welke MIRT-projecten voor verhoging van bruggen zijn gepland en bij welke bruggen er vervangings/groot onderhoudsinvesteringen gepland zijn.
4. Doe op basis van bovenstaande analyse een voorstel voor welke corridors en in welke prioriteitsvolgorde een kosten-batenanalyse moet worden gemaakt.
5. Belangrijke elementen voor de prioritering daarbij zijn of er sprake is van grote of minder grote containervolumes en een groot of minder groot aantal knelpuntbruggen (zegt iets over verwachte kosteneffectiviteit van maatregelen) en wanneer er sprake is van geplande vervangingsinvesteringen of ophogingen in het MIRT (meekoppelkansen op kostenefficiënte ophoging).

Het project Corridoranalyse containerhoogte beperkt zich wat dit rapport betreft tot beantwoording van de onderzoeksvragen 1 tot en met 4. De onderzoeksvraag 5, in feite de bepaling van de kosten van verhoging en de uitvoering van een kosten-batenanalyse, zal door anderen worden beantwoord.

## 1.2 Aanpak onderzoek

Het onderzoek en het rapport beginnen met een analyse van de corridors: op welke corridors vindt containervervoer per binnenschip plaats en in hoeverre is sprake van problemen met brughoogte. De aandacht concentreert zich op vaste bruggen, beweegbare bruggen vormen immers geen hoogteknelpunt, zij leveren hooguit wachttijd op. Deze eerste stap maakt het mogelijk de reikwijdte van het onderzoek enigszins in te perken.

Vervolgens is op de geselecteerde corridors nagegaan welke hoogteproblemen zich voordoen. Aan de ene kant is er de brughoogte zoals vermeld in het bestand Vaarwegen in Nederland, editie november 2014, aan de andere kant de hoogte van de containerschepen zoals beschreven in het rapport 'Rapportage Containerhoogtemetingen' uit 2013, rekening houdend met toekomstige ontwikkelingen zoals beschreven in de scenario's uit de studie Welvaart en Leefomgeving (WLO).

In een gevoeligheidsanalyse wordt onderzocht in hoeverre factoren als de beladingsgraad van de schepen, het ladinggewicht van de containers en het aandeel *high-cube* containers ten opzichte van standaard containers het resultaat beïnvloeden. Rekening wordt gehouden met bruggen, die volgens het 'Meerjarenplan Infrastructuur en Transport' (MIRT) op de nominatie staan verhoogd te worden. Een alternatieve definitie van de Maatgevende Hoge Waterstand vermindert het aantal knelpunten.

Nu zijn alle ingrediënten voorhanden om een voorstel voor een prioriteitsvolgorde voor de corridors te geven, dit aan de hand van het bruggetal. Een door anderen op te stellen kosten-batenanalyse zal uitsluitsel moeten geven over de kosteneffectiviteit van brugverhoging.

Tot slot is een overzicht gegeven van de situatie in de buurlanden met betrekking tot brughoogte en plannen op dit gebied. In bijlage 1 is een overzicht te vinden van gebruikte afkortingen en definities.

## 1.3 Uitgangspunten

Voor het opstellen van het rapport zijn de volgende bronnen als uitgangspunten gebruikt:

- de in figuur 2 aangegeven corridors
- verkeer- en vervoerscijfers afkomstig uit IVS90
- prognoses volgens de WLO-scenario's RC en GE
- Nationale Markt en Capaciteits Analyse (NMCA), deelrapportage vaarwegen, 2011
- brughoogte volgens het bestand Vaarwegen in Nederland, editie november 2014
- Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR), 2012
- MIRT-projectenboek 2014
- het rapport Containervervoer per binnenschip, augustus 2012
- het rapport Containerhoogtemetingen, revisie maart 2015



Figuur 2: De acht vaarwegcorridors met representatieve sluisen

1. Rotterdam - Duitsland
2. Amsterdam - Rijn
3. Westerschelde - Rijn
4. Westerschelde
5. Amsterdam - Noord-Nederland
6. Rijn - Oost-Nederland
7. Maasroute
8. Kustcorridor

bron: *Betrouwbaar op de Vaarweg (BOVW)*, 2005

## 2. Corridors

### 2.1 Corridorgedachte

In het rapport *Betrouwbaar op de Vaarweg* (BOVW, 2005) is het denken in corridors gelanceerd. Een corridor is volgens Van Dale's Woordenboek een strook grond tussen twee territoria. Vertaald naar vaarweginfrastructuur luidt de definitie: de verbinding tussen economische en/of watersportcentra. In een corridor kunnen verbindingen voor meer dan één vervoersmodaliteit voorkomen. Bijvoorbeeld: in de corridor tussen de haven van Rotterdam en het Ruhrgebied liggen zowel vaarwegen (Waal, Rijn, Lek) als wegen (A12, A15), spoorwegen (Betuwelijn) en een pijpleiding. De modaliteiten zijn in een bepaalde corridor veelal competitief, maar soms ook complementair. Zoals containers voor midden-Duitsland die per schip naar Duisburg gaan en vandaar per vrachtauto of spoor naar de eindbestemming. Dit rapport behandelt alleen de vaarwegcorridors.

Het vaarwegnetwerk is onderverdeeld in acht corridors, zie figuur 2 op de vorige bladzijde. Per corridor zijn één of meer hoofdroutes en alternatieve routes aangegeven, plus de aantakende of verbindende vaarwegen. Deze zijn voor elk van de acht corridors gespecificeerd in bijlage 2. Bij elk type vaarweg hoort een bepaald serviceniveau, met als aspecten betrouwbaarheid, robuustheid en veiligheid. Het komt voor dat een alternatieve route voor de beroepsvaart een hoofdroute voor een andere doelgroep is (recreatietoervaart, bijzondere transporten, duwvaart). De acht corridors zijn zo in de kaart gezet, dat ze niet overlappen. Samen vormen ze een netwerk, dat voor een belangrijk deel in beheer is bij het rijk en voor een niet minder belangrijk deel andere vaarwegbeheerders, zoals provincies, gemeenten, water- of recreatieschappen.

Over de infrastructuur is bij het aspect robuustheid vermeld, dat voldaan moet zijn aan de Richtlijnen Vaarwegen, de in Nederland gehanteerde ontwerprichtlijn voor de natte infrastructuur, die onder meer uitspraken doet over doorvaarthoogte, het onderwerp van deze studie. De noodzakelijke doorvaarthoogte is in de richtlijnen gekoppeld aan de klasse van de vaarweg en de klasse geeft op zijn beurt aan wat het grootste schip is, dat op de betreffende vaarweg kan en mag varen.

De nu volgende paragrafen beschrijven per corridor welke corridors of vaarwegen relevant zijn voor het vervolg van het onderzoek. Als uitgangspunt geldt dat alleen vaste bruggen een hoogteknelpunt kunnen vormen. Bij beweegbare bruggen kan weliswaar sprake zijn van een (urenlange) wachttijd, maar het is mogelijk de brug te passeren. De uitzondering op deze regel zijn de beperkt hefbaar bruggen, die in geheven stand toch een hoogteknelpunt kunnen vormen.

### 2.2 Beschrijving corridors

#### 1. Rotterdam-Duitsland

Het gaat bij deze corridor om de hoofdroute van Rotterdam, feitelijk van de Maasvlakte naar het Duitse achterland via de Waal en Bovenrijn, met als weinig gebruikte alternatieve route Lek-Nederrijn. De samenstellende vaarwegen zijn of vrij stromende rivieren of bevinden zich in een getijdengebied. Ook de tot corridor 2 behorende alternatieve route, dat wil zeggen Lek en Nederrijn, is bij de maatgevende condities voor doorvaarthoogte vrij stromend.

De 7 vaste bruggen in de corridor Rotterdam-Duitsland liggen op Rijnvaarthoogte. Benedenstrooms van Zaltbommel en over Noord en Oude Maas beschikken ze over een beweegbaar

deel voor de doorvaart van zeeschepen en hoge transporten. Ook de bruggen over het Hartelkanaal zijn beweegbaar, zij het dat het beweegbare deel van de Suurhoffbrug bij renovatie vastgezet zal worden. Er zijn echter een alternatieve routen via het Calandkanaal of Nieuwe Waterweg en Breeddiep, waardoor de Suurhoffbrug geen belemmering hoeft te zijn.

Alleen in extreme gevallen zou een hoogteknelpunt voor de containervaart kunnen optreden op de route Rotterdam - Duitsland, maar in deze extreme omstandigheden is de vaart op het Duitse deel van de Rijn al gestremd om beschadiging van gebouwen op de oever door golfslag te voorkomen. De achtergronden van het begrip Rijnvaarthoogte en de Duitse Höchster Schiffbaren Wasserstand zijn uitgebreid toegelicht in het rapport Containerhoogtemetingen, waarnaar korthedshalve wordt verwezen.

## 2. Amsterdam - Rijn

De hoofdroute van de corridor Amsterdam - Rijn bestaat uit Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal, Lekkanaal en Lek richting Rotterdam. Ook de Nederrijn wordt tot deze corridor gerekend. De Prinses Beatrixsluizen zijn representatief voor de vaarweg Amsterdam-Rotterdam, de Prinses Irenesluizen en Prins Bernhardsluizen voor de vaarweg Amsterdam-Duitsland. Over het Noordzeekanaal liggen geen bruggen, maar over het Amsterdam-Rijnkanaal inclusief Betuwepand liggen 34 vaste bruggen en over het Lekkanaal ook nog eens 4. Daarenboven tellen Nederrijn en Lek 10 vaste bruggen. Al deze bruggen kunnen hoogteknelpunten vormen. Uit hoofdstuk 4 zal blijken dat juist het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal belangrijk zijn voor de containervaart.

Betrekkelijk nieuw is de containervaart op de aftakking naar Alphen aan de Rijn via Hollandse IJssel en Gouwe. Deze vaarwegen maken deel uit van de staande mast route. Door de aanwezigheid van hefbruggen doen zich geen hoogtebeperkingen voor. De bruggen moeten voor vrijwel elk containerschip draaien, of de containers geladen of leeg zijn en met name de spoorbrug in Gouda geeft soms lange wachttijden. Maar containerschepen met een hoge lading kunnen passeren en dus zijn er strikt genomen geen hoogtebeperkingen.



*De Gouwe maakt deel uit van de staande mast route en kent dus geen hoogtebeperkingen.*

### 3. Westerschelde - Rijn

De corridor Westerschelde - Rijn bestaat uit twee hoofdtakken: de vaarwegen van de Nieuwe Merwede en Hollands Diep via de Volkeraksluizen naar de havens van enerzijds Antwerpen en anderzijds Gent. Het gaat om brede Deltawateren met daarover enkele bruggen plus twee kanaaltrajecten: de Schelde-Rijnverbinding en het Kanaal door Zuid-Beveland. De laatste heeft beweegbare bruggen en kent dus geen hoogteknelpunten.

De Schelde-Rijnverbinding kanaal bestaat uit twee panden: het kanaalpand van de Volkerak naar de Kreekraksluizen en het zogeheten Antwerpskanaalpand tussen de Kreekraksluizen en het Antwerpse havengebied. Over het noordelijke pand liggen drie bruggen, over het zuidelijke pand zes, waarvan één op Belgisch grondgebied. Deze bruggen kunnen tot hoogtebeperkingen leiden, welke nader onderzocht zullen worden. Ook Hollands Diep, Dordtsche Kil en Nieuwe Merwede behoren tot de corridor Westerschelde - Rijn.

### 4. Westerschelde

Over de Westerschelde liggen geen bruggen, wèl over het aantakende Kanaal Gent-Terneuzen. Die bruggen zijn evenwel beweegbaar in verband met de zeevaart naar Gent en daarom kunnen hoge, met containers geladen binnenschepen zo nodig bij geopende brug passeren. Voor deze studie kan de corridor Westerschelde dus buiten beschouwing blijven.



*Beperkt hefbare brug over het Van Starckenborghkanaal bij Aduard (foto: Wikimedia Commons)*

### 5. Amsterdam - Noord-Nederland

Bij de Oranjesluizen begint de corridor Amsterdam - Noord-Nederland, die loopt over het IJsselmeer en via de Friese en Groningse kanalen naar Delfzijl. Dit traject is vrijwel geheel onderdeel van de staande mast route, dus zonder hoogtebeperkingen. Alleen een circa 15 km lang gedeelte van het Van Starckenborghkanaal ten westen en in de stad Groningen heeft 9 vaste of slechts beperkt hefbaar bruggen, die tot hoogteproblemen leiden. Op de vaarweg Lemmer-Delfzijl is momenteel een verbeterprogramma in uitvoering. Dit zal in het hoofdstuk over de MIRT-projecten aan de orde komen.

Nog op het IJsselmeer takt een tweede hoofdroute af naar Kampen en Meppel. Over deze vaarwegen liggen uitsluitend beweegbare bruggen en dus doen zich geen hoogteknelpunten voor. De alternatieve route via Enkhuizen, Harlingen en Leeuwarden heeft eveneens beweegbare bruggen en levert dus ook geen hoogteknelpunten op.

De aftakking via het Winschoterdiep en het A.G. Wildervanckkanaal naar de containerterminal Veendam levert evenmin hoogteproblemen op aangezien alle bruggen beweegbaar zijn. Voor containervervoer is de aantakking via de Randmeren naar Harderwijk van belang. De over IJmeer en Veluwemeer liggende vaste bruggen zijn in verband met de passage van zeeschepen zo hoog gelegd, dat ze geen knelpunt vormen voor de containervaart met bestemming Lorentzhaven in Harderwijk.



*Eén van de voor het Twentekanaal kenmerkende betonnen boogbruggen met doorvaarthoogte ca. 6,50 m*

#### *6. Rijn - Oost-Nederland*

Het gaat bij deze corridor over de Geldersche IJssel tot Kampen en het aantakkende Twentekanaal. Over dit deel van de IJssel liggen enkele vaste bruggen, die in het overzicht opgenomen zijn. De bruggen bij Zutphen zijn slechts beperkt beweegbaar en lopen eveneens mee in het onderzoek.

Het Twentekanaal is door sluisen in drie panden verdeeld. Over het kanaal Zutphen-Enschede liggen inclusief de met de IJssel in open verbinding staande voorhaven van de sluis Eefde 21 vaste bruggen, die een hoogteknelpunt op kunnen leveren.

De zijtak naar Almelo staat in open verbinding met het westelijke kanaalpand. Deze tak zal relevant worden voor de containervaart met de ingebruikname van de terminal in Almelo. Over de zijtak liggen 11 vaste bruggen.

#### *7. Maasroute*

De Maasroute loopt van het Hollands Diep bij Lage Zwaluwe tot de Belgische grens bij Eijsden. In Limburg loopt ze gedeeltelijk via het Julianakanaal. Benedenstrooms van de sluisen te Lith is de rivier vrij stromend met getijdewerking. Bovenstrooms van Lith is de rivier gestuwd, zij het dat bij hoge afvoeren de stuwen gestreken worden en de rivier vrij afstroomt. De hoofdstroom

van de containers van Rotterdam naar Limburg kiest voor het Maas-Waalkanaal en komt pas bij Heumen op de Maasroute.

Over Maas en Julianakanaal liggen 50 vaste of beperkt hefbaar bruggen. Een voorbeeld van de laatste categorie is de Sint Servaasbrug in Maastricht. Nader onderzoek op het punt van hoogteknelpunten is geboden. De alternatieve route via het Albertkanaal ligt op Belgisch grondgebied en is niet in beschouwing genomen. Zie hiervoor hoofdstuk 7.

Voor de containervaart zijn er belangrijke aftakkingen naar de containerterminals in Oosterhout en Tilburg (Amertak en Wilhelminakanaal), Den Bosch (Gekanaliseerde Dieze), Veghel (Máximakanaal en Zuid-Willemsvaart) die, voorzover hoofdvaarweg, in het onderzoek betrokken zullen worden.

Door de recente vervanging van de Machersebrug over het Burgemeester Delenkanaal door een ophaalbrug zijn hier geen problemen meer met de containervaart naar Oss. Het Kanaal van St. Andries blijkt niet relevant te zijn, zie pagina 19. Bij de bepaling van de hoogte van de bruggen in het nieuwe Máximakanaal (= omleiding Den Bosch) is bij aanleg rekening gehouden met een toeslag op de gemiddelde waterstand.



*De Sint Servaasbrug in Maastricht is slechts 2,20 m hefbaar*

#### *8. Kustcorridor*

De kustcorridor is alleen voor de zeevaart van belang en daarom niet relevant voor deze studie.

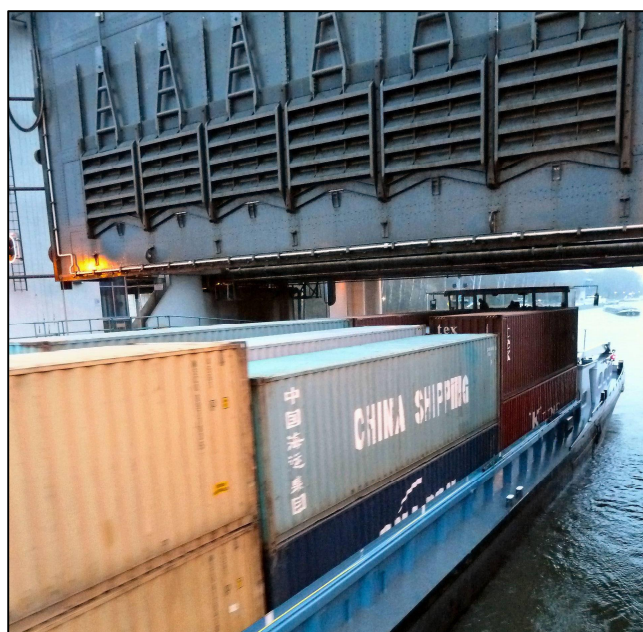
### **2.3 Te onderzoeken corridors**

Uit het voorgaande blijkt dat het is nodig is voor vijf van de acht corridors nader onderzoek te verrichten, zoals vermeld in tabel 1. De vaste of beperkt hefbaar bruggen in deze corridors zijn opgesomd op bijlage 4. Indien van toepassing is ook de hoogte van de onderzijde van hefdeuren meegenomen. De doorvaarhoogte is opgenomen zoals deze vermeld is in het bestand Vaarwegen in Nederland (ViN). Het referentievlak is het kanaalpeil (KP) of stuwpeil (SP), dat wil zeggen de gemiddelde waterstand of, indien van toepassing, het zomerstreefpeil. In het geval van getijdewerking of vrij stromende rivieren is de vermelding ten opzichte van NAP.



corridor	vaarwegen	aantal bruggen
1. Rotterdam - Duitsland	Waal	7
2. Amsterdam – Rijn	Amsterdam-Rijnkanaal (noord. Lekkanaal)	21
	Amsterdam-Rijnkanaal (zuid. Lekkanaal)	5
	Amsterdam-Rijnkanaal (Betuwepand)	8
	Lekkanaal	4
	Lek	3
	Nederrijn	6
3. Westerschelde – Rijn	Schelde-Rijnverbinding	9
	Hollands Diep	2
4. Westerschelde	<i>niet van toepassing</i>	-
5. Amsterdam – Noord-Nederland	Van Starckenborghkanaal	9
6. Rijn – Oost-Nederland	Gelderse IJssel (t/m Zutphen)	7
	Twentekanaal (t/m Hengelo)	21
	Aftakking Almelo	11
7. Maasroute	Bergsche Maas en Maas (tot Heumen)	9
	Maas (Heumen-Maasbracht)	13
	Julianakanaal (Maasbracht-Born)	4
	Julianakanaal (Born-Limmel)	10
	Maas (Limmel-Ternaaien)	6
	Maas-Waalkanaal	8
	Amertak en Wilhelminakanaal	14
	Gekanaliseerde Dieze	1
Máximakanaal en Zuid-Willemsvaart	12	
8. Kustcorridor	<i>niet van toepassing</i>	-
totaal		190

Tabel 1: Te onderzoeken corridors en vaarwegen



*Ook de hefdeuren van sluisen kunnen problemen veroorzaken in relatie tot doorvaarthoogte: een vierde laag containers is bij de huidige Prinses Beatrixsluisen niet mogelijk.*

### 3. Huidige hoogtebependingen

#### 3.1 SVIR-streefbeelden

De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (2012) stelt op pagina 120 het volgende over doorvaarthoogte: “Het streefbeeld is dat hoofdvaarwegen die de belangrijkste zeehavens met het achterland verbinden (hoofdverbindingssassen), ten minste geschikt zijn voor klasse VIb-schepen en vierlaagscontainervaart, de doorgaande nationale hoofdvaarwegen ten minste voor klasse Va-schepen en vierlaagscontainervaart en de overige hoofdvaarwegen tenminste geschikt zijn voor klasse IV en drielaagscontainervaart”. Dit streefbeeld, weergegeven in figuur 3, grijpt terug op de Nota Mobiliteit uit 2004.



Figuur 3: Streefbeeld volgens de Nota Mobiliteit, 2004

- hoofdtransportas, tenminste klasse VI en 4-laags containervaart
- doorgaande hoofdvaarweg, tenminste klasse V en 4-laags containervaart
- overige hoofdvaarweg, tenminste klasse IV en 3-laagcontainervaart

Voor de in tabel 1 genoemde te onderzoeken corridors en vaarwegen betekent dit, wat het aantal lagen containers betreft, een streefbeeld als vermeld in tabel 2. Bij 4 lagen containers hoort ingevolge de CEMT-normen, die de SVIR heeft overgenomen, een doorvaarthoogte van 9,10 m en bij 3 lagen containers 7,00 m met inbegrip van een veiligheidsmarge van 0,30 m.

corridor	vaarwegen	klasse	aantal lagen containers
1. Rotterdam - Duitsland	Waal	Vla	4
2. Amsterdam - Rijn	Amsterdam-Rijnkanaal	Vla	4
	Betuwepand	Vla	4
	Lekkanaal	Va	4
	Lek	Va	4
	Nederrijn	Va	4
3. Westerschelde - Rijn	Schelde-Rijnverbinding	Vla	4
5. Amsterdam - Noord-Nederland	Van Starckenborghkanaal	Va	4
6. Rijn - Oost-Nederland	Gelderse IJssel	Va	4
	Twentekanaal	IVa	3
	Aftakking Almelo	IVa	3
7. Maasroute	Maas-Waalkanaal	Va	4
	Maas (Heumen-Maasbracht)	Va	4
	Julianakanaal (Maasbracht-Born)	Va	4
	Julianakanaal (Born-Limmel)	Va	4
	Bergsche Maas en Maas (overig)	Va	4
	Amertak en Wilhelminakanaal	IVa	3
	Gekanaliseerde Dieze	IVa	3
	Máximakanaal en Zuid-Willemsvrt	IVa	3

Tabel 2: Aantal lagen containers op de vaarwegen ingevolge de SVIR-streefbeelden

De Maas inclusief Maas-Waalkanaal en Julianakanaal is klasse Va/Vb met streefbeeld vierlaags containervaart. De aantakkeende vaarwegen naar de containerterminals van Tilburg, Den Bosch en Veghel zijn overige hoofdvaarwegen, met als streefbeeld drielaags containervaart. De containers voor de terminal te Oss komen nagenoeg alle via de Maas en niet via het Kanaal van St. Andries: door de Máximasluis in Lith passeerden in 2014 bijna 77.500 TEU, door de sluis St. Andries nog geen 4000 TEU.

### 3.2 Drie opties

Om de ernst van eventuele hoogtebeperkingen te bepalen, zullen als gevolg van de opdracht van dit onderzoek drie opties doorgerekend worden, te weten:

1. de hoogtenormen volgens de SVIR, dat wil zeggen volgens de CEMT-tabel uit 1992; dit is het referentiescenario
2. de scheepshoogte volgens scenario 7 uit het rapport Containerhoogtemetingen, dat wil zeggen een gemiddelde beladingssituatie: 65% bezetting en daarvan 65% geladen TEU's

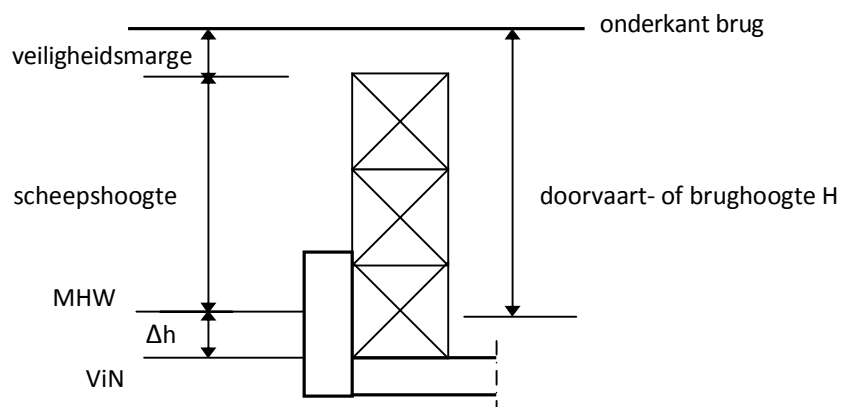
3. de scheepshoogten volgens scenario 4 uit het rapport Containerhoogtemetingen, dat wil zeggen een hoogte die in de meetcampagne van 2012 door 90% van de schepen onderschreden werd

In het geval van optie 1 is sprake van normen, die zijn vastgesteld voordat überhaupt sprake was van containervervoer per binnenschip, laat staan van high-cube containers. Bij de opties 2 en 3 is wel sprake van de aanwezigheid van high-cube containers. Bij elk van de opties moet onderscheid gemaakt worden naar de klasse van de vaarweg en het op die vaarweg maatgevende schip: klasse IVa, Va of VIa. Een klasse IV-schip kan maximaal drie lagen vervoeren, klasse V en VI vier lagen. De vermelde hoogtematen, ontleend aan tabel 15 van het rapport containerhoogtemetingen, zijn inclusief de 30 cm veiligheidsmarge.

optie	aantal lagen containers	CEMT-klasse	doorvaart-hoogte (m)
1. hoogtenormen volgens SVIR	3	IVa	7,00
	4	Va	9,10
		VIa	9,10
2. berekening met gemiddelde belading (met 65% bezetting, daarvan 65% beladen TEU's)	3	IVa	7,88
	4	Va	10,29
		VIa	10,50
3. 90% van de gemeten schepen metingen 2012	3	IVa	8,50
	4	Va	10,85
		VIa	11,05

Tabel 3: Doorvaarthoogte passend bij de diverse opties

Er ontstaat een beeld als in tabel 4. De (vaste) bruggen in elk van de relevante vaarwegen moeten getoetst aan de drie getallen voor doorvaarthoogte in de rechterkolom.



Figuur 4: Relatie Vin en MHW referentievlakken

corridor	vaarwegen	klasse	aantal lagen	optie	doorvaart-hoogte (m)
1.	Waal	VIa	4	1	9,10
				2	10,50
				3	11,05
2.	Amsterdam-Rijnkanaal	VIa	4	1	9,10
				2	10,50
				3	11,05
	Betuwepand	VIa	4	1	9,10
				2	10,50
				3	11,05
	Lekkanaal	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
	Lek	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
	Nederrijn	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
3.	Schelde-Rijnverbinding incl. Hollands Diep	VIa	4	1	9,10
				2	10,50
				3	11,05
5.	Van Starckenborghkanaal	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
6.	Gelderse IJssel (t/m Zutphen)	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
	Twentekanaal (t/m Hengelo)	IVa	3	1	7,00
				2	7,88
				3	8,50
	Aftakking Almelo	IVa	3	1	7,00
				2	7,88
				3	8,50
7.	Maas-Waalkanaal	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
	Maas (Heumen-Maasbracht)	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
	Julianakanaal (Maasbracht-Born)	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
	Julianakanaal (Born-Limmel)	Va	4	1	9,10
				2	10,29
				3	10,85
Bergsche Maas en Maas (benedenstrooms Heumen en Limmel-Ternaaien)	Va	4	1	9,10	
			2	10,29	
			3	10,85	
Amertak en Wilhelminakanaal (t/m Tilburg)	IVa	3	1	7,00	
			2	7,88	
			3	8,50	
Gekanaliseerde Dieze	IVa	3	1	7,00	
			2	7,88	
			3	8,50	
Máximakanaal en Zuid-Willemsvaart (t/m Veghel)	IVa	3	1	7,00	
			2	7,88	
			3	8,50	

Tabel 4: Vereiste doorvaarthoogte ingevolge de SVIR-streefbeelden

### 3.3 Maatgevende Hoge Waterstand

De Maatgevende Hoge Waterstand (MHW) is vrijwel nooit gelijk aan het referentievlak volgens Vaarwegen in Nederland (ViN). ViN gaat uit van het zomerstreefpeil, de gemiddelde waterstand of, in getijdegebieden, van NAP. Het verschil tussen ViN en MHW, de opzet, dat sterk afhankelijk is van het karakter van de betreffende vaarweg, is in het vervolg van deze nota aangeduid met  $\Delta h$ , zie figuur 4. De vereiste doorvaarthoogte  $H$  is gelijk aan de scheepshoogte + veiligheidsmarge gemeten ten opzichte van MHW.

Afwijkingen van het referentievlak volgens ViN zijn mogelijk als gevolg van:

- seizoensgebonden variaties: zomer- en winterpeil
- opwaaiing door wind in de lengterichting van het kanaal
- opzet als gevolg van de afvoer van regenwater
- translatiegolven als gevolg van het legen van sluiskolken
- verandering van streefpeil na de aanleg van de bruggen

Deze opzet  $\Delta h$  kan meerdere decimeters bedragen, dat wil zeggen, de in ViN vermelde doorvaarthoogte moet met soms meerdere decimeters verminderd worden. Daarom is  $\Delta h$  hierna per te onderzoeken corridor bepaald op grond van gegevens van de betreffende regionale diensten van Rijkswaterstaat. Let wel: de in de veiligheidsmarge (ook wel: schrikhoogte) van 0,30 m opgenomen factoren zijn andere dan hierboven opgesomd.



*De bruggen over het Máximakanaal, zoals deze brug in de A59, zijn berekend op een  $\Delta h = 25$  cm*

De MHW voor rivieren is in het benedenrivierengebied, waar getij heerst, gelijk aan het grenspeil, de waterstand die gemiddeld één keer per twee jaar wordt overschreden en waarbij de stormvloedwaarschuwingsdienst wordt ingesteld. Op de onder de Akte van Mannheim vallende Rijntakken geldt ingevolge de Nota Vaarwegen uit 1975 (bijlage 2.2.2) “een in het verleden tot ontwikkeling gekomen praktische maat” als maatgevende hoge waterstand, zijnde de in 1926 opgetreden hoogst bekende waterstand. Voor de Maas gelden de verplichtingen van de Akte van Mannheim niet en daar noemt de nota een doorvaarthoogte van 7,0 m “boven een weinig voorkomende waterstand behorende bij een afvoer te Borgharen van 2000 m<sup>3</sup>/sec”. Volgens het Tienjarig Overzicht wordt deze afvoer één maal per tien jaar overschreden.

Langs de rivieren bevinden zich tal van meetstations, die het verloop van de waterstanden al vele decennia lang registreren. De meetwaarden zijn verwerkt in zogeheten waternormalen. Deze standaardwaarden zijn vermeld in het in 1994 uitgegeven Tienjarig Overzicht, dat als uitgangspunt voor dit rapport is gebruikt. Bij de bepaling van de MHW is de waarde van het dichtstbijzijnde meetstation genomen of is tussen twee meetstations geïnterpoleerd. Per corridor geldt:

### 1. Rotterdam - Duitsland

Voor de Waal geldt de hoogst bekende waterstand als referentievlak voor brughoogte, dat wil zeggen de waterstanden die zijn opgetreden bij het hoogwater van januari 1926. Voor nieuw aan te leggen bruggen houdt de beheerder een waterstand aan, die past bij een afvoer te Lobith van  $Q = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$  en eenmaal per 1250 jaar voorkomt.

### 2. Amsterdam - Rijn

Op het Amsterdam-Rijnkanaal is het streefpeil  $0,40 \text{ m} - \text{NAP}$ . De waterstand fluctueert in praktijk tussen  $0,60 \text{ m} - \text{NAP}$  en  $0,20 \text{ m} - \text{NAP}$ . Opwaaiing of translatiegolven veroorzaken, zo is de ervaring van de beheerder, geen significante waterstandsverhoging. Dus  $0,20 \text{ m} - \text{NAP}$  is de maatgevende hoge waterstand en  $\Delta h = 0,20 \text{ m}$ . Dit geldt ook voor het Lekkanaal, dat in open verbinding met het Amsterdam-Rijnkanaal staat.

Het Betuwepand staat in open verbinding Nederrijn en volgt de fluctuaties van deze rivier. Het stuwpeil op dit deel van de Nederrijn is  $3,0 \text{ m} + \text{NAP}$ . Bij een peil van  $5,40 \text{ m} + \text{NAP}$  gaat de keerschuiif Ravenswaaij dicht en wordt het peil van het Betuwepand op  $4,80 \text{ m} + \text{NAP}$  ingesteld. Daardoor is  $\Delta h = 5,40 - 3,00 = 2,40 \text{ m}$  boven stuwpeil.

De Lek en Nederrijn zijn bij hoge waterstand vrij stromend. Net als bij de Waal zelf geldt de hoogst bekende waterstand als referentievlak voor brughoogte, een waterstand opgetreden in januari 1926. Voor nieuw aan te leggen bruggen houdt de beheerder een waterstand aan, die past bij een afvoer te Lobith van  $Q = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3. Westerschelde - Rijn

De twee bruggen in de Schelde-Rijnverbinding tussen de Volkerak- en Kreekraksluizen liggen ingevolge het Traktaat Schelde-Rijn uit 1963 op  $9,85 + \text{NAP}$ , dat wil zeggen  $9,10 \text{ m}$  boven een maximale waterstand van  $0,75 + \text{NAP}$ . Gedurende de periode 2001 tot en met 2007 varieerde de waterstand in dit pand tussen minimaal  $0,20 \text{ m} - \text{NAP}$  en maximaal  $0,40 \text{ m} + \text{NAP}$ . In dit bijzondere geval heeft  $\Delta h$  dus een negatieve waarde van  $0,35 \text{ m}$ .

Op het kanaalpand Kreekraksluizen-haven Antwerpen, het zogeheten Antwerpskanaalpand, ligt de zaak anders. Het streefpeil is  $1,80 \text{ m} + \text{NAP}$ , het peil van de Antwerpse havens, maar de laatste jaren houdt men  $1,90$  à  $2,00 \text{ m} + \text{NAP}$  aan, een opzet van  $0,20 \text{ m}$ . Volgens het rapport 'Onderzoek naar veiligheidsaspecten van hefbare stuurhuizen in de binnenvaart' (2001) van de Raad voor de Transportveiligheid "fluctueert de waterstand veelvuldig met een verschil van enige decimeters in relatief kort tijdsbestek". Wanneer "enige decimeters" vooralsnog (in een later stadium nader te onderzoeken) wordt geïnterpreteerd als  $0,20 \text{ m}$ , is  $\Delta h = 0,40 \text{ m}$  ten opzichte van het kanaalpeil, waarop de brughoogte is gebaseerd.

### 5. Amsterdam - Noord-Nederland

Het gaat hier om een circa  $15 \text{ km}$  lang traject van het Van Starckenborghkanaal ten westen van de stad Groningen. Het betreffende traject maakt deel uit van het ongeveer  $20 \text{ km}$  lange pand tussen de sluis Gaarkeuken en de Oostersluis in Groningen. Enige verhoging van het peil door translatiegolven en/of windopstuwing is aannemelijk. Derhalve is  $\Delta h = 0,15 \text{ m}$  te stellen.

### 6. Rijn - Oost-Nederland

Het wat brughoogte betreft kritische deel van de corridor wordt gevormd door het Twentekanaal tot en met Hengelo, inclusief aftakking naar Almelo in verband met een mogelijke toekomstige terminal te Almelo.

In het Twentekanaal zijn waterstandsvariaties tot maximaal 20 cm boven het streefpeil toegestaan. Wordt de waterstand te hoog of te laag, dan corrigeert de beheerder het niveau door middel van spuien of pompen. Gezien de lengte van de kanaalpanden tussen de sluisen en de vrij beschutte ligging is het niet nodig te rekenen op grote variaties als gevolg van translatiegolven en/of windopstuwing. Een opzet van 0,10 m is voldoende, eveneens later nader te onderzoeken. In totaliteit is dan de opzet  $\Delta h = 0,30$  m.

De bruggen over de IJssel zullen eveneens worden beschouwd. Hoewel formeel niet onder de Akte van Mannheim vallend, is tot op heden voor MHW de hoogst bekende waterstand aangehouden, welke in januari 1926 is opgetreden. Ook hier houdt de beheerder voor nieuwe bruggen een waterstand aan, die past bij een afvoer te Lobith van  $Q = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ .

corridor	vaarwegen	alle bruggen	te lage bruggen bij optie		
			1	2	3
1.	Waal	7	0	6	7
2.	Amsterdam-Rijnkanaal (noord. Lekkan.)	21	5	21	21
	Amsterdam-Rijnkanaal (zuid. Lekkanaal)	5	3	5	5
	Amsterdam-Rijnkanaal (Betuwepand)	8	4	7	7
	Lekkanaal	4	1	4	4
	Lek	3	0	1	3
	Nederrijn	6	1	4	4
3.	Schelde-Rijnverbinding incl. Holl. Diep	11	8	11	11
5.	Van Starckenborghkanaal	9	8	9	9
6.	Gelderse IJssel (t/m Zutphen)	7	6	7	7
	Twentekanaal (t/m Hengelo)	21	18	20	20
	Aftakking Almelo	11	10	11	11
7.	Bergsche Maas en Maas (tot Heumen)	9	9	9	9
	Maas (Heumen-Maasbracht)	13	13	13	13
	Julianakanaal (Maasbracht-Born)	4	2	4	4
	Julianakanaal (Born-Limmel)	10	10	10	10
	Maas (Limmel-Ternaaien)	6	6	6	6
	Maas-Waalkanaal	8	0	7	7
	Amertak en Wilhelminakanaal	14	12	14	14
	Gekanaliseerde Dieze	1	1	1	1
	Máximakanaal en Zuid-Willemsvrt.	12	0	12	12
	totaal	190	118	183	185

Tabel 5: Te lage hefdeuren, vaste en beperkt hefbaar bruggen anno 2015



### 7. Maasroute

De Maas is bovenstrooms van Lith een gestuwde rivier. Bij hoge afvoeren zijn de stuwen gestreken en is de rivier vrij stromend. Als referentievlak geldt een norm van eenmaal per 10 jaar (afvoer Borgharen = 2000 m<sup>3</sup>/sec).

In de Maasroute komen twee kanaalpanden voor: het Julianakanaal en het Maas-Waalkanaal. Hier is geen sprake van hoogwaters, wel van translatiegolven. De laatste zijn reeds verwerkt bij de bepaling van de MHW.

De Maas heeft enkele voor de containervaart belangrijke aftakkingen. De Amertak staat tot sluis I in Oosterhout in open verbinding met de Amer, een getijdenrivier. MHW is dus gelijk te stellen aan het grenspeil bij het nabijgelegen meetpunt Keizersveer.

Het aansluitende Wilhelminakanaal heeft een vast peil. De waarde van de opzet  $\Delta h$  is ontleend aan het rapport 'Visie brughoogte Brabantse kanalen' uit 2010. Als het Wilhelminakanaal alleen tot en met de nieuwe barge terminal Vossenbergh II wordt beschouwd, komen de zes bruggen ten oosten van sluis II te vervallen. De exploitant heeft aangegeven alleen met kleine, lage schepen naar de oude terminal Loven te zullen varen.

Ook de waarden van  $\Delta h$  voor de gekaniseerde Dieze, het nieuwe Máximakanaal en de Zuid-Willemsvaart tot aan Veghel zijn in het genoemde rapport te vinden.

### 3.4 Huidige hoogtebeperkingen

In de huidige situatie voldoen niet alle bruggen aan de normen, die de streefbeelden uit het SVIR (optie 1) opleggen, zie tabel 5 op de vorige pagina. Dit geldt in versterkte mate voor de opties 2 en 3, berekend bij gemiddelde belading en 90% overschrijding bij de metingen uit 2012. In feite is het niet meer dan logisch, dat bruggen die juist voldoen aan de hoogtenorm (optie 1), te laag zijn voor schepen met een grotere hoogte (opties 2 en 3).

De in tabel 5 vermelde hoogteknelpunten zijn vergeleken met de Deelrapportage Vaarwegen van de Nationale Markt en Capaciteitsanalyse (NMCA) uit 2011.

## 4. Gevoeligheidsanalyse

De in het vorige hoofdstuk gepresenteerde uitkomsten kunnen veranderen door wijziging in de wijze van vervoer of verandering van de infrastructuur. In dit hoofdstuk wordt beschreven in welke mate de uitkomsten gevoelig zijn voor dergelijke veranderingen.

### 4.1 Verbetering infrastructuur

Het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT) beschrijft welke infrastructuurle en ruimtelijke projecten in de jaren tot 2028 worden onderzocht of gerealiseerd. Deze projecten zijn beschreven in het MIRT Projectenboek, dat jaarlijks als bijlage van de begroting van het ministerie van Infrastructuur en Milieu aan de Tweede Kamer wordt aangeboden. Op het moment van schrijven van dit rapport is het MIRT Projectenboek 2014 het meest recent. Het bevat een groot aantal programma- en projectbladen met een globale beschrijvingen van de projecten. Projecten, die van invloed zijn op de doorvaarthoogte van bruggen over vaarwegen zijn de volgende.

#### 2. Amsterdam-Rijnkanaal en Lekkanaal

Het project Kunstwerken Amsterdam-Rijnkanaal Groot Onderhoud (KARGO) beoogt renovatie en vernieuwing van een achttal stalen boogbruggen over het kanaal in de periode 2011-2016. Vijf bruggen zijn gereed, drie komen in 2015 aan de beurt te weten: Breukelerbrug, Jutphasebrug en Overeindsebrug. Ook andere bruggen worden in het kader van onderhoud, renovatie of nieuwbouw op een hoger peil gelegd. Er zijn echter nog geen plannen de Muiderspoorbrug, Jutphasespoorbrug en Schalkwijksespoorbrug te verhogen.

Volgens het MIRT Projectenboek komt er een derde kolk bij de Prinses Beatrixsluizen en wordt het Lekkanaal klasse Vla. In afwijking van de huidige kolken krijgt de nieuwe sluis puntdeuren, die geen hoogtebeperkingen opleveren. Maar de brug over het benedenhoofd levert nog altijd problemen op doordat hij op hetzelfde niveau komt te liggen als de huidige bruggen. De aanleg van de nieuwe kolk moet starten in 2016 en in 2020 gereed zijn.

*De Galecopperbrug is gerenoveerd en bij die gelegenheid verhoogd.*



### 5. Vaarweg Lemmer-Delfzijl

De plannen richten zich op het bereikbaar maken van Noord-Nederland voor vierlaagscontainervaart met schepen van klasse Va. Het project loopt tot 2023. Naast vaarwegverruiming gaat het om verhoging of vervanging van te lage of te smalle bruggen, ook de bruggen op het traject tussen Zuidhorn en de Oostersluis te Groningen. Enkele zijn al in uitvoering, sommige bevinden zich nog in de planstudiefase. Bij de bepaling van de brughoogte is echter geen rekening gehouden met een opzet door translatiegolven, wind en dergelijke.

### 6. Rijn - Oost-Nederland

De nieuwe kolk van de sluis Eefde zal zo worden uitgevoerd, dat de deuren niet langer een hoogtete probleem vormen. De zijtak naar Almelo zal verbeterd worden, maar alleen wat diepte betreft, niet wat brughoogte aangaat. Ook het traject Delden-Enschede krijgt een upgrade.

### 7. Maasroute

Het project Modernisering Maasroute heeft ten doel de hoogwaterveiligheid te verbeteren. Tevens wordt de vaarweg van Weurt tot en met Ternaaien geschikt gemaakt voor schepen van klasse Vb en op het traject Weurt-Born, de eigenlijke Maasroute, een doorvaarthoogte van 9,10 m gerealiseerd. Een en ander gaat gepaard met verlaging van het peil op diverse stuwpanden, maar niet met verhoging van bruggen. De einddatum van het project is 2018, een aantal onderdelen is al gereed. Met het model WAQUA zijn betrekkinglijnen berekend, die de waterstand geven in relatie tot de bovenafvoer. Deze dienen als uitgangspunt voor de nieuwe situatie.

Het Wilhelminakanaal zal tot en met de Dongensebrug worden verruimd om Tilburg toegankelijk te maken voor schepen van klasse IV. De huidige sluis II komt in de plannen te vervallen, waardoor één kanaalpand tussen de huidige sluisen I en III ontstaat. Daarbij gaat de waterstand in het pand tussen sluis II en sluis III met 2,55 m omlaag, dus de drie bruggen (Poseidonpad, Medemblikpad, Burg. Van Voorstweg) virtueel met hetzelfde getal omhoog. De werkzaamheden zijn eind 2012 begonnen en lopen tot en met 2016. Vooralsnog is niet voorzien dat er bruggen worden verhoogd of vervangen.

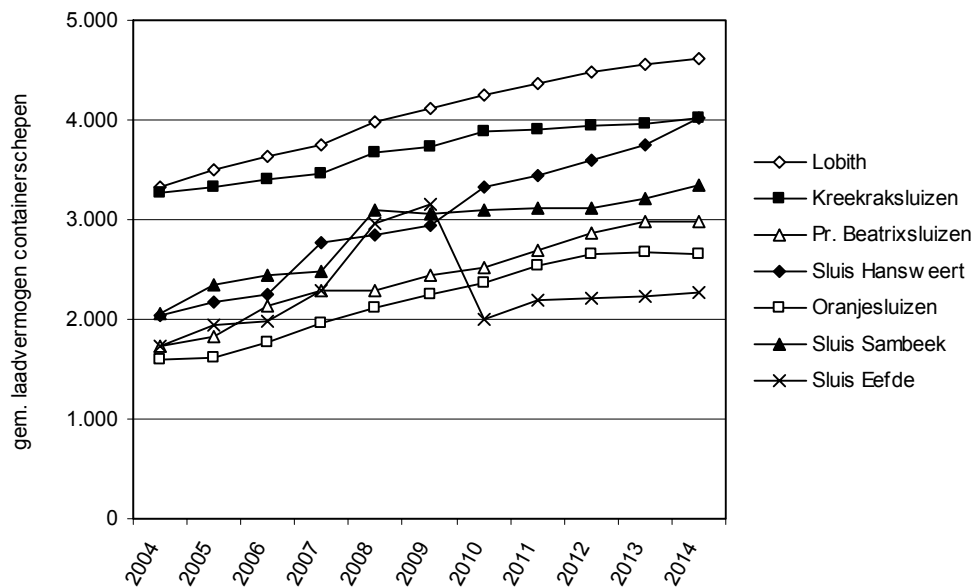
De tabel toont dat de voorgenomen infrastructurele werken een verbetering te zien geven voor optie 1, dat wil zeggen hoogtenormen volgens het SVIR, nauwelijks resulteren in een verbetering bij de opties 2 en 3.

corridor	vaarwegen	alle bruggen	te lage bruggen bij optie		
			1	2	3
2.	Amsterdam-Rijnkanaal	26	3 (-5)	26	26
6.	Twentekanaal (t/m Hengelo)	21	20 (-1)	20 (-1)	20 (-1)
7.	Bergsche Maas en Maas (tot Heumen)	9	8 (-1)	9	9
	Maas (Limmel-Ternaaien)	6	4 (-2)	6	6
	Amertak en Wilhelminakanaal	14	9 (-3)	14	14
totale verandering ten opzichte van tabel 5			44 (-12)	75 (-1)	75 (-1)

Tabel 6: Te lage vaste bruggen anno 2028 na verbetering infrastructuur (tussen haakjes: verandering ten opzichte van tabel 5)

## 4.2 Containers per schip

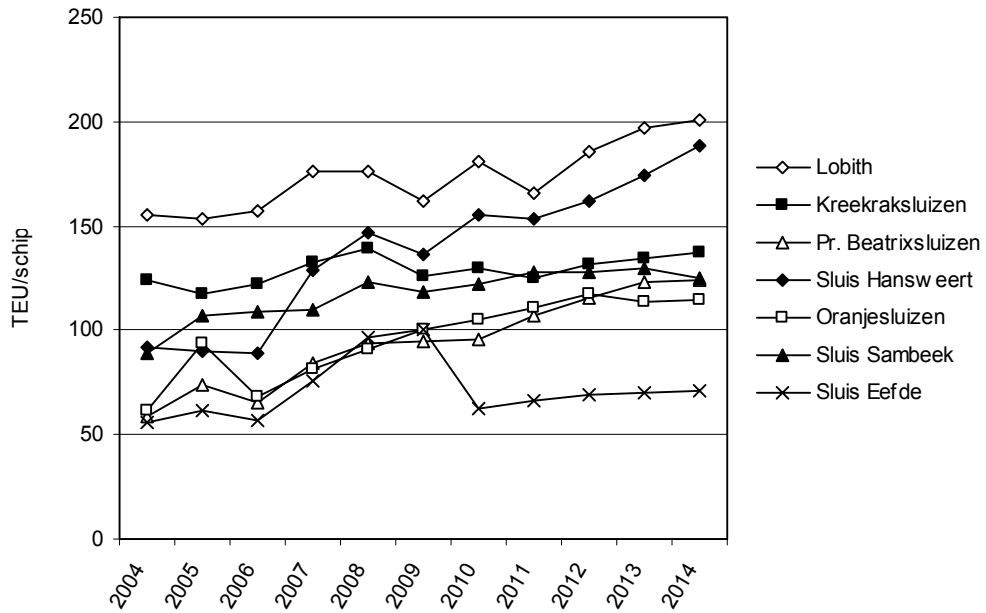
In de containervaart is de afgelopen tien jaar sprake geweest van een aanzienlijke schaalvergroting. Een en ander is in figuur 5 in beeld gebracht. De gegevens zijn afkomstig uit het registratiesysteem IVS90 van Rijkswaterstaat. Op de corridors is in de afgelopen tien jaar sprake geweest van groei van het gemiddelde laadvermogen van de containerschepen, hoewel op enkele corridors de afgelopen jaren sprake lijkt te zijn van een zekere afvlakking. Ook het gemiddelde aantal TEU per schip groeit, blijkt uit figuur 6. De bezettingsgraad echter niet. Figuur 7 toont namelijk dat het gemiddelde aantal TEU's per 1000 ton laadvermogen van het schip, de bezettingsgraad dus, weliswaar fluctueert door de jaren heen, maar grosso modo constant is.



Figuur 5: Gemiddeld laadvermogen containerschepen op de corridors

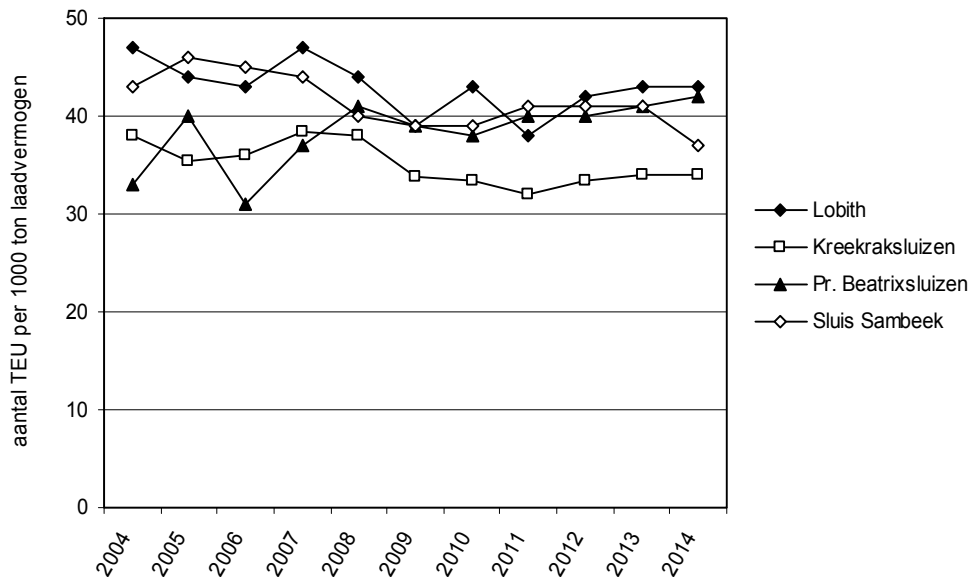
Opvallend is voorts dat op de twee hoofdtransportassen waar doorgaans geen hoogtebeperkingen zijn, te weten de Rijn (telpunt Lobith) en de verbinding Westerschelde-Rijn via het Kanaal door Zuid-Beveland (telpunt Hansweert) significant meer TEU's per schip vervoerd worden dan op de andere vaarwegen. Voor de vier doorgaande vaarwegen met hoogtebeperkingen door bruggen, zijnde Rijn-Scheldeverbinding (Kreekraksluizen), Amsterdam-Rijnkanaal (Prinses Beatrixsluizen), Amsterdam - Noord-Nederland (Oranjesluizen) en de Maasroute (Sambeek) liggen de gemiddelden dicht bij elkaar: tussen de 114 en 137 TEU per schip in 2014. Die waarden komen overeen met die van een klasse Va schip met een bezetting van 55% á 65%.

Voor de niet-doorgaande vaarweg Twentekanaal (Eefde) is het gemiddelde aantal TEU's per schip beduidend lager: 71 TEU per schip in 2014, overeenkomend met 75% á 90% van de capaciteit van een klasse IVa schip.



Figuur 6: Gemiddeld aantal TEU per containerschip op de corridors

Conclusie: het gemiddelde aantal containers per schip, uitgedrukt in TEU, groeide de afgelopen tien jaar dankzij de groei van de scheepsgrootte, niet door een verbetering van de bezettingsgraad. De groei van de scheepsgrootte zal naar verwachting doorzetten. Dit komt in het volgende hoofdstuk aan de orde.



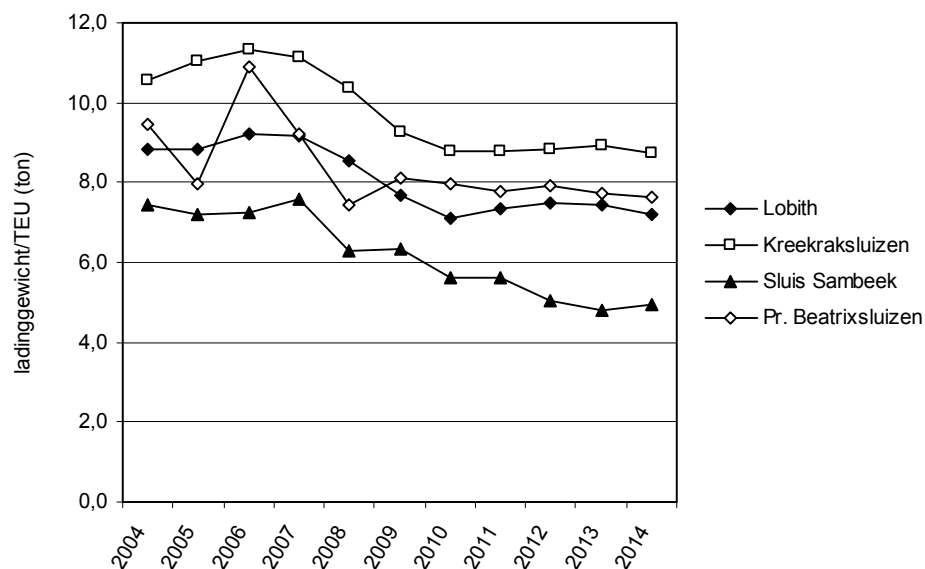
Figuur 7: TEU per 1000 ton laadvermogen op de belangrijkste corridors

### 4.3 Lading per container

Wanneer de lading per container groter is dan heden ten dage, zinkt het schip meer in en zal de scheepshoogte minder groot zijn. De cijfers wijzen echter in de omgekeerde richting: sinds de crisis van 2008 is het gemiddelde ladinggewicht gedaald en is nu voor de belangrijkste corridors rond de 8 ton. Het gaat hierbij om het ladinggewicht gemiddeld over alle containers, leeg zowel als geladen. Bij optie 3 is op grond van ervaring gesteld dat gemiddeld 65% van de containers aan boord beladen is. Het ladinggewicht van de gemiddelde beladen containers is dus:  $8,0/0,65 = 12,3$  ton per TEU. Inclusief het gewicht van de container zelf, zijnde 2,0 ton per TEU, komt het totale gewicht van een beladen container uit op 14,3 ton.

Zou het ladinggewicht per TEU 9 ton in plaats van 8 ton zijn, dan neemt de scheepshoogte bij gemiddelde belading (optie 2) met 5 cm (klasse IV) tot 8 cm (klasse V en VI) af. De toename van het gemiddelde ladinggewicht met 1 ton heeft dus maar een betrekkelijk geringe invloed op de scheepshoogte.

Conclusie: uit de gegevens van het afgelopen decennium blijkt niet dat sprake is van toename van het ladinggewicht per container. Er zijn geen aanwijzingen dat hier in de komende jaren verandering in zal komen.



Figuur 8: Ladinggewicht per TEU de belangrijkste corridors

### 4.4 Aandeel high-cube containers

Zoals in de inleiding gesteld, zijn de problemen met doorvaarthoogte voor een belangrijk deel te wijten aan de opkomst van zogeheten high cube containers van 9½ voet (2,90 m) hoog. Deze zijn een voet hoger dan de standaardcontainers van 8½ voet (2,59 m). Per laag scheelt het dus ruim 30 cm in hoogte. Het aandeel high-cube containers kan daarmee relevant voor deze studie zijn. Uit IVS90 is echter geen generieke informatie over het aandeel high-cube containers te halen. Het rapport 'Containervervoer per binnenschip' uit 2012 beschrijft de resultaten van enkele enquêtes met betrekking tot het containervervoer over water. Deze leverden geen eenduidig beeld over het aandeel high-cube containers. Wel spreekt een

achtergrondrapport, 'Containerbinnenvaart 2010', op grond van de bestellingen van nieuwe containers de verwachting uit dat high-cube dé standaard voor 40-voets containers zal worden. Naarmate het aandeel van deze hoge laad-boxen toeneemt, is de kans groter dat een stapel in het scheepsrui uitsluitend uit high-cubes bestaat. Hoe groot het aandeel high-cubes precies is, wordt daardoor minder interessant.

Met het oog op de toekomst verstandig aan te nemen dat inderdaad zo een maximaal hoge stapel voor komt. Optie 2 is deze veronderstelling gebaseerd, dus 3 lagen high-cube containers voor een klasse IV schip en 4 lagen high-cubes voor klasse V en VI schepen.

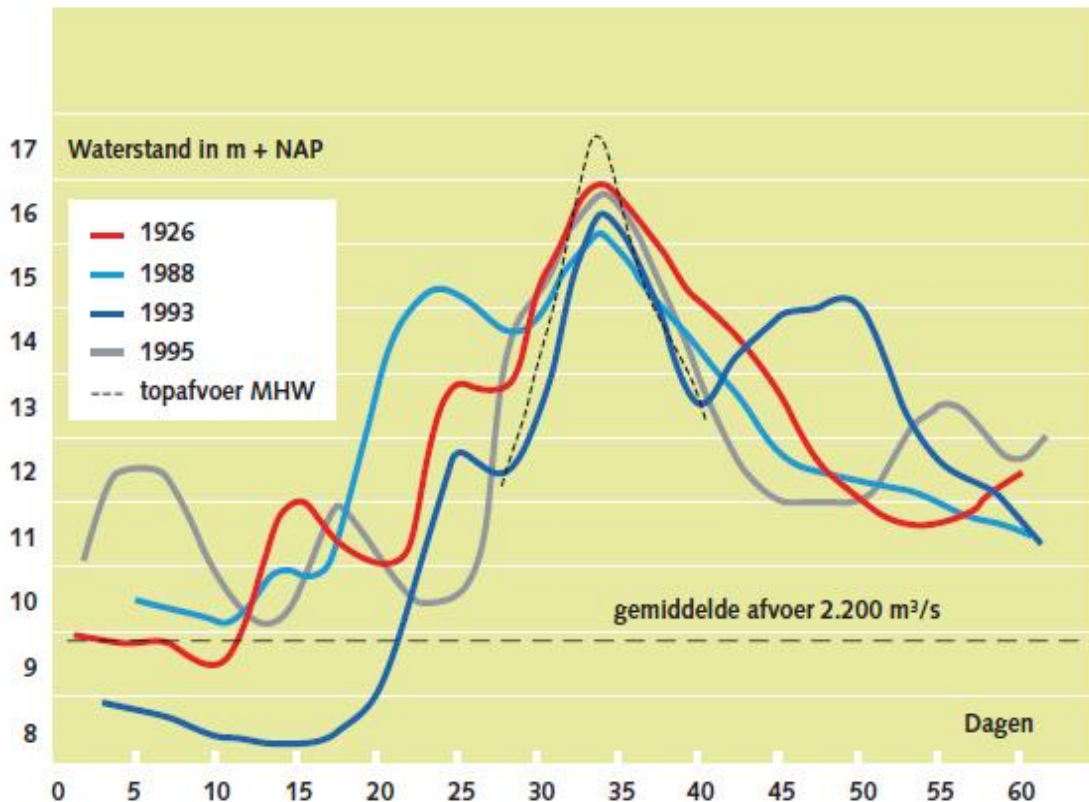


*Verschillen in ladinghoogte door de aanwezigheid van high-cube containers*

#### 4.5 Alternatieve MHW

De brughoogte is zeer gevoelig voor de keuze van de Maatgevende Hoge Waterstand (MHW). Dit geldt in het bijzonder voor rivieren. Op de Rijntakken is ingevolge internationale afspraken, die zijn gemaakt in de Centrale Commissie voor de Rijnvaart een brughoogte voorgeschreven van 9,10 m boven de hoogst bevaarbare waterstand, in Nederland vertaald als 9,10 m boven de hoogst bekende waterstand uit 1926. Voor nieuwe bruggen houdt de beheerder aan: 9,10 m boven de eens in de 1250 jaar voorkomende waterstand behorende bij een afvoer te Lobith van  $Q = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Een waterstand die in praktijk nog nooit is voorgekomen en in feite enkel dient als referentiewaterstand voor de bepaling van dijkhoogte. De maat van 9,10 m is oorspronkelijk niet gerelateerd aan een scheepstype, laat staan gerelateerd aan een aantal lagen containers. Daardoor is deze MHW in feite niet geschikt als referentievlak in relatie tot de hoogte van containerschepen.

Voor de getijdenrivieren geldt het grenspeil als maatgevende hoge waterstand. Grenspeil is een lage stormvloed en komt gemiddeld eens in de twee jaar voor. Dit is een zo extreme situatie, dat de stormvloedwaarschuwingsdienst wordt ingesteld. Het grenspeil betreft de top van het hoogwater, wat een stremming van hooguit enkele uren oplevert. Stel: 2 uur voor tot 2 uur na hoogwater, dus 4 uur in 2 jaar tijd, oftewel 0,023 % van de tijd.



Figuur 9: Piekafvoeren van de Rijn bij Lobith (bron: Hoogwater op de Rijn en de Maas)

De Richtlijnen Vaarwegen 2011 schrijven in paragraaf 3.3.2 voor langdurige waterstandsvariaties voor: de waterstand die in de laatste periode van 10 jaar éénmaal gedurende een aaneengesloten periode van 24 uur overschreden wordt, oftewel 0,027 % van de tijd. Het tijdsbeslag van een stremming ten gevolge van het bereiken van het grenspeil of van een eens in de 10 jaar voorkomende, langdurige hoogwatergolf op de bovenrivieren is dus vrijwel gelijk. Figuur 9 toont het verloop van enkele extreme hoogwatergolven te Lobith. De hoogste waterstand heeft de vorm van een piek, het hoogste peil wordt alleen maar 'aangetikt'. Niettemin duurt een stremming voor de scheepvaart gemiddeld twee dagen, zo blijkt uit ervaring in Duitsland, waar hoogwaterstromingen regelmatig voorkomen. In 1995 duurde de stremming voor de scheepvaart op de Waal, de enige ooit, circa 6 dagen (29 januari 1995 vanaf 18.00 uur tot 4 februari 11.30 uur), maar deze stremming was ingegeven door het gevaar van scheepsgolven op de verzwakte dijken en stond los van doorvaarthoogte.

Alles overwegende, lijkt het verantwoord de norm uit de Richtlijnen Vaarwegen alleen in relatie tot de hoogte van containerschepen te vertalen in een frequentie van eens per 10 jaar. Voor Lobith betekent dit een waterstand van 15,85 m + NAP in plaats van 16,90 + NAP, een verschil van ruim een meter. De frequentie van eenmaal in 10 jaar komt overeen met norm, die vanouds voor de Maas is gehanteerd.

Wat kanalen betreft, is het omgekeerde het geval. In de meeste gevallen is men niet van de maatgevende waterstand uitgegaan, maar van de gemiddelde waterstand. Er is onvoldoende rekening met effecten van opwaaiing, translatiegolven en dergelijke. Daardoor is de in dit rapport gehanteerde MHW in veel gevallen hoger dan de gemiddelde waterstand, in de regel aangeduid met kanaalpeil.



corridor	vaarwegen	alle bruggen	te lage bruggen bij optie		
			1	2	3
1.	Waal	7	0	3 (-3)	6 (-1)
	Lek	4	0	0 (-1)	2 (-1)
2.	Nederrijn	6	0 (-1)	2 (-2)	4 (-1)
totale verandering ten opzichte van tabel 5			0 (-1)	5 (-6)	12 (-3)

Tabel 7: Te lage vaste bruggen door keuze van een alternatieve MHW  
(tussen haakjes: verandering ten opzichte van tabel 5)

Door MHW gelijk te stellen aan een waterstand met een overschrijdingsfrequentie van één maal per tien jaar voldoen op de Rijntakken meer bruggen aan de gestelde hoogtenormen, maar lang niet alle.



Plaatsing van de nieuwe Overeindsebrug, Amsterdam-Rijnkanaal, april 2015 (De Scheepvaartkrant)

#### 4.6 Conclusies gevoeligheidsanalyse

De in dit hoofdstuk uitgevoerde gevoeligheidsanalyse leidt tot de volgende bevindingen.

Het gemiddelde aantal containers per schip groeide de afgelopen tien jaar dankzij de groei van de scheepsgrootte, een groei die naar verwachting zal doorzetten. Er zijn voornamelijk geen aanwijzingen dat het ladinggewicht per container zal toenemen.

Verbetering van de infrastructuur leidt in de komende jaren tot hogere bruggen op het Amsterdam-Rijnkanaal en het Van Starckenborghkanaal en lagere waterstanden, dus virtueel hogere bruggen, op de Maasroute en een beperkt deel van het Wilhelminakanaal.

Internationale verplichtingen bepalen de hoogteligging van de bruggen over de Rijn en de Rijntakken. Deze hoogte is geen goed referentievlak voor de doorvaarthoogte van containerschepen. Het voorstel is als referentievlak een één maal in de 10 jaar op de bovenrivieren voorkomende waterstand te kiezen. Maar ook dan is er een aanzienlijk aantal bruggen dat niet aan de gestelde normen voldoet.

Tabel 8 is het resultaat van de tabellen 5, 6 en 7, dus de situatie na de in het MIRT voorgenomen verbetering van de infrastructuur tussen nu en 2028, die zich vooral op de kanalen doet gelden, en na keuze van een alternatieve MHW, die op de rivieren betrekking heeft. Tabel 8 dient als uitgangspunt bij de prioritering in hoofdstuk 6.

corridor	vaarwegen	alle bruggen	te lage bruggen bij optie		
			1	2	3
1.	Waal	7	0	3	6
2.	Amsterdam-Rijnkanaal (noord. Lekkan.)	21	2	21	21
	Amsterdam-Rijnkanaal (zuid. Lekkanaal)	5	1	5	5
	Amsterdam-Rijnkanaal (Betuwepand)	8	4	7	7
	Lekkanaal	4	0	4	4
	Lek	3	0	0	2
	Nederrijn	6	0	2	3
3.	Schelde-Rijnverbinding incl. Holl. Diep	11	8	11	11
5.	Van Starckenborghkanaal	9	8	9	9
6.	Gelderse IJssel (t/m Zutphen)	7	6	7	7
	Twentekanaal (t/m Hengelo)	21	20	20	20
	Aftakking Almelo	11	10	11	11
7.	Bergsche Maas en Maas (tot Heumen)	9	8	9	9
	Maas (Heumen-Maasbracht)	13	13	13	13
	Julianakanaal (Maasbracht-Born)	4	2	4	4
	Julianakanaal (Born-Limmel)	10	10	10	10
	Maas (Limmel-Ternaaien)	6	4	6	6
	Maas-Waalkanaal	8	0	7	7
	Amertak en Wilhelminakanaal	14	9	14	14
	Gekanaliseerde Dieze	1	1	1	1
	Máximakanaal en Zuid-Willemsvrt.	12	0	12	12
	totaal	190	106	176	182

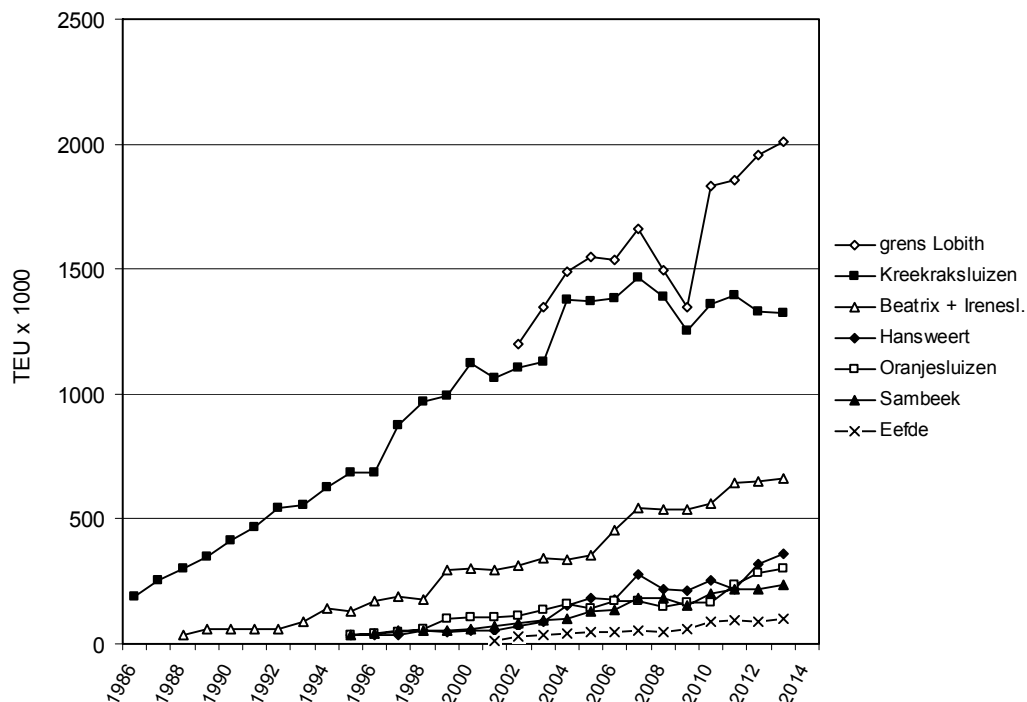
Tabel 8: Te lage hefdeuren, vaste en beperkt hefbaar bruggen in 2028

## 5. Containervolumes

### 5.1 Containervervoer per binnenschip

Het containervervoer per binnenschip kwam begin jaren negentig van de vorige eeuw aarzelend op gang. Aanvankelijk zag men de container namelijk als een verpakking voor kostbare lading, die zo snel mogelijk naar de klant gebracht moest worden, dus per truck of per trein. Het verlangen naar snelheid sloot het te traag geachte binnenschip uit. Een enkele keer kreeg een binnenschip op de Rijn een container als deklust mee als er op dat moment geen truck of trein beschikbaar was. In 1974 nam de firma Kieserling het initiatief tot het instellen van een lijndienst tussen Rotterdam en Mannheim met twee schepen van 52 TEU. Het initiatief sloeg aan en vond langzaam maar zeker navolging, ook in het binnenlands vervoer. Maar pas eind jaren tachtig kwamen de stromen goed op gang. De container werd van stukgoed tot massa-goed en het vervoer van massa-goed is nu juist het sterke punt van de binnenvaart.

Figuur 10 brengt de genoemde ontwikkeling in beeld bij een aantal telpunten. De grens Lobith staat voor corridor 1 Rotterdam – Duitsland. De Kreekraksluizen voor corridor 3 Westerschelde – Rijn. De Prinses Beatrixsluizen en de Prinses Irenesluizen, corridor 2, representeren de vaar-wegen van Amsterdam naar Rotterdam resp. Duitsland. voor. De sluis Hansweert betreft corridor 4 Westerschelde. De Oranjesluizen corridor 5 Amsterdam - Noord-Nederland. Het sluiscomplex te Sambeek representeert corridor 7, Maasroute, en tenslotte staat de sluis Eefde voor corridor 6 Rijn - Oost-Nederland. De figuur toont dat er groei is op alle fronten, na een kortdurende stagnatie in 2008-2009. Het internationale vervoer van en naar Duitsland en België is veruit het belangrijkste, op geruime afstand gevolgd door het containervervoer tussen Rotterdam en Amsterdam. Pas sinds 2002 zijn schippers verplicht het aantal TEU aan boord op te geven, vandaar dat 2002 het beginpunt van de statistiek voor Lobith is.



Figuur 10: Groei van het containervervoer op de corridors

Een en ander is in de geschematiseerde kaart van Nederland gezet in figuur 1. Het containervervoer over de vaarwegen naar Alkmaar en Den Haag betreft uitsluitend gecompriemd huisvuil. Deze vaarwegen zijn niet bij het verdere onderzoek betrokken. Ter illustratie is een gedetailleerd overzicht van het aantal gepasseerde containers en containerschepen bij de sluispunten in de jaren 2013 en 2014 gegeven op bijlage 3.

## 5.2 WLO-scenario's

In de in 2006 gepubliceerde studie Welvaart en Leefomgeving (WLO) verkenden het Centraal Planbureau (CPB) en het huidige Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) de ontwikkeling van Nederland voor de periode 2002-2040. Vanwege de onzekerheid op dergelijke lange termijn is het toekomstbeeld bepaald met behulp van vier groeiscenario's: Global Economy (GE), Strong Europe (SE), Transatlantic Market (TM) en Regional Communities (RC). De scenario's RC en GE zijn door het ministerie als meest relevant voor deze studie aangemerkt. De uit deze scenario's voortvloeiende vervoerscijfers zijn bijgesteld in het rapport 'Actualisatie basisprognoses binnenvaart', dat in januari 2015 is gepubliceerd. De goederenstromen zijn berekend met het goederenvervoermodel BasGoed, dat als basisjaar 2011 heeft. Voor het containervervoer is 2013 als basisjaar genomen, omdat tussen 2011 en 2013 op bepaalde relaties sterke ontwikkelingen zijn geweest, vooral door het openen van enkele nieuwe terminals, en 2013 daardoor meer representatief is.

Tabel 8 toont de resultaten met de jaren 2028 en 2040 als tijdshorizon, voor zover relevant voor deze corridoranalyse. Het jaar 2028 komt overeen met het zichtjaar van de Nationale Markt en Capaciteisanalyse (NMCA). In het scenario Regional Communities groeit het containervervoer tussen het basisjaar 2013 en het zichtjaar 2040 gematigd, in het hoge scenario Global Economy gaat het om een groei met een factor drie tot vier tussen 2013 en 2040.

telpunt	Regional Communities			Global Economy	
	2013	2028	2040	2028	2040
Grens Lobith	2.010.723	2.419.956	2.617.500	3.920.698	6.373.500
Pr. Beatrixsluizen	605.782	784.591	896.489	1.293.829	2.272.934
Pr. Irenesluizen	52.637	61.396	67.290	96.051	159.741
Sluis Amerongen	57.881	49.686	56.776	84.171	150.420
Kreekraksluizen	1.320.818	1.624.320	1.796.283	2.710.343	4.546.462
Pr. Margrietsluizen	180.171	227.071	256.589	385.249	668.585
Sluis Sambeek	239.494	278.727	306.351	446.672	743.953
Sluis Eefde	99.381	131.227	149.739	216.501	377.673
Sluis I Oosterhout	73.564	98.464	112.922	159.051	276.425
Henriëtteluis *	83.372	112.159	127.076	180.371	315.234
Máximasluis, Lith	70.582	93.128	105.586	152.228	268.472
Sluis Schijndel	63.610	86.666	98.878	140.619	247.738
Sluis Grave	25.970	32.768	36.863	54.060	96.000

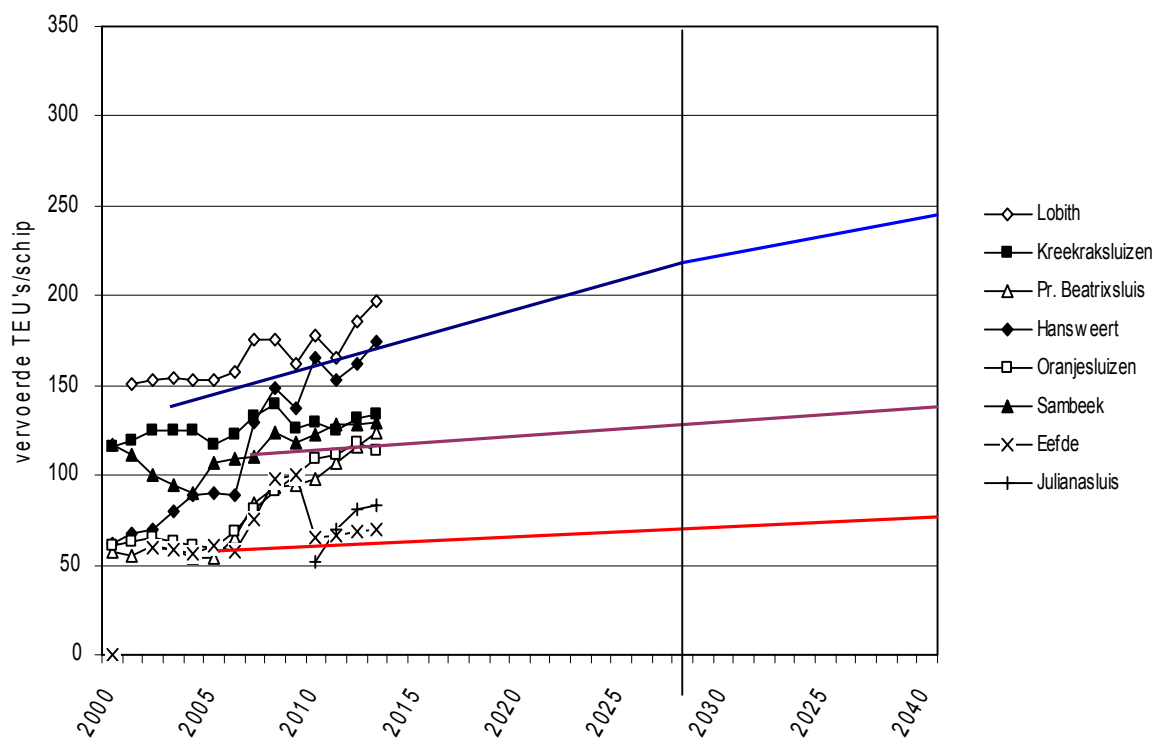
Tabel 9: Groei containervervoer (TEU's) op de corridors volgens twee WLO-scenario's

\* alleen met bestemming Den Bosch

Bij de tabel zijn enige kanttekeningen te maken. De groei is niet bijgesteld voor de effecten van Maasvlakte 2. De Tweede Maasvlakte is namelijk te beschouwen als een noodzakelijke faciliteit om de groei te bewerkstelligen. Bij het besluit tot aanleg van Maasvlakte 2 is een modal-shift van weg naar spoor en water afgesproken. Of deze verschuiving er komt, is niet met zekerheid vast te stellen. Uit de gevoeligheidsanalyse van de actualisatie komt een extra groei van 10% tot 15% als gevolg van modal-shift naar voren. Dit zal weinig tot geen invloed hebben op de prioritering van de routes in dit rapport.

De actualisatie rekt met een ongewijzigde routekeuze. Die kan er natuurlijk wel zijn, bijvoorbeeld de hoogtebeperkingen op de Schelde-Rijnverbinding, die schepen dwingt de route via Westerschelde en Kanaal door Zuid-Beveland te kiezen. Daarenboven kan de vestiging of sluiting van terminals grote invloed hebben op een route. Als voorbeeld is een nieuwe terminal in Almelo te noemen. Nu is er nauwelijks containervervoer op de tijtak van het Twentekanaal, met een nieuwe terminal gaat het direct om tienduizenden TEU's. Sluis I, de Henriëtteluis en sluis Schijndel zijn toegevoegd om het vervoer op het Wilhelmina-kanaal resp. de Dieze en de Zuid-Willemsvaart in beeld te brengen.

Tenslotte valt op te merken dat het uitsluitend gaat om containers, die per binnenschip vervoerd worden. Zeeschepen tellen niet mee. Op de Rijn is bijvoorbeeld rechtstreeks vervoer over zee van het Ruhrgebied naar Engeland, maar op het geheel is dit betrekkelijk marginaal van omvang.



Figuur 11: Prognose gemiddeld aantal TEU's per schip

### 5.3 Prognose aantal schepen

Op grond van de cijfers uit het voorgaande hoofdstuk is het verantwoord te veronderstellen, dat het gemiddelde aantal TEU's per schip zal blijven toenemen, ongeacht de brughogten. Een en ander is in figuur 11 in beeld gebracht. Overigens is schaalvergroting niet tot de containervaart beperkt, in alle sectoren van de binnenvaart is die trend aanwezig. De hoofdtransportassen zonder hoogtebeperkingen bieden de beste mogelijkheden voor schaalvergroting. Na 2028 is een zekere afvlakking verondersteld, omdat de schepen niet alsmaar groter kunnen worden. Bovendien is er een limiet aan de verblijfstijd in de Rotterdamse haven: het handhaven van een vaste afvaartfrequentie is van doorslaggevend belang.

Op de niet-doorgaande hoofdvaarwegen is de groeimogelijkheid geringer. Verbetering van de infrastructuur in de jaren na afloop van het huidige MIRT is uiteraard ook van invloed, maar nu nog niet te bepalen. De extrapolatie in figuur 11 leidt tot de getallen voor het gemiddelde aantal TEU per schip in de prognosejaren, zoals vermeld in tabel 10.

De Brabantse kanalen vereisen enige nadere toelichting. De gekanaliseerde Dieze naar de containerterminal van Den Bosch en Maximakanaal/Zuid-Willemsvaart naar Veghel zijn klasse IV. Het aantal TEU per schip voor sluis Schijndel werd in het jaar 2013 gedrukt door de toen nog in gebruik zijnde traverse Den Bosch, die klasse II is. Er voeren in 2013 veel kleine schepen door de sluis Schijndel. Sinds het klasse IV Máximakanaal is geopend, zijn de schepen veel groter maar minder in aantal geworden.

Hetzelfde effect zal naar verwachting op het Wilhelminakanaal plaats vinden, waar het profiel eveneens wordt verruimd tot klasse IV. Omdat er vooralsnog geen plannen zijn de bruggen te verhogen, zullen de containerschepen wel grotere volumes gaan vervoeren, maar is het effect minder groot dan bij de hierboven genoemde vaarwegen.

telpunt	2013	2028	2040
Grens Lobith	197	225	250
Prinses Beatrixsluizen	123	140	150
Prinses Irenesluizen	131	140	150
Kreekraksluizen	134	140	150
Prinses Margrietsluizen	114	140	150
Sluis Sambeek	130	140	150
Sluis Eefde	70	80	90
Sluis I Oosterhout	36	55	60
Henriëtteluis	42	80	90
Máximasluis, Lith	78	80	90
Sluis Schijndel	27	80	90
Sluis Grave	64	80	90

Tabel 10: Gemiddeld aantal TEU per schip

Combinatie van de tabellen 9 (aantal TEU) en 10 resulteert in een prognose voor het aantal passerende containerschepen bij de diverse telpunten. Door schaalvergroting varieert de prognose voor het aantal schepen tussen min of meer gelijkblijvend in het geval van scenario Regional Communities tot meer dan een verdubbeling voor scenario Global Economy.

telpunt	schepen 2013	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
Grens Lobith	10.213	10.755	10.470	17.425	25.495
Pr. Beatrixsluizen	4.911	5.605	5.975	9.240	15.150
Pr. Irenesluizen	400	438	448	686	1.064
Kreekraksluizen	9.834	11.600	11.975	19.360	30.310
Pr. Margrietsluizen	1.574	1.621	1.710	2.752	4.457
Sluis Sambeek	1.843	1.990	2.040	3.190	4.960
Sluis Eefde	1.425	1.640	1.665	2.705	4.195
Sluis I Oosterhout	2.044	1.790	1.880	2.890	4.605
Henriëttesluis *	1.172	1.400	1.410	2.255	3.500
Máximasluis, Lith	906	1.164	1.173	1.903	2.983
Sluis Schijndel	2.365	1.085	1.100	1.755	2.750
Sluis Grave	407	410	461	600	1.067

Tabel 11: Groei aantal containerschepen op de corridors volgens twee WLO-scenario's

\* alleen met bestemming Den Bosch

## 6. Prioritering

### 6.1 Bruggetal

Het einddoel van het voorliggende onderzoek is een prioritering van de corridors ten behoeve van een vervolgens uit te voeren kosten-batenanalyse. Belangrijke elementen in dit verband zijn de containervolumes en het aantal bruggen met onvoldoende hoogte op de corridors. Zowel de containervolumes als de hoogteknelpunten nu en in de toekomst zijn in de voorgaande hoofdstukken beschreven. In dit hoofdstuk wordt de prioriteit vastgesteld met als horizon de jaren 2028 en 2040, dus na uitvoering van het vigerende MIRT en met de alternatieve MHW voor de Rijntakken (paragraaf 5.4).

Als hulpmiddel voor de prioritering is het bruggetal  $\beta$  gebruikt, zijnde het jaarlijkse aantal containerschepen op de corridor of de vaarweg in honderdtallen gedeeld door het aantal te lage gelegen bruggen in het geval van de drie, in paragraaf 4.2 beschreven opties. Een grotere waarde voor  $\beta$  betekent een hogere prioriteit. De prioritering zal nu per corridor beschouwd worden. Uitgangspunten zijn het aantal in tabel 8 genoemde bruggen en het aantal in tabel 11 vermelde containerschepen. Wanneer 'te lage bruggen' zijn vermeld in de kop van de tabel, dan is in feite bedoeld 'te lage hefdeuren, vaste en beperkt beweegbare bruggen'.

#### 1. Corridor Rotterdam - Duitsland

Gerekend met een MHW van eens in de 10 jaar voldoet één vaste bruggen over de Waal niet aan de norm. In combinatie met de hoge verkeersintensiteit op de Waal verkrijgt de rivier een zeer hoge waarde voor het bruggetal.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	0	-	-	-	-
2	3	35,8	34,9	58,1	84,9
3	6	17,9	17,5	29,0	42,5

Tabel 12:  $\beta$  geldend voor de Waal (Werkendam-Lobith)

In Duitsland heet het referentievlak de Höchster Schiffbaren Wasserstand (HSW), ook wel aangeduid als (Hochwasser-) Marke II. Bij deze waterstand is scheepvaart verboden vanwege het gevaar voor schade aan bouwwerken op de oever als gevolg van scheepsgolven. HSW gemiddeld drie maal per jaar overschreden op enig meetstation langs de Rijn. De scheepvaart is dan gemiddeld 2,4 dag gestremd, met een uitschieter tot 6 achtereenvolgende dagen. Deze stremming heeft aanzienlijk hogere frequentie dan eens in de 10 jaar. Het heeft dan ook geen zin bruggen over de Waal te verhogen als niet gelijktijdig het stremmingspercentage in Duitsland wordt gereduceerd.

#### 2. Corridor Amsterdam - Rijn

De grote stroom containers gaat via Amsterdam-Rijnkanaal, Lekkanaal en Lek van of naar Rotterdam. Feitelijk gaat het dus om de vaarweg Amsterdam-Rotterdam. Na uitvoering van het KARGO-project en ander groot onderhoud voldoen vrijwel alle bruggen in 2020 aan de vigerende hoogtenorm. Maar vrijwel niet één voldoet bij de opties 2 en 3. Dit leidt tot waarden voor het bruggetal  $\beta$  zoals vermeld in tabel 13.



optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	2	28,1	29,9	46,2	75,5
2	25	2,2	2,4	3,7	6,1
3	27	2,1	2,2	3,4	5,6

Tabel 13:  $\beta$  geldend voor de vaarweg Amsterdam-Rotterdam

Het containervervoer van Amsterdam naar Duitsland, gerekend vanaf de splitsing ARK-Lekkanaal bij Nieuwegein en via het Betuwepand naar de Waal bij Tiel is verhoudingsgewijs bescheiden, resulterend in een lage waarde voor  $\beta$ . Ophogen van bruggen op het zuidelijk deel van het kanaal heeft alleen zin als de bruggen over het noordelijk deel van het Amsterdam-Rijnkanaal al zijn verhoogd.



De Nesciobrug, een fietsers- en voetgangersbrug over het Amsterdam-Rijnkanaal

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	5	0,9	0,9	1,4	2,2
2	12	0,4	0,4	0,6	0,9
3	12	0,4	0,4	0,6	0,9

Tabel 14:  $\beta$  geldend voor de vaarweg Amsterdam-Duitsland (Nieuwegein-Tiel)

De containers van Amsterdam van en naar Duitsland gaan via het zuidelijk deel van het Amsterdam-Rijnkanaal en de Prinses Irenesluizen. Daarna door het Betuwepand en de Prins Bernhardsluizen. De aantallen voor beide sluizen zijn nagenoeg gelijk. Dat betekent, dat het vervoer via de Nederrijn een andere vervoersrelatie betreft, Rotterdam - Oost-Nederland. Verhoging van bruggen over de Nederrijn komt derhalve pas na verhoging van te lage bruggen over het Twentekanaal aan de orde.

### 3. Corridor Westerschelde - Rijn

Via de corridor Westerschelde - Rijn hebben de zeehavens van Vlissingen, Terneuzen, Gent en Antwerpen verbinding met het Europese achterland en met de haven van Rotterdam. De containervolumes doen maar weinig onder voor die op de Rijn. Bij de corridor Antwerpen-Duitsland gaat het om de Schelde-Rijnverbinding inclusief de (oude) Moerdijkbruggen. De vaarweg van Terneuzen en Gent, die er ter hoogte van de Krammersluizen op aantakt, is een open vaarweg zonder hoogteproblemen en kan als omvaarroute dienen.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	8	14,5	15,0	24,2	37,9
2	11	10,5	10,9	17,6	27,6
3	11	10,5	10,9	17,6	27,6

Tabel 15:  $\beta$  geldend voor de vaarweg Antwerpen-Duitsland

### 5. Corridor Amsterdam - Noord-Nederland

Het containervervoer op de corridor Amsterdam - Noord-Nederland maakt eveneens gebruik van de vaarweg Amsterdam-Rotterdam. Aanpassing van brughoogte heeft derhalve alleen zin als eerst de laatstgenoemde vaarweg aan de eisen voldoet. Hoogteknelpunten zijn alleen op een gedeelte van het Van Starckenborghkanaal voor high-cube containers te verwachten, ook na uitvoering van het MIRT. De Prinses Margrietsluizen gelden voor deze corridor als ijkpunt.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	8	2,0	2,1	3,4	5,6
2	9	1,8	1,9	3,1	5,0
3	9	1,8	1,9	3,1	5,0

Tabel 16:  $\beta$  geldend voor Amsterdam - Noord-Nederland (Van Starckenborghkanaal)

### 6. Corridor Rijn - Oost-Nederland

Het vervoer van containers loopt via de Gelderse IJssel en het Twentekanaal naar Hengelo. De bouw van een tweede terminal aan het zijkanaal naar Almelo is medio 2014 stilgelegd, maar het is aannemelijk dat deze terminal op termijn in bedrijf is. Verhoging van de bruggen over het zijkanaal heeft pas zin nadat de bruggen over de IJssel en de tak Zutphen-Hengelo op de juiste hoogte liggen.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	24	0,7	0,7	1,1	1,7
2	27	0,6	0,6	0,9	1,5
3	27	0,6	0,6	0,9	1,5

Tabel 17:  $\beta$  geldend voor IJssel en Twentekanaal tot en met Hengelo

### 7. Corridor Maasroute

Het voor containers meest relevante deel van de Maasroute is de vaarweg tussen de sluis Weurt en de terminal in Born, bestaande uit de vaarwegen Maas-Waalkanaal, Maas en Julianakanaal. Voor dit traject geldt het bruggetal uit tabel 18. Ten zuiden van Born richting Belgische grens is het containervervoer gering, ten zuiden van Born slechts 7160 TEU in 2014. Het wegnemen van de vele knelpunten komt in prioriteit dan ook ruimschoots na het traject Weurt-Born.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	15	1,3	1,4	2,1	3,3
2	24	0,8	0,9	1,3	2,1
3	24	0,8	0,9	1,3	2,1

Tabel 18:  $\beta$  geldend voor de Maasroute (Weurt-Born)

De containervaart richting Tilburg vaart via Dordtsche Kil, Hollands Diep, Bergsche Maas, Amer, Amertak van Geertruidenberg naar Oosterhout en Wilhelminakanaal tot de nieuwe terminal Vossenbergh II. Alleen de bruggen in de twee laatstgenoemde vaarwegen kunnen tot problemen leiden. De Moerdijkbruggen over het Hollands Diep zijn aan de corridor Westerschelde-Rijn toegerekend. Dit geeft het onderstaande beeld.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	9	2,0	2,1	3,2	5,1
2	14	1,3	1,4	2,1	3,3
3	14	1,3	1,4	2,1	3,3

Tabel 19:  $\beta$  geldend voor Amertak en Wilhelminakanaal (Geertruidenberg-Tilburg)

Het verkeer met bestemming Den Bosch kiest de Bergsche Maas, passeert de Moerdijkbruggen, neemt de Maas tot Engelen en via de Henriëtteluis de gekanaliseerde Dieze. Schepen met bestemming Oss vervolgen de Maas via de Máximasluis in Lith. De aantallen schepen van Henriëtteluis, sluis Empel en Máximasluis moeten worden opgeteld om een

beeld te krijgen van de verkeersintensiteit op de vaarweg als geheel. Voor sluis Empel zijn nog geen cijfers beschikbaar, in plaats daarvan zijn de cijfers van sluis Schijndel genomen. Het resultaat is te vinden in tabel 20.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	6	6,1	6,1	9,9	15,4
2	7	5,3	5,3	8,4	13,2
3	5	5,3	5,3	8,4	13,2

Tabel 20:  $\beta$  geldend voor de Maas tussen Moerdijk-Den Bosch/Oss

Tussen het toegangskanaal tot de haven van Oss en Heumen ligt een gedeelte van de Maas, waar wel containervervoer is, maar geen terminals liggen. Deze schepen passeren door de sluis te Grave.  $\beta$  krijgt een waarde als in tabel 21. Het aanpakken van dit gedeelte van de rivier heeft bij optie 2 en 3 alleen zin als de route Geertruidenberg-Oss al eerder verbeterd is.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	4	1,0	1,2	1,5	2,7
2	4	1,0	1,2	1,5	2,7
3	4	1,0	1,2	1,5	2,7

Tabel 21:  $\beta$  geldend voor de Maas tussen Oss-Heumen

Om de Zuid-Willemsvaart te bereiken, draaien schepen bij Empel het nieuwe Máximakanaal op om uiteindelijk de terminal te Veghel te bereiken. De sluis Schijndel is het ijkpunt.

optie	te lage bruggen	Regional Communities		Global Economy	
		2028	2040	2028	2040
1	-	-	-	-	-
2	13	0,8	0,9	1,4	2,1
3	14	0,8	0,8	1,3	2,0

Tabel 22:  $\beta$  geldend voor de vaarweg Den Bosch-Veghel (Zuid-Willemsvaart)

## 6.2 Prioritering

De prioritering geschiedt aan de hand van het in de vorige paragraaf bepaalde bruggetal. Als uitgangspunt geldt de situatie na uitvoering van het vigerende MIRT en met de alternatieve MHW voor de Rijntakken.

*Optie 1 = referentiescenario*

In het geval van optie 1 gelden de vigerende hoogtenormen volgens de SVIR, dat wil zeggen volgens de CEMT-tabel uit 1992. De onderstaande prioritering blijkt onafhankelijk van zichtjaar of economisch groeiscenario te zijn. De corridor Rotterdam-Duitsland en de vaarweg Den Bosch-Veghel voldoen reeds aan de norm.

1. Amsterdam - Rijn (Amsterdam-Rotterdam)
2. Westerschelde - Rijn (Antwerpen-Werkendam)
3. Maasroute (Moerdijk-Den Bosch/Oss)
4. Amsterdam - Noord-Nederland (Van Starckenborghkanaal)
5. Maasroute (Geertruidenberg-Tilburg via Wilhelminakanaal)
6. Maasroute (Weurt-Born)
7. Maasroute (Oss-Heumen)
8. Amsterdam - Rijn (Nieuwegein-Tiel)
9. Rijn - Oost-Nederland (Arnhem-Hengelo)

*Optie 2*

De tweede optie is de scheepshoogte volgens scenario 7 uit het rapport containerhoogtemetingen, dat wil zeggen een gemiddelde beladingssituatie: 65% bezetting en daarvan 65% geladen TEU's. Op grond van de in paragraaf 7.1 berekende waarden van  $\beta$  is de prioritering voor de uit te voeren kosten-batenanalyse als volgt. Ook nu blijkt de prioritering onafhankelijk van zichtjaar of economisch scenario te zijn. Op het Duitse deel van de Rijn liggen naar alle waarschijnlijkheid bruggen, die niet aan de gestelde normen voldoen. Verhoging van die bruggen onttrekt zich aan de invloed van de Nederlandse vaarwegbeheerder.

1. Rotterdam - Duitsland (Werkendam-Lobith)
2. Westerschelde-Rijn (Antwerpen-Werkendam)
3. Maasroute (Moerdijk-Oss)
4. Amsterdam - Rijn (Amsterdam-Rotterdam)
5. Amsterdam - Noord-Nederland (Van Starckenborghkanaal)
6. Maasroute (Geertruidenberg-Tilburg via Wilhelminakanaal)
7. Maasroute (Oss-Heumen)
8. Maasroute (Weurt-Born) en  
Maasroute (Den Bosch-Veghel via Zuid-Willemsvaart)
9. Rijn - Oost-Nederland (Arnhem-Hengelo)
10. Amsterdam - Rijn (Nieuwegein-Tiel)

*Optie 3*

Optie 3 betreft de scheepshoogten volgens scenario 4 uit het rapport containerhoogtemetingen, dat wil zeggen een hoogte die in de meetcampagne van 2012 door 90% van de vaartuigen onderschreden werd. De volgorde is bij optie 3 gelijk aan die van optie 2.

Tot slot: de uitgevoerde prioritering is een hulpmiddel, de start voor een door derden uit te voeren kosten-batenanalyse, die uiteindelijk moet aangeven of investeringen in verhoging van bruggen te verantwoorden zijn. Aan de prioritering kan dus geen absolute waarde worden toegekend.

## 7. Situatie buurlanden

### 7.1 Europese afspraken

De European Conference of Ministers of Transport (CEMT) stelde in 1954 een classificatie van scheepsafmetingen vast gebaseerd op vijf, toentertijd veel voorkomende scheepstypen. Klasse V, het destijds grootste schip, was het zogeheten Grote Rijnschip met afmetingen van 95,0 (nu: 110,0) x 11,5 m. De hoogte van die schepen bedroeg volgens de CEMT 6,7 m. In 1961 breidde de CEMT zijn classificatie uit met een klasse VI schip. De hoogte van het klasse V schip bleef hetzelfde als voorheen. Voor een klasse VI schip werden geen afmetingen gegeven.

In juni 1992 publiceerde de CEMT voor de derde keer een classificatie, zich baserend op een rapport uit 1990 van de PIANC-werkgroep 'Standardization of inland Waterways' Dimensions'. Voor een vaarweg van klasse V adviseert de CEMT een doorvaarthoogte van 5,25 m, 7,00 m of 9,10 m voor 2, resp. 3 en 4 lagen containers. Een voetnoot zegt: "Takes into account a security clearance of 30 cm between the highest point of the vessel or its load and the height under the bridge". Daarmee is de veiligheidsmarge of schrikhoogte geïntroduceerd, een maat die volgens de Nederlandse Richtlijnen Vaarwegen de volgende factoren ondervangt:

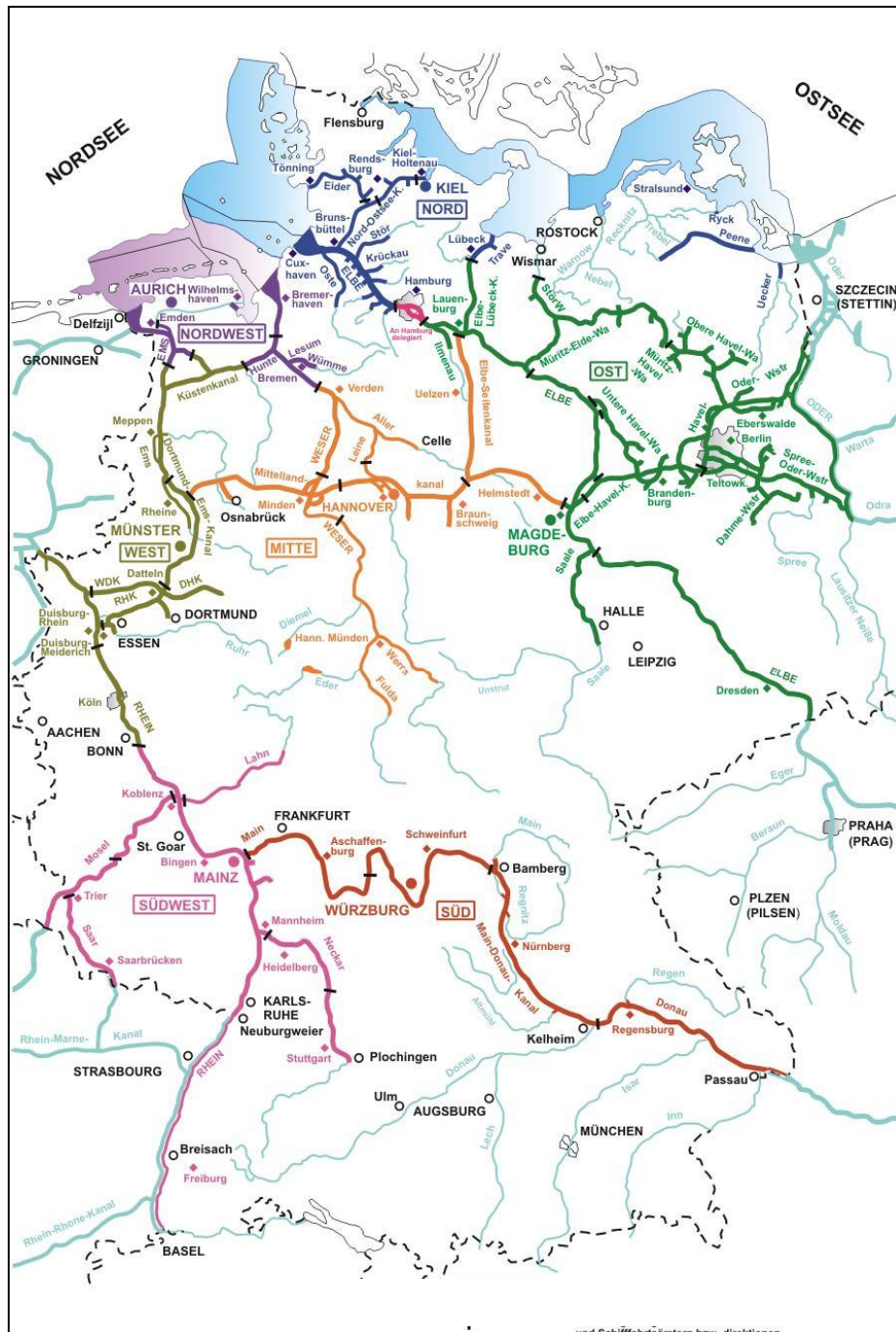
- onnauwkeurigheid in de kennis van de werkelijke scheepshoogte
- fouten bij het aflezen van de hoogteschaal bij de brug
- verticale bewegingen van het schip door variatie toerental of vaarsnelheid

De CEMT-tabel is ongewijzigd overgenomen in de zogeheten 'European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance (AGN)', welke is opgesteld door de United Nations Economic Commission for Europe (ECE). In juni 1997 is de AGN ondertekend door elf Europese landen, waaronder Nederland, en is daarmee vigerend. De aanbevolen doorvaarthoogten zijn gelijk aan die van de CEMT-tabel, er is geen verplichtende keus voor doorvaarthoogte gemaakt.

Als referentiedocument is voor de volgende paragrafen gebruik gemaakt van het zogenaamde Blue Book (2012) van de ECE. Wat doorvaarthoogte betreft, luidt de definitie van het Highest Navigable Water Level (HNWL) volgens dit document: "The HNWL corresponds to a level existing for not less than 1 per cent of the navigation period, established on the basis of observations over a substantial number of years (30 to 40 years), excluding periods when there was ice. The HNWL corresponds to a level existing for not less than 1 per cent of the navigation period, established on the basis of observations over a substantial number of years (30 to 40 years), excluding periods when there was ice". Deze definitie komt overeen met die van de bij ons toegepaste Maatgevende Hoge Waterstand (MHW).

### 7.2 Duitsland

Voor de binnenvaart en zeker voor de containervaart is Duitsland veruit de belangrijkste herkomst, dan wel bestemming. De Rijn is de ruggengraat van het vervoer van containers over water. De bruggen over de Rijn liggen uiteraard op Rijnvaarthoogte, met uitzonde-



Figuur 12: Het Duitse vaarwegennet (bron: WSA)

ring van het gekanaliseerde traject bovenstrooms van Iffezheim. Daar is de doorvaart-hoogte tot Bazel niet meer dan 7,0 m boven de hoogst bevaarbare waterstand. Op de Duitse Rijn heet het referentievlak de Höchster Schiffbaren Wasserstand (HSW), ook wel aangeduid als (Hochwasser-) Marke II. Bij deze waterstand is scheepvaart verboden vanwege het gevaar voor schade aan bouwwerken op de oever als gevolg van golven. HSW kan van plaats tot plaats verschillen al naar gelang de kwetsbaarheid van de bebouwing. HSW is op de Nederlands-Duitse grens 1,50 m lager dan de Nederlandse Maatgevende Hoge Waterstand ter plekke, dus liggen de Duitse bruggen ook lager. Bij normale waterstanden levert dit geen problemen op voor het containervervoer.

Duitsland heeft een uitgebreid vaarwegennet, zoals in figuur 12 te zien is. Het heeft de 'pech' dat de standaardmaten voor de kanalen zijn vastgesteld lang voordat er sprake was van containervervoer over water. Daardoor kon het gebeuren dat de bruggen in het nieuwe Main-Donaukanaal op 6,0 m liggen, te laag voor drie lagen containers en daarmee rendabel transport onmogelijk makend. Een lijndienst naar Wenen, geïnitieerd na opening van het kanaal, werd na korte tijd gestaakt. Over het Duitse deel van de Donau liggen enkele bruggen met zeer beperkte doorvaarthoogte met als meest kritische de Luitpoldbrücke in Passau, die slechts 4,60 m doorvaarthoogte biedt.



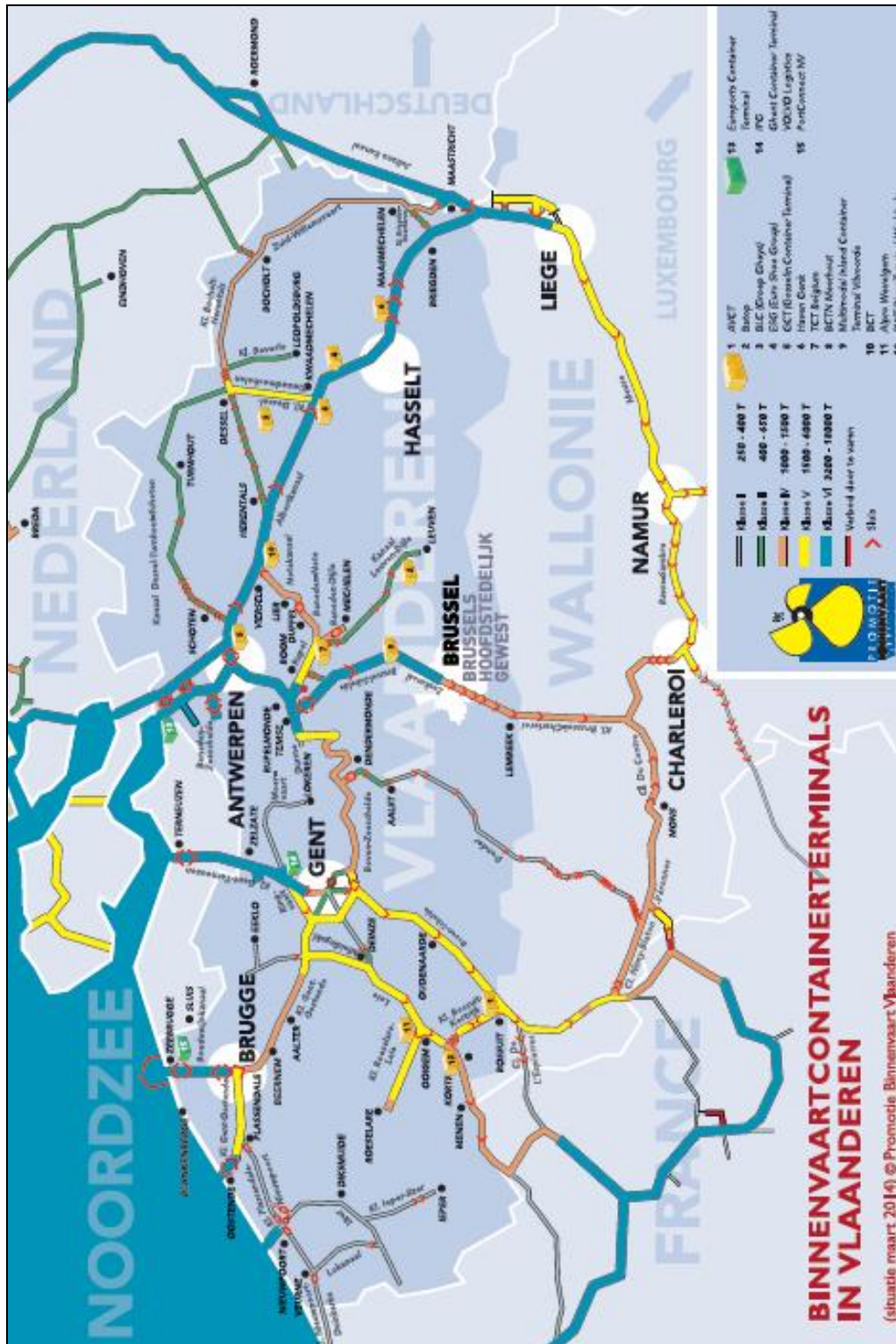
Een koppelverband met 2 lagen containers op het Main-Donaukanaal, 2006 (foto: B. Krakowsky)

De onderstaande tabel geeft een idee van de doorvaarthoogten op enkele belangrijke Duitse vaarwegen. Geen van deze vaarwegen voldoet aan de CEMT-norm voor drielaags-containervaart. Dat doet in feite alleen de Rijn.

Vaarweg	CEMT-klasse	Brughoogte
Dortmund-Ems Kanal	Vb	4,25
Donau (benedenstrooms Kelheim, gestuwd)	VIb	4,75
Elbe Seitenkanal	Vb	5,25
Main-Donau Kanal	Vb	6,00
Mittellandkanal	IV	4,00
Moezel (gestuwd)	Vb	6,17
Neckar (gestuwd)	Va	5,50
Rhein-Herne Kanal	Vb	4,50

Tabel 23: Brughoogte voor enkele Duitse vaarwegen (bron: ECE Blue Book, 2012)





Figuur 13: Het Belgische vaarwegennet (bron: Promotie Binnenvaart Vlaanderen, 2014)

### 7.3 België

Het tweede buurland is België. De containers die in de zeehavens van Antwerpen en Gent op de binnenvaart worden overgeslagen, hebben voornamelijk de Rijn als herkomst of bestemming of de haven van Rotterdam.

Het aantal binnenlandse terminals in België is beperkt. Zij liggen langs het Albertkanaal (Meerhout, Beverdonk, Luik), aan het Zeekanaal van Brussel naar de Schelde (Willebroek, Brussel) of aan de Bovenschelde (Avelgem). De haven van Zeebrugge heeft een slechte achterlandverbinding over water. Achterlandvervoer gaat per as en in beperkte mate met estuarine schepen, die over zee naar de Westerschelde varen en via de sluisen van Hansweert op de binnenwateren komen.

Vaarweg	CEMT-klasse	Brughoogte
Albertkanaal	Vlb	6,7
Bovenschede	Va	6,5
Maas (benedenstrooms Namen)	Vb	6,6
Zeekanaal Brussel - Schelde	Va	32,0

Tabel 24: Brughoogte voor enkele Belgische vaarwegen (bron: ECE Blue Book, 2012)

Sinds 2005 loopt een programma om de doorvaart van de bruggen over het Albertkanaal te verbreden tot minimaal 86 m en alle bruggen op 9,10 m hoogte te leggen. Inmiddels is een elftal bruggen op de juiste hoogte gebracht. Op de planning staat het vervangen van nog eens 25 en het verhogen van 15 bruggen. Dit project zal zeker tot 2020 duren en gaat naar raming € 235 miljoen kosten. De belangrijkste drijfveer is de vaart met vier lagen containers naar de haven van Luik, alwaar een groot trimodaal overslagcentrum in ontwikkeling is (bron: nv De Scheepvaart).



Te lage spoorbrug over het Albertkanaal in Antwerpen (foto: Marius Broos)

België bereidt zich voor op de komst van het Canal Seine Nord Europe. Hoewel het nieuwe kanaal op Frans grondgebied ligt, zijn aanzienlijke inspanningen nodig om de aansluiting met het Rijnbekken via België te realiseren. Het tracé loopt via de Leie, de Ringvaart van Gent, de nieuwe sluis bij Evergem en het Kanaal Gent-Terneuzen. De doorvaarthoogte is volgens de geëtaleerde plannen 7,0 m en daarmee geschikt voor drielaagscontainervaart (bron: [www.seineschelde.be](http://www.seineschelde.be)). De werkzaamheden betreffen verdieping van de Leie, bochtverruiming, vervanging van bruggen en de bouw van twee nieuwe sluisen. De Belgen lopen in feite vooruit op de Franse partners in het project, die nog moeten beginnen.



*Duweenheid geladen met twee lagen containers op de Seine in Parijs*

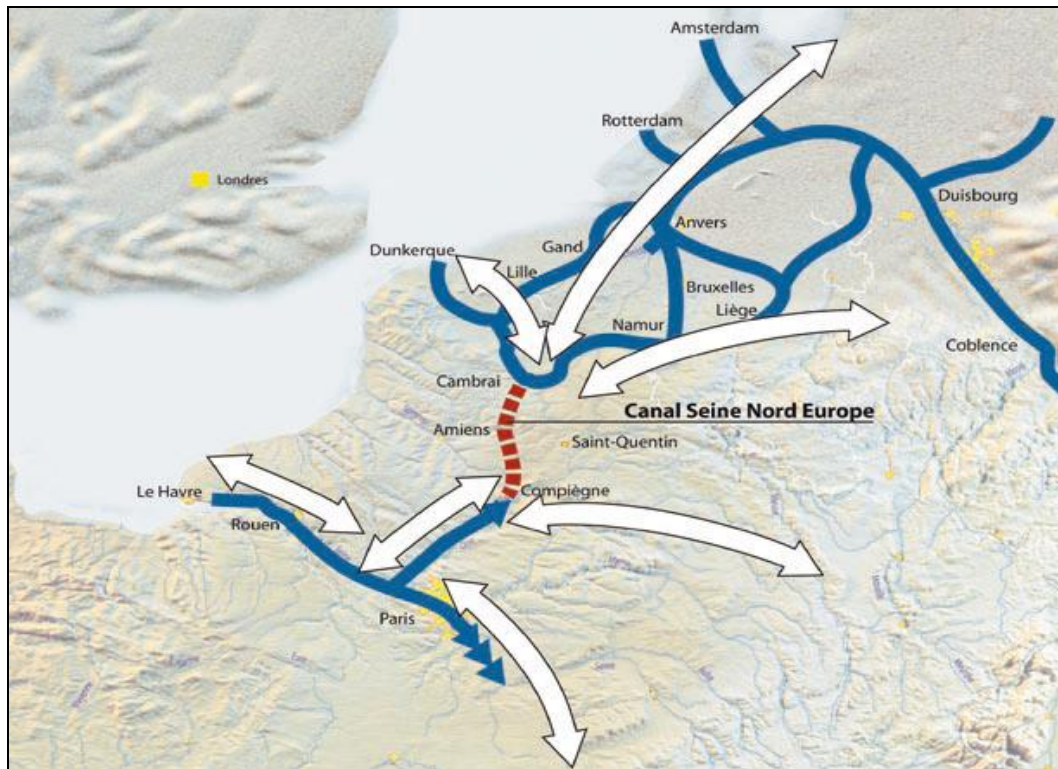
#### 7.4 Frankrijk

Frankrijk kent momenteel slechts enkele vaarwegen, waar containervaart voor komt: de rivieren Seine met zijrivier Oise, Rhône en in het verlengde daarvan Saône en in het noorden het kanaal van Duinkerken naar Valenciennes. De bruggen op deze vaarwegen voldoen geen van alle aan de CEMT-norm, zoals de onderstaande tabel aangeeft.

Vaarweg	CEMT-klasse	Brughoogte
Kanaal Duinkerken - Valenciennes	Va	5,25
Oise (benedenstrooms Compiègne)	Vb	5,25
Rhône (benedenstrooms Lyon)	Vb	6,30
Saône (benedenstrooms Chalon)	Vb	4,40
Seine (Parijs - Le Havre)	Vb	5,15

Tabel 25: Brughoogte voor enkele Franse vaarwegen (bron: ECE Blue Book, 2012)

De afgelopen jaren zijn uitgebreide studies verricht naar een verbinding tussen de Seine en de Schelde. Officieel heet deze: Liason Seine Nord Europe. Deze route loopt van de Seine nabij Parijs via de rivier Oise naar Compiègne, alwaar een 106 km lang, klasse Vb kanaal begint, het eigenlijke Canal Seine Nord Europe. Dit takt nabij Cambrai aan op het bestaande kanaal van Duinkerken naar Valenciennes. Via de opgewaardeerde Leie loopt de vaarweg vervolgens naar het Rijnbekken.



Figuur 14: Situering Canal Seine Nord Europe (bron: Watersnelweg naar Parijs, 2009)

Het streven was tot een publiekprivate samenwerking voor dit kanaal te komen, maar dat is niet gelukt. Het Franse ministerie heeft inmiddels opdracht gegeven een goedkopere variant uit te werken, waarin bijvoorbeeld het kostbare aquaduct over de Somme is vervallen. In de oorspronkelijke plannen staat een doorvaarthoogte van 7,0 meter. De hiervoor staande tabellen, waarin de brughoogte op de aansluitende vaarwegen is vermeld, maken duidelijk dat ook op de aansluitende vaarwegen nog veel te doen is. Elke uitspraak over een realisatiedatum is vooralsnog speculatief.

## 7.5 Resumé

De doorvaarthoogte van de bruggen over de belangrijke vaarwegen in de buurlanden Duitsland, België en Frankrijk voldoet zelden aan de CEMT-normen voor drielaags- of vierlaagscontainervervaart. Als gevolg daarvan is op veel vaarwegen twee lagen containers het maximum. Verbetering van de doorvaarthoogte vergt het verhogen van talloze bruggen en is niet op afzienbare termijn te verwachten. Alleen voor het Albertkanaal loopt een programma om alle bruggen op 9,10 m te brengen.

## 8. Referenties

Rijkswaterstaat RIKZ en RIZA: *Tienjarig Overzicht 1981-1990, presentatie van afvoeren, watertemperatuur, golven en kustmetingen*, Den Haag 1994

Ministerie van Verkeer en Waterstaat: *Nota Mobiliteit. Naar een betrouwbare en voorspelbare beschikbaarheid*, Den Haag 2004

Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer: *Betrouwbaar op de Vaarweg (BOVW)*, Rotterdam 2005

Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau: *Welvaart en Leefomgeving, een scenariostudie voor Nederland in 2040*, Den Haag 2006

Rijkswaterstaat Ruimte voor de Rivier: *Hoogwater op de Rijn en de Maas*, Utrecht 2006

Kamer van Koophandel Zuidwest-Nederland en Zeeland Seaports: *Watersnelweg naar Parijs, verkenning van de economische kansen van de Seine-Schelde verbinding voor Zeeland*, Middelburg 2009

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart: *Visie brughoogte Brabantse kanalen*, Delft 2010

Stichting Projecten Binnenvaart: *Containerbinnenvaart 2010*, Rotterdam 2011

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart: *Richtlijnen Vaarwegen*, Delft 2011

Navigation Ports & Intermodalité: *Guide de conteneur fluvial en Europe*, Paris 2011

Rijkswaterstaat Maaswerken : *Beschikbaarheid doorvaarthoogte bruggen op de Maasroute t.b.v. scheepvaartklasse Vb na uitvoeren Maaswerken (DMW2011/2331)*, Maastricht 2011

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart: *Containervervoer per binnenschip, beschrijving van een transportrevolutie te water*, Delft 2012

Ministerie van Infrastructuur en Milieu: *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, Nederland concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig*, Den Haag 2012

Economic Commission for Europe: *Inventory of Main Standards and Parameters of the E Waterway Network (Blue Book)*, second revised edition, Geneva 2012

Brolsma Advies: *Rapportage Containerhoogtemetingen*, Driebergen 2013

Ministerie van Infrastructuur en Milieu: *MIRT Projectenboek 2014*, Den Haag 2013

Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening: *Vaarwegen in Nederland*, Delft 2014

Rijkswaterstaat Zuid-Nederland: *Betrekkinglijnen Maas 2014-2015*, Maastricht 2014

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving: *Actualisatie basisprognoses binnenvaart*, Rijswijk 2015

## 9. Bijlagen

1. Gebruikte afkortingen en definities 55
2. Specificatie corridors 57
3. Sluiswaarnemingen 2013 en 2014 59
4. Bruggen in de corridors 60

## Bijlage 1a: Gebruikte afkortingen

AGN	= European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance
BOVW	= Betrouwbaar op de Vaarweg
CEMT	= Conférence Européenne des Ministres de Transports
CPB	= Centraal Planbureau
ECE	= United Nations Economic Commission for Europe
GE	= WLO-scenario Global Economy
MHW	= Maatgevende Hoge Waterstand
HNWL	= Highest Navigable Water Level
HSW	= Höchster Schiffbaren Wasserstand
I en M	= (ministerie van) Infrastructuur en Milieu
IVS90	= Informatie Verwerkend Systeem '90
KP	= kanaalpeil
MIRT	= Meerjarenplan Infrastructuur en Transport
NMCA	= Nationale Markt en Capaciteits Analyse
NoMo	= Nota Mobiliteit
PBL	= Planbureau voor de Leefomgeving
PIANC	= World Association for Waterborne Transport Infrastructure
RG	= WLO-scenario Regional Communities
SP	= stuwpeil
SVIR	= Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte
TEU	= Twenty feet Equivalent Unit
ViN	= Vaarwegen in Nederland
WLO	= Welvaart en Leefomgeving
WSA	= Wasser- und Schifffahrtsamt
WVL	= Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
$\beta$	= bruggetal = passerende containerschepen per jaar/aantal te lage bruggen
$\Delta h$	= opzet waterstand = verschil tussen MHW en ViN

## Bijlage 1b: Gebruikte definities

Bezettingsgraad = Het actuele aantal TEU's aan boord als percentage van het maximale aantal TEU's dat het schip kan vervoeren

Doorvaarthoogte = de verticale afstand tussen de maatgevende hoge waterstand en de onderzijde van de overspanning bij volbelasting van de brug, die te allen tijde beschikbaar is voor de scheepvaart

Grenspeil = waterstand op getijdenrivieren, die eens per twee jaar overschreden wordt en de stormvloedwaarschuwingsdienst wordt ingesteld

High-cube container = laadkist met een hoogte van 9½ voet, zijnde 1 voet hoger dan de standaardcontainer.

Kanaalpeil = gemiddelde waterstand op een kanaal, in de regel gelijk aan streefpeil

Maatgevende Hoge Waterstand = de hoogste waterstand waarbij nog scheepvaart mogelijk is, tevens het referentievlak voor de bepaling van brughoogte

Rijnvaarthoogte = door de Centrale Commissie voor de Rijnvaart vastgesteld op 9,10 m boven de hoogste bevaarbare waterstand; in Nederland de MHW genoemd

Schrikhoogte = veiligheidsmarge, die wordt aangehouden tussen het hoogste punt van het maatgevende schip en de onderkant van de brug, in de regel 30 cm

Streefbeeld = concrete, toetsbare doelstelling

Streefpeil = het door de beheerder nagestreefde peil op het kanaal

TEU = Twenty feet Equivalent Unit, container van 20 voet lengte, rekeneenheid om de capaciteit van containerschepen of de omvang van het vervoer in uit te drukken

Vaarwegen in Nederland = gegevensbestand met diverse kenmerken van de Nederlandse vaarwegen, waaronder brughoogte

Vaarwegklasse = het maximale schip volgens de classificatie van de CEMT, dat de vaarweg vlot en veilig kan bevaren

Veiligheidsmarge = schrikhoogte



## Bijlage 2: Specificatie corridors

	corridor	status vaarweg	vaarwegen
1.	Rotterdam – Duitsland	hoofdroute	Beerkanaal, Calandkanaal, Hartelkanaal, Oude Maas, Merwede, Waal, Bovenrijn
		hoofdroute	Nieuwe Waterweg incl. Breddiep, Nieuwe Maas, Noord
		alternatieve route	Lek, Nederrijn, Pannerdensch Kanaal
2.	Amsterdam – Rijn	hoofdroute	Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal Lekkanaal, Lek
		alternatieve route hoofdroute recreatietoervaart en hoge transporten	Noordzeekanaal, Braasemermeer, Heimanswetering, Oude Rijn, Gouwe, Hollandsche IJssel, Nieuwe Maas
		alternatieve route	Amsterdam-Rijnkanaal, Betuwepand, Lek
		alternatieve route	Noordzeekanaal, Spaarne, Ringvaart Haarlemmermeer, Rijn-Schiekanaal, Delftsche Schie, Nieuwe Maas
		alternatieve route	Amsterdam-Rijnkanaal, Merwedekanaal, Lek
		alternatieve route	Amsterdam-Rijnkanaal, Beneden Rijn
		alternatieve route	Vecht
		aantakkingen en verbindingen	Zaan, Alkmaardermeer, Noord-Hollands Kanaal tot Alkmaar; verbindingstak tussen alternatieve routes: Oude Rijn traject Alphen-Leiden
3.	Westerschelde – Rijn	hoofdroute richting Antwerpen	Nieuwe Merwede, Hollands Diep, Schelde-Rijnverbinding
		hoofdroute richting Gent	Krammer, Zijpe, Mastgat, Oosterschelde, Kanaal door Zuid-Beveland,
		alternatieve route	Oosterschelde, Zandkreek, Veerse Meer, Kanaal door Walcheren
		alternatieve route	Haringvliet, Spui
		alternatieve verbinding	Dordtsche Kil
4.	Westerschelde	hoofdroute	Westerschelde
		aantakking	Kanaal Gent-Terneuzen
5.	Amsterdam - Noord-Nederland	hoofdroute	Buiten-IJ, IJsselmeer via Houtribsluis, Prinses Margriet-kanaal, Van Starcken-borghkanaal, Eemskanaal
		alternatieve routes hoofdroute recreatietoervaart	Buiten-IJ Markermeer, IJsselmeer via Naviduct, Waddenzee, Van Harinxmakanaal
		alternatieve route	IJsselmeer Enkhuizen-Lemmer
		hoofdroute	Ketelmeer, Zwarte Meer, Zwarte Water, Meppelerdiep
		aantakkingen	Winschoterdiep, Reitdiep, A.G. Wilder-vanckkanaal tot Veendam; aftakkingen naar Drachten en Heerenveen; Eem, Gooimeer, Veluwemeer tot Harderwijk

corridor		status vaarweg	vaarwegen
6.	Rijn - Oost-Nederland	hoofdroute	Pannerdensch Kanaal, IJssel, Ketelmeer
		aantakkingen	Twentekanaal, Zijtak naar Almelo Zwolle-IJsselkanaal; Zwarte Water; Kanaal Almelo-De Haandrik; Hooge-veensevaart; Oude IJssel tot Doetinchem
7.	Maasroute	hoofdroute	Amer, Bergsche Maas, Maas, Julianakanaal
		alternatieve route	Dieze, Zuid-Willemsvaart, Kanaal Wessem-Nederweert (t.z.t. omleiding Den Bosch i.p.v. Dieze)
		alternatieve route	Donge, Wilhelminakanaal, Zuid-Willemsvaart
		aantakkingen/verbinding	Zuid-Willemsvaart van Nederweert naar Maastricht; Kanaal van S. Andries; Burg. Delenkanaal; Maas-Waalkanaal; Albertkanaal (België)
8.	Kustcorridor	hoofdroute	Noordzee
		aantakkingen	Eems, vaargeul naar Lauwersoog Stortemelk, Vliestroom; Marsdiep; IJgeul; betonde route naar Scheveningen; Eurogeul, Maasgeul; Oostgat, Slijkgat, Wielingen

bron: *Betrouwbaar op de Vaarweg (BOVW)*, 2005

## Bijlage 3: Sluiswaarnemingen 2013 en 2014

vaarweg en sluis	2013		2014		2013 > 2014
	schepen	TEU	schepen	TEU	TEU groei
<b>1. Rotterdam - Duitsland</b>					
Lobith	10.213	2.010.723	10.651	2.134.283	6%
Sluis Driel	428	50.338	556	42.611	-15%
Sluis Amerongen	589	48.177	628	41.636	-14%
Sluis Hagestein	640	53.429	827	59.798	12%
<b>2. Amsterdam - Rijn</b>					
Prinses Beatrixsluis	4.911	605.782	5.484	682.611	13%
Prinses Irenesluis	400	52.619	658	65.618	25%
Prins Berhardsluis	324	52.305	482	71.153	36%
Julianasluis	1.803	149.941	2.049	171.296	14%
<b>3. Westerschelde - Rijn</b>					
Volkeraksluizen	12.467	1.707.739	13.151	1.875.381	10%
Kreekraksluizen	9.834	1.320.818	10.221	1.399.410	6%
Krammersluizen	2.056	357.777	2.301	434.389	21%
<b>4. Westerschelde</b>					
Sluis Hansweert	2.058	358.104	2.298	434.081	21%
Sluizen Terneuzen	2.501	170.319	2.338	149.856	-12%
<b>5. Amsterdam - Noord-Nederland</b>					
Zeesluizen Delfzijl	332	19.977	518	48.140	141%
Oostersluis Groningen	1.202	126.860	1.151	136.415	8%
Sluis Gaarkeuken	1.211	127.632	1.153	136.564	7%
Prinses Margrietsluis	1.574	180.171	856	197.592	10%
Houtribsluis	2.328	273.409	2.526	300.200	10%
Krabbersgatsluis	148	15.987	151	16.777	5%
Oranjesluizen	2.667	302.449	2.921	333.772	10%
<b>6. Rijn - Oost-Nederland</b>					
Sluis Eefde	1.425	99.381	1.376	97.970	-1%
<b>7. Maasroute</b>					
Sluis St. Andries	101	7.639	71	3.909	-49%
Henriettesluis	3.526	146.718	3.376	149.013	2%
Sluis I Oosterhout	2.044	73.564	2.007	79.799	8%
Sluis Weurt	2.024	246.247	2.261	262.017	6%
Maximasluis, Lith	906	70.582	1.712	77.447	10%
Sluis Grave	407	25.970	484	33.789	30%
Sluis Sambeek	1.843	239.494	2.033	253.938	6%
Sluis Belfeld	574	91.950	598	99.579	8%
Sluis Heel	578	93.081	600	100.139	8%
Drielingsluis Maasbracht	598	95.799	602	100.344	5%
Sluis Born	102	9.700	72	7.162	-26%

bron: Rijkswaterstaat WVL

## Bijlage 4: Bruggen in de corridors

H = beschikbare doorvaarthoogte bij MHW; beperkt hefbaar bruggen en hefdeuren van sluizen zijn in geheven toestand

corridor	brug	VIN-hoogte	ref.vlak	MHW	Δh	H	MHW	H	H vereist volgens optie		
				2015		2015	2028	2028	1	2	3
<b>1. Rotterdam - Duitsland</b>											
- Waal	Waalbrug Nijmegen	24,77	NAP	13,80		10,97	12,90	11,87	9,10	10,50	11,05
	Spoorbrug Nijmegen	23,11	NAP	13,80		9,31	12,90	10,21	9,10	10,50	11,05
	De Oversteek	23,82	NAP	13,80		10,02	12,90	10,92	9,10	10,50	11,05
	Tacitusbrug (A50)	22,51	NAP	12,85		9,66	12,10	10,41	9,10	10,50	11,05
	Prins Willem-Alexanderbrug (N323)	19,75	NAP	10,05		9,70	9,05	10,70	9,10	10,50	11,05
	Dr. Hupkesspoorbrug	17,30	NAP	7,05		10,25	6,90	10,40	9,10	10,50	11,05
	Martinus Nijhoffbrug	17,50	NAP	7,05		10,45	6,90	10,60	9,10	10,50	11,05
<b>2. Amsterdam - Rijn</b>											
- ARK noord van Lekkanaal	Amsterdamsebrug	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Zeeburgerbrug (A10)	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Nesciobrug	9,60	KP		0,20	9,40		9,60	9,10	10,50	11,05
	Uylanderbrug	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Autosnelweg A1	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Muiderspoorbrug	9,05	KP		0,20	8,85		9,05	9,10	10,50	11,05
	Weesperbrug	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Loenerslootsebrug	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Breukelerbrug	9,05	KP		0,20	8,85		9,30	9,10	10,50	11,05
	Maarsserbrug	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Zuilensebrug	10,48	KP		0,20	10,28		10,48	9,10	10,50	11,05
	Demka spoorbrug 1	9,45	KP		0,20	9,25		9,45	9,10	10,50	11,05
	Demka spoorbrug 2 (Werkspoorbrug)	9,74	KP		0,20	9,54		9,74	9,10	10,50	11,05
	Vleutensespoorbrug	9,10	KP		0,20	8,90		9,30	9,10	10,50	11,05
	Hogeweidebrug	9,70	KP		0,20	9,50		9,70	9,10	10,50	11,05
	De Meernbrug	9,05	KP		0,20	8,85		9,30	9,10	10,50	11,05
	Prins Clausbrug	9,64	KP		0,20	9,44		9,64	9,10	10,50	11,05
	Galecopperbrug (A12)	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Jutphasespoorbrug	9,08	KP		0,20	8,88		9,08	9,10	10,50	11,05
	Jutphasebrug	9,05	KP		0,20	8,85		9,30	9,10	10,50	11,05
Nieuwegeinsebrug	9,17	KP		0,20	8,97		9,30	9,10	10,50	11,05	

Brolsma Advies

corridor	brug	H aanwezig - vereist, 2015			H aanwezig - vereist, H 2028			H aanwezig - vereist, MHW 2028		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>1. Rotterdam - Duitsland</b>										
- Waal	Waalbrug Nijmegen	1,87	0,47	-0,08				2,77	1,37	0,82
	Spoorbrug Nijmegen	0,21	-1,19	-1,74				1,11	-0,29	-0,84
	De Oversteek	0,92	-0,48	-1,03				1,82	0,42	-0,13
	Tacitusbrug (A50)	0,56	-0,84	-1,39				1,31	-0,09	-0,64
	Pr. Willem-Alexanderbrug N323)	0,60	-0,80	-1,35				1,60	0,20	-0,35
	Dr. Hupkesspoorbrug	1,15	-0,25	-0,80				1,30	-0,10	-0,65
	Martinus Nijhoffbrug	1,35	-0,05	-0,60				1,50	0,10	-0,45
<b>2. Amsterdam - Rijn</b>										
- ARK noord van Lekkanaal	Amsterdamsebrug	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Zeeburgerbrug (A10)	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Nesciobrug	0,30	-1,10	-1,65	0,30	-1,10	-1,65			
	Uylanderbrug	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Autosnelweg A1	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Muiderspoorbrug	-0,25	-1,65	-2,20	-0,25	-1,65	-2,20			
	Weesperbrug	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Loenerslootsebrug	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Breukelerbrug	-0,25	-1,65	-2,20	0,00	-1,40	-1,95			
	Maarssebrug	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Zuilensebrug	1,18	-0,22	-0,77	1,18	-0,22	-0,77			
	Demka spoorbrug 1	0,15	-1,25	-1,80	0,15	-1,25	-1,80			
	Demka spoorbrug 2 (Werkspoorbrug)	0,44	-0,96	-1,51	0,44	-0,96	-1,51			
	Vleutensespoorbrug	-0,20	-1,60	-2,15	0,00	-1,40	-1,95			
	Hogeweidebrug	0,40	-1,00	-1,55	0,40	-1,00	-1,55			
	De Meernbrug	-0,25	-1,65	-2,20	0,00	-1,40	-1,95			
	Prins Clausbrug	0,34	-1,06	-1,61	0,34	-1,06	-1,61			
	Galecopperbrug (A12)	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Jutphasespoorbrug	-0,22	-1,62	-2,17	-0,22	-1,62	-2,17			
	Jutphasebrug	-0,25	-1,65	-2,20	0,00	-1,40	-1,95			
	Nieuwegeinsebrug	-0,13	-1,53	-2,08	0,00	-1,40	-1,95			

Brolsma Advies

corridor	brug	VIN-hoogte	ref.vlak	MHW	Δh	H	MHW	H	H vereist volgens optie		
				2015		2015	2020	2020	1	2	3
- ARK zuid van Lekkanaal	Houtensebrug	9,05	KP		0,20	8,85		9,30	9,10	10,50	11,05
	Schalkwijksepoorbrug	9,05	KP		0,20	8,85		9,05	9,10	10,50	11,05
	Schalwijksebrug	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,50	11,05
	Goyerbrug	9,05	KP		0,20	8,85		9,30	9,10	10,50	11,05
	Prinses Irenesluis brug benedenhoofd	9,65	KP		0,20	9,45		9,65	9,10	10,50	11,05
- Betuwepand	keerschuij Ravenswaaij	11,65	SP		2,40	9,25			9,10	10,50	11,05
	Ravenswaaijsebrug	11,60	SP		2,40	9,20			9,10	10,50	11,05
	Rooijensteinebrug	11,60	SP		2,40	9,20			9,10	10,50	11,05
	Grote Brugse Grintweg	10,55	SP		2,40	8,15			9,10	10,50	11,05
	Betuwelijj spoorbrug	10,55	KP		2,40	8,15			9,10	10,50	11,05
	Autoweg A15	10,55	KP		2,40	8,15			9,10	10,50	11,05
	Prins Bernhardsluis spoorbrug	10,55	KP		2,40	8,15			9,10	10,50	11,05
	Prins Bernhardsluis hefdeuren	13,55	SP		2,40	11,15			9,10	10,50	11,05
- Lekkanaal	Overeindsebrug	9,05	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,29	10,85
	Beatrixbrug	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,29	10,85
	Prinses Beatrixsluis benedenhoofdbrug	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,29	10,85
	Prinses Beatrixsluis hefdeuren	9,30	KP		0,20	9,10		9,30	9,10	10,29	10,85
- Lek	Culemborg spoorbrug	16,20	NAP	6,60		9,60	5,70	10,50	9,10	10,29	10,85
	Brug Vianen (A27)	15,54	NAP	5,20		10,34	4,90	10,64	9,10	10,29	10,85
	Hagesteinsebrug (A27)	15,80	NAP	5,20		10,60	4,90	10,90	9,10	10,29	10,85
	Jan Blankenbrug (A2)	17,28	NAP	5,20		12,08	4,90	12,38	9,10	10,29	10,85
- Nederrijn	Andrej Sacharovbrug (N325)	25,28	NAP	13,90		11,38	13,15	12,13	9,10	10,50	11,05
	Nelson Mandelabrug (N225)	24,58	NAP	13,60		10,98	12,85	11,73	9,10	10,50	11,05
	John D. Frostbrug	22,85	NAP	13,60		9,25	12,85	10,00	9,10	10,50	11,05
	Oosterbeek spoorbrug	21,16	NAP	12,70		8,46	11,98	9,18	9,10	10,50	11,05
	Heteren (A50)	22,51	NAP	12,20		10,31	11,55	10,96	9,10	10,50	11,05
	Rhene(n)N223	20,74	NAP	10,50		10,24	9,85	10,89	9,10	10,50	11,05

Brolsma Advies

corridor	brug	H aanwezig - vereist, 2015			H aanwezig - vereist, H 2028			H aanwezig - vereist, MHW 2028		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
- ARK zuid van Lekkanaal	Houtensebrug	-0,25	-1,65	-2,20	0,00	-1,40	-1,95			
	Schalkwijkspoorbrug	-0,25	-1,65	-2,20	-0,25	-1,65	-2,20			
	Schalwijksebrug	0,00	-1,40	-1,95	0,00	-1,40	-1,95			
	Goyerbrug	-0,25	-1,65	-2,20	0,00	-1,40	-1,95			
	Prinses Irenesluis brug benedenhoofd	0,35	-1,05	-1,60	0,35	-1,05	-1,60			
- Betuwepand	keerschuij Ravenswaaij	0,15	-1,25	-1,80						
	Ravenswaaijsebrug	0,10	-1,30	-1,85						
	Rooijensteinesebrug	0,10	-1,30	-1,85						
	Grote Brugse Grintweg	-0,95	-2,35	-2,90						
	Betuwelijn spoorbrug	-0,95	-2,35	-2,90						
	Autoweg A15	-0,95	-2,35	-2,90						
	Prins Bernhardsluis spoorbrug	-0,95	-2,35	-2,90						
	Prins Bernhardsluis hefdeuren	2,05	0,65	0,10						
- Lekkanaal	Overeindsebrug	0,00	-1,19	-1,75						
	Beatrixbrug	0,00	-1,19	-1,75						
	Prinses Beatrixsluis benedenhoofdbrug	0,00	-1,19	-1,75						
	Prinses Beatrixsluis hefdeuren	0,00	-1,19	-1,75						
- Lek	Culemborg spoorbrug	0,50	-0,69	-1,25				1,40	0,21	-0,35
	Brug Vianen (A27)	1,24	0,05	-0,51				1,54	0,35	-0,21
	Hagesteinsebrug (A27)	1,50	0,31	-0,25				1,80	0,61	0,05
	Jan Blankenbrug (A2)	2,98	1,79	1,23				3,28	2,09	1,53
- Nederrijn	Andrej Sacharovbrug (N325)	2,28	0,88	0,33				3,03	1,63	1,08
	Nelson Mandelabrug (N225)	1,88	0,48	-0,07				2,63	1,23	0,68
	John D. Frostbrug	0,15	-1,25	-1,80				0,90	-0,50	-1,05
	Oosterbeek spoorbrug	-0,64	-2,04	-2,59				0,08	-1,32	-1,87
	Heteren (A50)	1,21	-0,19	-0,74				1,86	0,46	-0,09
	Rhenen(N223)	1,14	-0,26	-0,81				1,79	0,39	-0,16

corridor	brug	VIN-hoogte	ref.vlak	MHW 2015	Δh	H 2015	MHW 2028	H 2028	vereist volgens optie		
									1	2	3
<b>3. Westerschelde - Rijn</b>											
- Hollands Diep	Moerdijkbrug (A16)	10,92	NAP	1,84		9,08			9,10	10,29	10,85
	Moerdijkspoorbrug	10,43	NAP	1,84		8,59			9,10	10,29	10,85
- Volkeraksluizen-Kreekraksluizen	Slaakbrug (N257)	9,85	NAP		-0,35	10,20			9,10	10,50	11,05
	Vossemeerbrug	9,85	NAP		-0,35	10,20			9,10	10,50	11,05
	Tholensebrug (N286)	9,85	NAP		-0,35	10,20			9,10	10,50	11,05
- Antwerpsekanaal	Kreekraksluis hefdeuren	9,30	KP		0,40	8,90			9,10	10,50	11,05
	Kreekrakbruggen (N289)	9,10	KP		0,40	8,70			9,10	10,50	11,05
	Kreekrakspoorbrug	9,10	KP		0,40	8,70			9,10	10,50	11,05
	Kreekrakbrug (A58)	9,10	KP		0,40	8,70			9,10	10,50	11,05
	Bathsebrug	9,10	KP		0,40	8,70			9,10	10,50	11,05
	Noordlandsebrug (België)	9,20	KP		0,40	8,80			9,10	10,50	11,05
<b>5. Amsterdam - Noord-Nederland</b>											
- Van Starckenborghkanaal	Zuidhorn spoorbrug	6,80	KP		0,15	6,65		9,10	9,10	10,29	10,85
	Zuidhorn wegbrug	6,80	KP		0,15	6,65		9,10	9,10	10,29	10,85
	Rijksweg N355	9,10	KP		0,15	8,95		9,10	9,10	10,29	10,85
	Aduarderbrug (N983)	6,80	KP		0,15	6,65		9,10	9,10	10,29	10,85
	Dorkwerderbrug	6,80	KP		0,15	6,65		9,10	9,10	10,29	10,85
	Walfridusspoorbrug	9,50	KP		0,15	9,35		9,50	9,10	10,29	10,85
	Noordzeebrug (N370)	6,80	KP		0,15	6,65		9,10	9,10	10,29	10,85
	Gerrit Krol voetbrug 1	7,00	KP		0,15	6,85		9,10	9,10	10,29	10,85
	Gerrit Krol voetbrug 2	7,50	KP		0,15	7,35		9,10	9,10	10,29	10,85
<b>6. Rijn - Oost-Nederland</b>											
- Gelderse IJssel (t/m Zutphen)	Westervoort wegbrug	20,15	NAP	13,70		6,45	13,10	7,05	9,10	10,29	10,85
	Westervoort spoorbrug	20,15	NAP	13,70		6,45	13,10	7,05	9,10	10,29	10,85
	Arnhem (A12)	21,58	NAP	13,70		7,88	12,85	8,73	9,10	10,29	10,85
	Doesburg (N317)	17,60	NAP	10,85		6,75	10,35	7,25	9,10	10,29	10,85
	Cortenoeverbrug (N348)	17,92	NAP	8,50		9,42	7,95	9,97	9,10	10,29	10,85
	Oude IJsselbrug Zutphen	15,75	NAP	8,50		7,25	7,95	7,80	9,10	10,29	10,85
	Zutphen spoorbrug	15,75	NAP	8,50		7,25	7,95	7,80	9,10	10,29	10,85



Brolsma Advies

corridor	brug	aanwezig - vereist, 2015			H aanwezig - vereist, H 2028			H aanwezig - vereist, MHW 2028		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>3. Westerschelde - Rijn</b>										
- Hollands Diep	Moerdijkbrug (A16)	-0,02	-1,21	-1,77						
	Moerdijkspoorbrug	-0,51	-1,70	-2,26						
- Volkeraksluizen-Kreekraksluizen	Slaakbrug (N257)	1,10	-0,30	-0,85						
	Vossemeerbrug	1,10	-0,30	-0,85						
	Tholensebrug (N286)	1,10	-0,30	-0,85						
- Antwerpsekanaal	Kreekraksluis hefdeuren	-0,20	-1,60	-2,15						
	Kreekrakbruggen (N289)	-0,40	-1,80	-2,35						
	Kreekrakspoorbrug	-0,40	-1,80	-2,35						
	Kreekrakbrug (A58)	-0,40	-1,80	-2,35						
	Bathsebrug	-0,40	-1,80	-2,35						
	Noordlandsebrug (België)	-0,30	-1,70	-2,25						
<b>5. Amsterdam - Noord-Nederland</b>										
- Van Starckenborghkanaal	Zuidhorn spoorbrug	-2,45	-3,64	-4,20	-0,15	-1,34	-1,90			
	Zuidhorn wegbrug	-2,45	-3,64	-4,20	-0,15	-1,34	-1,90			
	Rijksweg N355	-0,15	-1,34	-1,90	-0,15	-1,34	-1,90			
	Aduarderbrug (N983)	-2,45	-3,64	-4,20	-0,15	-1,34	-1,90			
	Dorkwerderbrug	-2,45	-3,64	-4,20	-0,15	-1,34	-1,90			
	Walfridusspoorbrug	0,25	-0,94	-1,50	0,25	-0,94	-1,50			
	Noordzeebrug (N370)	-2,45	-3,64	-4,20	-0,15	-1,34	-1,90			
	Gerrit Krol voetbrug 1	-2,25	-3,44	-4,00	-0,15	-1,34	-1,90			
	Gerrit Krol voetbrug 2	-1,75	-2,94	-3,50	-0,15	-1,34	-1,90			
<b>6. Rijn - Oost-Nederland</b>										
- Gelderse IJssel (t/m Zutphen)	Westervoort wegbrug	-2,65	-3,84	-4,40				-2,05	-3,24	-3,80
	Westervoort spoorbrug	-2,65	-3,84	-4,40				-2,05	-3,24	-3,80
	Arnhem (A12)	-1,22	-2,41	-2,97				-0,37	-1,56	-2,12
	Doesburg (N317)	-2,35	-3,54	-4,10				-1,85	-3,04	-3,60
	Cortenoeverbrug (N348)	0,32	-0,87	-1,43				0,87	-0,32	-0,88
	Oude IJsselbrug Zutphen	-1,85	-3,04	-3,60				-1,30	-2,49	-3,05
	Zutphen spoorbrug	-1,85	-3,04	-3,60				-1,30	-2,49	-3,05

Brolsma Advies

corridor	brug	VIN-hoogte	ref.vlak	MHW	$\Delta h$	H	MHW	H	H vereist volgens optie		
				2015		2015	2028	2028	1	2	3
- Twentekanaal (t/m Hengelo)	Polbrug (N348)	13,00	NAP	8,00		5,00	7,95	5,05	7,00	7,88	8,50
	Eefde spoorbrug	13,00	NAP	8,00		5,00	8,95	4,05	7,00	7,88	8,50
	Sluis Eefde hefdeuren binnen	7,20	KP		0,30	6,90			7,00	7,88	8,50
	Almensebrug	6,73	KP		0,30	6,43			7,00	7,88	8,50
	Ehzerbrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Dochterensebrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Exelsebrug (N346)	6,94	KP		0,30	6,64			7,00	7,88	8,50
	Lochemsebrug (N346)	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Mogezompsebrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Grensbrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Markelosebrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Diepenheimsebrug	6,66	KP		0,30	6,36			7,00	7,88	8,50
	Weldammerbrug	7,41	KP		0,30	7,11			7,00	7,88	8,50
	Hengelerbrug	6,69	KP		0,30	6,39			7,00	7,88	8,50
	Dorrebrug	6,61	KP		0,30	6,31			7,00	7,88	8,50
	Delden brug benedenhoofd	7,34	KP		0,30	7,04			7,00	7,88	8,50
	Sluis Delden hefdeuren	6,58	KP		0,30	6,28			7,00	7,88	8,50
	St. Annabrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Vossenbrinkbrug	6,61	KP		0,30	6,31			7,00	7,88	8,50
	Loofriet (A35)	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
Oelerbrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50	
- Twentekanaal (zijkanaal Almelo)	Wienespoorbrug	6,82	KP		0,30	6,52			7,00	7,88	8,50
	Tankinkbrug	6,54	KP		0,30	6,24			7,00	7,88	8,50
	Cottwicherbrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Warmtinkbrug	6,65	KP		0,30	6,35			7,00	7,88	8,50
	Linschotbrug (A1)	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50
	Vredesbrug	6,56	KP		0,30	6,26			7,00	7,88	8,50
	Hoenselderbrug	6,66	KP		0,30	6,36			7,00	7,88	8,50
	Almelosebrug (A35)	7,30	KP		0,30	7,00			7,00	7,88	8,50
	Leemslangenbrug	6,65	KP		0,30	6,35			7,00	7,88	8,50
	Wierdensebrug	6,57	KP		0,30	6,27			7,00	7,88	8,50
	Almelo spoorbrug	6,50	KP		0,30	6,20			7,00	7,88	8,50

Brolsma Advies

corridor	brug	H aanwezig - vereist, 2015			H aanwezig - vereist, H 2028			H aanwezig - vereist, MHW 2028		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
- Twentekanaal (t/m Hengelo)	Polbrug (N348)	-2,00	-2,88	-3,50				-1,95	-2,83	-3,45
	Eefde spoorbrug	-2,00	-2,88	-3,50				-2,95	-3,83	-4,45
	Sluis Eefde hefdeuren binnen	-0,10	-0,98	-1,60	bij nieuwe kolk deuren geen probleem					
	Almensebrug	-0,57	-1,45	-2,07						
	Ehzerbrug	-0,80	-1,68	-2,30						
	Dochterensebrug	-0,80	-1,68	-2,30						
	Exelsebrug (N346)	-0,36	-1,24	-1,86						
	Lochemsebrug (N346)	-0,80	-1,68	-2,30						
	Mogezompsebrug	-0,80	-1,68	-2,30						
	Grensbrug	-0,80	-1,68	-2,30						
	Markelosebrug	-0,80	-1,68	-2,30						
	Diepenheimsebrug	-0,64	-1,52	-2,14						
	Weldammerbrug	0,11	-0,77	-1,39						
	Hengelerbrug	-0,61	-1,49	-2,11						
	Dorrebrug	-0,69	-1,57	-2,19						
	Delden brug benedenhoofd	0,04	-0,84	-1,46						
	Sluis Delden hefdeuren	-0,72	-1,60	-2,22						
	St. Annabrug	-0,80	-1,68	-2,30						
	Vossenbrinkbrug	-0,69	-1,57	-2,19						
	Loofriet (A35)	-0,80	-1,68	-2,30						
Oelerbrug	-0,80	-1,68	-2,30							
- Twentekanaal (zijkanaal Almelo)	Wienespoorbrug	-0,48	-1,36	-1,98						
	Tankinkbrug	-0,76	-1,64	-2,26						
	Cottwicherbrug	-0,80	-1,68	-2,30						
	Warmtinkbrug	-0,65	-1,53	-2,15						
	Linschotbrug (A1)	-0,80	-1,68	-2,30						
	Vredesbrug	-0,74	-1,62	-2,24						
	Hoenselderbrug	-0,64	-1,52	-2,14						
	Almelsebrug (A35)	0,00	-0,88	-1,50						
	Leemslangenbrug	-0,65	-1,53	-2,15						
	Wierdensebrug	-0,73	-1,61	-2,23						
	Almelo spoorbrug	-0,80	-1,68	-2,30						

corridor	brug	ViN-hoogte	ref.vlak	MHW	$\Delta h$	H	MHW	H	H vereist volgens optie			
				2015		2015	2028	2028	1	2	3	
<b>7. Maasroute</b>												
- Bergsche Maas	Keizersveer (A27)	9,98	NAP	2,02		7,96				9,10	10,29	10,85
	Heusden (N267)	10,35	NAP	2,95		7,40				9,10	10,29	10,85
- Maas (tot Heumen)	Hedel Treurenbrug	12,04	NAP	4,27		7,77	3,70	8,34		9,10	10,29	10,85
	Hedel spoorbrug	11,52	NAP	4,27		7,25	3,70	7,82		9,10	10,29	10,85
	Empel (A2)	13,25	NAP	4,50		8,75	3,75	9,50		9,10	10,29	10,85
	Ravesteijn spoorbrug	13,87	NAP	8,20		5,67	7,84	6,03		9,10	10,29	10,85
	Ravesteijn (A50)	15,55	NAP	8,20		7,35	7,84	7,71		9,10	10,29	10,85
	John S. Thompsonbrug (N324), Grave	15,16	NAP	9,45		5,71	9,28	5,88		9,10	10,29	10,85
	Heumen (A73)	17,63	NAP	10,60		7,03	10,53	7,10		9,10	10,29	10,85
- Maas (Heumen-Maasbracht)	Mook spoorbrug	17,49	NAP	10,65		6,84	10,39	7,10		9,10	10,29	10,85
	Gennep (N264)	18,80	NAP	11,90		6,90	11,89	6,91		9,10	10,29	10,85
	Boxmeer (A77)	18,80	NAP	11,90		6,90	11,89	6,91		9,10	10,29	10,85
	Koninginnebrug, Well	22,15	NAP	14,30		7,85	14,70	7,45		9,10	10,29	10,85
	Venlo (A67)	23,10	NAP	18,00		5,10	17,30	5,80		9,10	10,29	10,85
	Venlo spoorbrug	22,66	NAP	18,00		4,66	17,30	5,36		9,10	10,29	10,85
	Venlo stadsbrug	22,10	NAP	18,00		4,10	17,30	4,80		9,10	10,29	10,85
	Venlo (A73)	25,01	NAP	18,00		7,01	17,30	7,71		9,10	10,29	10,85
	Buggenum spoorbrug	24,80	NAP	18,65		6,15	19,10	5,70		9,10	10,29	10,85
	Hornerbrug (N280)	25,60	NAP	18,70		6,90	19,20	6,40		9,10	10,29	10,85
	Sluis Heel brug benedenhoofd	24,90	NAP	18,80		6,10	19,30	5,60		9,10	10,29	10,85
	Wessem (A2)	30,13	NAP	23,50		6,63	21,50	8,63		9,10	10,29	10,85
	Sluis Maasbracht brug benedenhoofd	30,62	NAP	24,60		6,02	22,00	8,62		9,10	10,29	10,85

Brolsma Advies

corridor	brug	H aanwezig - vereist, 2015			H aanwezig - vereist, H 2028			H aanwezig - vereist, MHW 2028		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>7. Maasroute</b>										
- Bergsche Maas	Keizersveer (A27)	-1,14	-2,33	-2,89						
	Heusden (N267)	-1,70	-2,89	-3,45						
- Maas (tot Heumen)	Hedel Treurenbrug	-1,33	-2,52	-3,08	-0,76	-1,95	-2,51			
	Hedel spoorbrug	-1,85	-3,04	-3,60	-1,28	-2,47	-3,03			
	Empel (A2)	-0,35	-1,54	-2,10	0,40	-0,79	-1,35			
	Ravenstein spoorbrug	-3,43	-4,62	-5,18	-3,07	-4,26	-4,82			
	Ravenstein (A50)	-1,75	-2,94	-3,50	-1,39	-2,58	-3,14			
	John S. Thompsonbrug (N324), Grave	-3,39	-4,58	-5,14	-3,22	-4,41	-4,97			
	Heumen (A73)	-2,07	-3,26	-3,82	-2,00	-3,19	-3,75			
- Maas (Heumen-Maasbracht)	Mook spoorbrug	-2,26	-3,45	-4,01	-2,00	-3,19	-3,75			
	Gennep (N264)	-2,20	-3,39	-3,95	-2,19	-3,38	-3,94			
	Boxmeer (A77)	-2,20	-3,39	-3,95	-2,19	-3,38	-3,94			
	Koninginnebrug, Well	-1,25	-2,44	-3,00	-1,65	-2,84	-3,40			
	Venlo (A67)	-4,00	-5,19	-5,75	-3,30	-4,49	-5,05			
	Venlo spoorbrug	-4,44	-5,63	-6,19	-3,74	-4,93	-5,49			
	Venlo stadsbrug	-5,00	-6,19	-6,75	-4,30	-5,49	-6,05			
	Venlo (A73)	-2,09	-3,28	-3,84	-1,39	-2,58	-3,14			
	Buggenum spoorbrug	-2,95	-4,14	-4,70	-3,40	-4,59	-5,15			
	Hornerbrug (N280)	-2,20	-3,39	-3,95	-2,70	-3,89	-4,45			
	Sluis Heel brug benedenhoofd	-3,00	-4,19	-4,75	-3,50	-4,69	-5,25			
	Wessem (A2)	-2,47	-3,66	-4,22	-0,47	-1,66	-2,22			
	Sluis Maasbracht brug benedenhoofd	-3,08	-4,27	-4,83	-0,48	-1,67	-2,23			

Brolsma Advies

corridor	brug	VIN-hoogte	ref.vlak	MHW	Δh	H	MHW	H	H vereist volgens optie		
									2015	2028	2028
- Julianakanaal	Echt	42,81	NAP	33,30	incl.	9,51			9,10	10,29	10,85
	Roosteren (N296)	42,84	NAP	33,30	incl.	9,54			9,10	10,29	10,85
	Illikhoven	40,43	NAP	33,30	incl.	7,13			9,10	10,29	10,85
	Sluis Born brug benedenhoofd	40,14	NAP	33,30	incl.	6,84			9,10	10,29	10,85
	Obbicht	51,49	NAP	44,16	incl.	7,33			9,10	10,29	10,85
	Bergerweg	51,78	NAP	44,16	incl.	7,62			9,10	10,29	10,85
	Urmond	51,72	NAP	44,16	incl.	7,56			9,10	10,29	10,85
	Stein	51,57	NAP	44,16	incl.	7,41			9,10	10,29	10,85
	Scharbergbrug (A76)	51,35	NAP	44,16	incl.	7,19			9,10	10,29	10,85
	Elsloo	51,83	NAP	44,16	incl.	7,67			9,10	10,29	10,85
	Geulle	51,29	NAP	44,16	incl.	7,13			9,10	10,29	10,85
	Bunde	51,34	NAP	44,16	incl.	7,18			9,10	10,29	10,85
	Itteren	51,40	NAP	44,16	incl.	7,24			9,10	10,29	10,85
	Sluis Limmel brug bovenhoofd	52,33	NAP	44,16	incl.	8,17			9,10	10,29	10,85
	- Maas (Limmel-Ternaaien)	Maastricht Noorderbrug	54,00	NAP	45,30		8,70	44,25	9,75	9,10	10,29
Maastricht spoorbrug		52,55	NAP	45,30		7,25	44,25	8,30	9,10	10,29	10,85
Wilhelminabrug		52,32	NAP	46,18		6,14	45,50	6,82	9,10	10,29	10,85
St. Servaasbrug		52,63	NAP	46,18		6,45	45,50	7,13	9,10	10,29	10,85
Ceramiquebrug		54,69	NAP	46,18		8,51	45,50	9,19	9,10	10,29	10,85
Kennedybrug		54,52	NAP	46,55		7,97	46,05	8,47	9,10	10,29	10,85
- Maas-Waalkanaal	Weurt brug over buitenhoofd	22,40	NAP	8,30	incl.	14,10			9,10	10,29	10,85
	Neerbosschebrug	18,00	NAP	8,30	incl.	9,70			9,10	10,29	10,85
	Graafsebrug (N326)	17,46	NAP	8,30	incl.	9,16			9,10	10,29	10,85
	Nijmegen spoorbrug	17,47	NAP	8,30	incl.	9,17			9,10	10,29	10,85
	Dukenbergsebrug	17,46	NAP	8,30	incl.	9,16			9,10	10,29	10,85
	Hatertsebrug	17,46	NAP	8,30	incl.	9,16			9,10	10,29	10,85
	Maldensebrug	17,51	NAP	8,30	incl.	9,21			9,10	10,29	10,85
	Heumen sluisweg (N271)	18,16	NAP	8,30	incl.	9,86			9,10	10,29	10,85

Brolsma Advies

corridor	brug	H aanwezig - vereist, 2015			H aanwezig - vereist, H 2028			H aanwezig - vereist, MHW 2028		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
- Julianakanaal	Echt	0,41	-0,78	-1,34						
	Roosteren (N296)	0,44	-0,75	-1,31						
	Illikhoven	-1,97	-3,16	-3,72						
	Sluis Bom brug benedenhoofd	-2,26	-3,45	-4,01						
	Obbicht	-1,77	-2,96	-3,52						
	Bergerweg	-1,48	-2,67	-3,23						
	Urmond	-1,54	-2,73	-3,29						
	Stein	-1,69	-2,88	-3,44						
	Scharbergbrug (A76)	-1,91	-3,10	-3,66						
	Elsloo	-1,43	-2,62	-3,18						
	Geulle	-1,97	-3,16	-3,72						
	Bunde	-1,92	-3,11	-3,67						
	Itteren	-1,86	-3,05	-3,61						
	Sluis Limmel brug bovenhoofd	-0,93	-2,12	-2,68						
- Maas (Limmel-Ternaaien)	Maastricht Noorderbrug	-0,40	-1,59	-2,15	0,65	-0,54	-1,10			
	Maastricht spoorbrug	-1,85	-3,04	-3,60	-0,80	-1,99	-2,55			
	Wilhelminabrug	-2,96	-4,15	-4,71	-2,28	-3,47	-4,03			
	St. Servaasbrug	-2,65	-3,84	-4,40	-1,97	-3,16	-3,72			
	Ceramiquebrug	-0,59	-1,78	-2,34	0,09	-1,10	-1,66			
	Kennedybrug	-1,13	-2,32	-2,88	-0,63	-1,82	-2,38			
- Maas-Waalkanaal	Weurt brug over buitenhoofd	5,00	3,81	3,25						
	Neerbosschebrug	0,60	-0,59	-1,15						
	Graafsebrug (N326)	0,06	-1,13	-1,69						
	Nijmegen spoorbrug	0,07	-1,12	-1,68						
	Dukenbergsebrug	0,06	-1,13	-1,69						
	Hatertsebrug	0,06	-1,13	-1,69						
	Maldensebrug	0,11	-1,08	-1,64						
	Heumen sluisweg (N271)	0,76	-0,43	-0,99						

Brolsma Advies

corridor	brug	ViN-hoogte	ref.vlak	MHW 2015	$\Delta h$	H 2015	MHW 2028	H 2028	vereist volgens optie		
									1	2	3
- Amertak	Amertakbrug (N623)	7,80	NAP	2,00		5,80			7,00	7,88	8,50
	Ir. Hamersbrug (A59), oversp. west	8,40	NAP	2,00		6,40			7,00	7,88	8,50
	Weststadbrug	7,25	NAP	2,00		5,25			7,00	7,88	8,50
- Wilhelminakanaal	Bredasebrug	6,43	KP		0,30	6,13			7,00	7,88	8,50
	Oosterheidebrug	6,45	KP		0,30	6,15			7,00	7,88	8,50
	Tilburgsebrug	6,39	KP		0,30	6,09			7,00	7,88	8,50
	Brug in A27	6,35	KP		0,30	6,05			7,00	7,88	8,50
	Rijensebrug	5,66	KP		0,30	5,36			7,00	7,88	8,50
	fietsbrug De Oversteek	6,00	KP		0,30	5,70			7,00	7,88	8,50
	Vaartdijkbrug (N632)	7,40	KP		0,30	7,10			7,00	7,88	8,50
	Burg. Letschertweg (N260)	7,40	KP		0,30	7,10			7,00	7,88	8,50
	fietsbrug Medemblikpad *	5,55	KP		0,30	5,25		7,80	7,00	7,88	8,50
	fietsbrug Poseidonpad *	5,50	KP		0,30	5,20		7,75	7,00	7,88	8,50
	Burg. Van Voorstweg *	5,65	KP		0,30	5,35		7,90	7,00	7,88	8,50
	Dongenseweg *	5,55	KP		0,45	5,10			7,00	7,88	8,50
	Midden-Brabantweg *	6,85	KP		0,45	6,40			7,00	7,88	8,50
Quirijnstoklaan *	5,91	KP		0,45	5,46			7,00	7,88	8,50	
- Gekanaliseerde Dieze	Brug in A59	7,22	KP		0,30	6,92			7,00	7,88	8,50
- Maximakanaal	Empelsedijk (bovenhoofd)	9,25	NAP	2,25		7,00			7,00	7,88	8,50
	Empelseweg	9,25	NAP	2,25		7,00			7,00	7,88	8,50
	Rodenborghweg (Bruistensingel)	9,25	NAP	2,25		7,00			7,00	7,88	8,50
	Tivoliweg	9,25	NAP	2,25		7,00			7,00	7,88	8,50
	Spoorbrug	9,25	NAP	2,25		7,00			7,00	7,88	8,50
	Graafsebaan	9,25	NAP	2,25		7,00			7,00	7,88	8,50
	Brug in A59	9,25	NAP	2,25		7,00			7,00	7,88	8,50
	Beusingsedijk	12,05	NAP	5,05	0,25	7,00			7,00	7,88	8,50
	Brug in N279	12,05	NAP	5,05	0,25	7,00			7,00	7,88	8,50
- Zuid-Willemsvaart (t/m Veghel)	Malroijsebrug	7,25	KP		0,25	7,00			7,00	7,88	8,50
	Harry Kinnardbrug	7,25	KP		0,25	7,00			7,00	7,88	8,50
	Julian Eweilbrug (A50)	7,25	KP		0,25	7,00			7,00	7,88	8,50

\* niet van toepassing voor terminal Vossenbergh II



corridor	brug	aanwezig - vereist, 2015			H aanwezig - vereist, H 2028			H aanwezig - vereist, MHW 2028		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
- Amertak	Amertakbrug (N623)	-1,20	-2,08	-2,70						
	Ir. Hamersbrug (A59), oversp. west	-0,60	-1,48	-2,10						
	Weststadbrug	-1,75	-2,63	-3,25						
- Wilhelminakanaal	Bredasebrug	-0,87	-1,75	-2,37						
	Oosterheidebrug	-0,85	-1,73	-2,35						
	Tilburgsebrug	-0,91	-1,79	-2,41						
	Brug in A27	-0,95	-1,83	-2,45						
	Rijensebrug	-1,64	-2,52	-3,14						
	fietsbrug De Oversteek	-1,30	-2,18	-2,80						
	Vaartdijkbrug (N632)	0,10	-0,78	-1,40						
	Burg. Letschertweg (N260)	0,10	-0,78	-1,40						
	fietsbrug Medemblikpad *	-1,75	-2,63	-3,25	0,50	-0,38	-1,00			
	fietsbrug Poseidonpad *	-1,80	-2,68	-3,30	0,45	-0,43	-1,05			
	Burg. Van Voorstweg *	-1,65	-2,53	-3,15	0,60	-0,28	-0,90			
	Dongenseweg *	-1,90	-2,78	-3,40						
	Midden-Brabantweg *	-0,60	-1,48	-2,10						
Quirijnstoklaan *	-1,54	-2,42	-3,04							
- Gekanaliseerde Dieze	Brug in A59	-0,08	-0,96	-1,58						
- Maximakanaal	Empelsedijk (bovenhoofd)	0,00	-0,88	-1,50						
	Empelseweg	0,00	-0,88	-1,50						
	Rodenborghweg (Bruistensingel)	0,00	-0,88	-1,50						
	Tivoliweg	0,00	-0,88	-1,50						
	Spoorbrug	0,00	-0,88	-1,50						
	Graafsebaan	0,00	-0,88	-1,50						
	Brug in A59	0,00	-0,88	-1,50						
	Beusingsedijk	0,00	-0,88	-1,50						
	Brug in N279	0,00	-0,88	-1,50						
- Zuid-Willemsvaart (t/m Veghel)	Malroijsebrug	0,00	-0,88	-1,50						
	Harry Kinnardbrug	0,00	-0,88	-1,50						
	Julian Eweilbrug (A50)	0,00	-0,88	-1,50						

\* niet van toepassing voor terminal Vossenbergh II

bron: Vaarwegen in Nederland, 2014