



**Buck
Consultants
International**

(Rest)capaciteit Sluizen Maas & Brabantse Kanalen

Uitgevoerd in opdracht van: Rijkswaterstaat

Eindversie

Den Haag, maart 2016

Inhoudsopgave

	Blz.
Aanleiding en doelstelling	1
Hoofdstuk 1 Aanpak	3
Hoofdstuk 2 Onderzoeksgebied	5
Hoofdstuk 3 Inventarisatie huidige situatie vaarwegen	6
3.1 Infrastructurele projecten	6
3.2 Kenmerken vaarwegen (Bijlage 1)	7
Hoofdstuk 4 Huidig gebruik en capaciteitsanalyse sluizen	9
4.1 Huidig gebruik en capaciteitsanalyse (Bijlage 2)	9
4.2 Opmerkingen bij het huidig gebruik en de capaciteitsanalyse van de sluizen	18
4.3 Uitkomsten capaciteitsanalyse	20
Hoofdstuk 5 Conclusies	24

Aanleiding en doelstelling

In het bestuurlijk overleg over het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (BO MIRT, november 2013) is afgesproken twee MIRT-onderzoeken uit te voeren voor de goederencorridor Oost en de goederencorridor Zuid. Op elke corridor worden de kansen en belemmeringen voor het optimaliseren van deze multimodale goederencorridor en de mogelijkheden voor economische ontwikkeling in beeld gebracht.

Voor het onderzoek naar de goederencorridor Zuid zijn vier deelonderzoeken geformuleerd:

- 1 Optimaliseren logistieke knooppunten/terminalnetwerk en kansen voor bedrijventerreinen en VAS/VAL;
- 2 Optimaliseren voorzieningen corridor;
- 3 Betere benutting modaliteiten en smart oplossen van knelpunten;
- 4 Ontwikkelpotentie van de Maas en de Brabantse kanalen

Dit rapport is opgesteld ter beantwoording van het vierde deelonderzoek en is dus gericht op de ontwikkelpotentie van de Maas en de Brabantse kanalen. De ontwikkelpotentie (ofwel de groeimogelijkheden van de scheepvaart) wordt bepaald door het huidige scheepvaartgebruik van de vaarwegen en het maximale afwikkelvermogen van dit vervoerssysteem.

Het doel van deze rapportage is daarmee het verkrijgen van een overzicht van de kansen en knelpunten van de Maas en (een deel van de) Brabantse kanalen in relatie tot het huidige en toekomstige vervoer over deze wateren. Hiervoor heeft Rijkswaterstaat twee deelonderzoeken voorzien:

- Het eerste deelonderzoek gaat nader in op het huidig gebruik en de (rest)capaciteit van de Maas en (een deel van de) Brabantse Kanalen. Binnen dit deelonderzoek is er aandacht voor de vaarwegeigenschappen en de kunstwerken in de vaarwegen (sluizen en beweegbare bruggen); het huidig gebruik van de vaarwegen en kunstwerken; de (voorzien) knelpunten; de restcapaciteit voor potentieel gebruik en de invloed van het functioneren van de kunstwerken op deze capaciteit.

- Het tweede deelonderzoek gaat in op de trends en ontwikkelingen in het goederenvervoer over water. Toegepast op het onderzoeksgebied staan in dit onderzoek de vragen centraal welk toekomstig gebruik van de Maas en de Brabantse Kanalen wordt verwacht tot 2030 en of dit past binnen de (rest)capaciteit van deze vaarwegen.

Deze rapportage voorziet in de uitvoering van het eerste deelonderzoek en geeft daarmee een schets van het huidige gebruik van de vaarwegen in relatie tot de capaciteit en afwikkeling van het scheepvaartverkeer op de Maas en de Brabantse Kanalen.

Hoofdstuk 1 **Aanpak**

Binnen het onderzoek kunnen grofweg drie stappen onderscheiden worden, waarbij tijdens iedere stap nauw samengewerkt en uitvoerig overleg is gevoerd met drs. Robinia Heerkens, Adviseur Water en Scheepvaart en projectverantwoordelijke vanuit Rijkswaterstaat (RWS).

De eerste stap bestaat uit het inventariseren van de huidige situatie in het onderzoeksgebied. Dit betreft de kenmerken van de vaarwegen en de kunstwerken, alsmede een inventarisatie en analyse van het scheepsaanbod in het onderzoeksgebied in het peiljaar 2014. Deze analyse geschiedt op basis van telgegevens die worden opgevraagd uit het RWS-systeem IVS'90 (Informatie- en Volgsysteem voor de Scheepvaart). Deze gegevens worden aangevuld met gegevens uit een ander RWS-systeem: NIS (Netwerkmanagement Informatie Systeem). Daarnaast wordt gekeken en afgestemd of de invloed van het technisch functioneren van de kunstwerken moet worden opgenomen in de uiteindelijke capaciteitsanalyse.

Tijdens de eerste fase wordt gebruik gemaakt van documenten over de vaarwegen en kunstwerken die aangeleverd worden door RWS en er wordt (ter verduidelijking en om ook aandacht te geven aan de praktijkzijde) navraag gedaan bij RWS-medewerkers. Tevens worden telgegevens van de sluizen in het onderzoeksgebied opgevraagd uit de RWS-systemen IVS'90 en NIS. Deze data worden geanalyseerd.

De tweede stap bestaat uit het bepalen van de capaciteit van de kunstwerken en vaarwegen in het onderzoeksgebied. De kunstwerken (sluizen) zijn bepalend voor de capaciteit van de vaarweg, omdat zij fungeren als flessenhals. Om de capaciteit van de kunstwerken te bepalen wordt in samenspraak met Rijkswaterstaat een model ontwikkeld in Microsoft Excel. De vooronderstellingen en uitkomsten van het theoretische model worden in de praktijk op kwalitatieve wijze getoetst bij RWS-medewerkers, te weten sluisoperators. Tot een restcapaciteit wordt gekomen door de analyse van de verkregen data ten aanzien van het scheepsaanbod in 2014 af te zetten tegen de – middels het ontwikkelde model verkregen – theoretische capaciteit.

De derde stap bestaat uit het opzetten van een tabel met kenmerken van de vaarwegen in het onderzoeksgebied (sluizen, beweegbare bruggen en vaartrajecten) in het onderzoeksgebied en een factsheet-rapportage, waarin informatie over passages en de gebruikte capaciteit en restcapaciteit van de sluizen is opgenomen. Daarnaast wordt deze korte begeleidende rapportage opgeleverd waarin de processen tijdens de verschillende genomen stappen worden beschreven en verklaard. Hiermee is de rapportage ondersteunend aan de geleverde factsheets. De rapportage wordt afgesloten met enkele conclusies, die worden getrokken naar aanleiding van de factsheets. Tenslotte vindt afstemming plaats ten behoeve van de uitvoering van het in de aanleiding beschreven tweede deelonderzoek, waarin de trends en ontwikkelingen in het goederenvervoer over water en de invloeden hiervan op het onderzoeksgebied aan bod komen.

Figuur 1.1 Stappen in het onderzoek

A) Inventarisatie huidige situatie

- Detailinventarisatie van de vaarwegkenmerken (op het vaartraject, van de beweegbare bruggen en van de sluizen)
- Inventarisatie en analyse van het huidig vaarweggebruik
- Inventarisatie invloed technisch functioneren van de kunstwerken op de capaciteit

Methode

- Desk research
- Navraag bij RWS-medewerkers
- Data-analyse IVS



B) Capaciteitsanalyse

- Bepalen capaciteit van de kunstwerken en vaarwegen
- Analyse van de restcapaciteit (huidige bezettingsgraad van de vaarwegen)
- Kwalitatief toetsen van de methoden en uitkomsten van de analyse van de restcapaciteit.

Methode

- Data-analyse IVS
- Berekeningen in MS Excel
- Toetsing bij RWS-medewerkers



C) Rapportage

- Opzet overzichtstabel kenmerken bedienbare objecten en vaartrajecten in het onderzoeksgebied
- Opzet factsheet-rapportage: gebruik en capaciteit sluizen
- Conclusies en aanbevelingen

Methode

- Grafische vormgeving
- Rapporteren
- Overleg

Hoofdstuk 2 **Onderzoeksgebied**

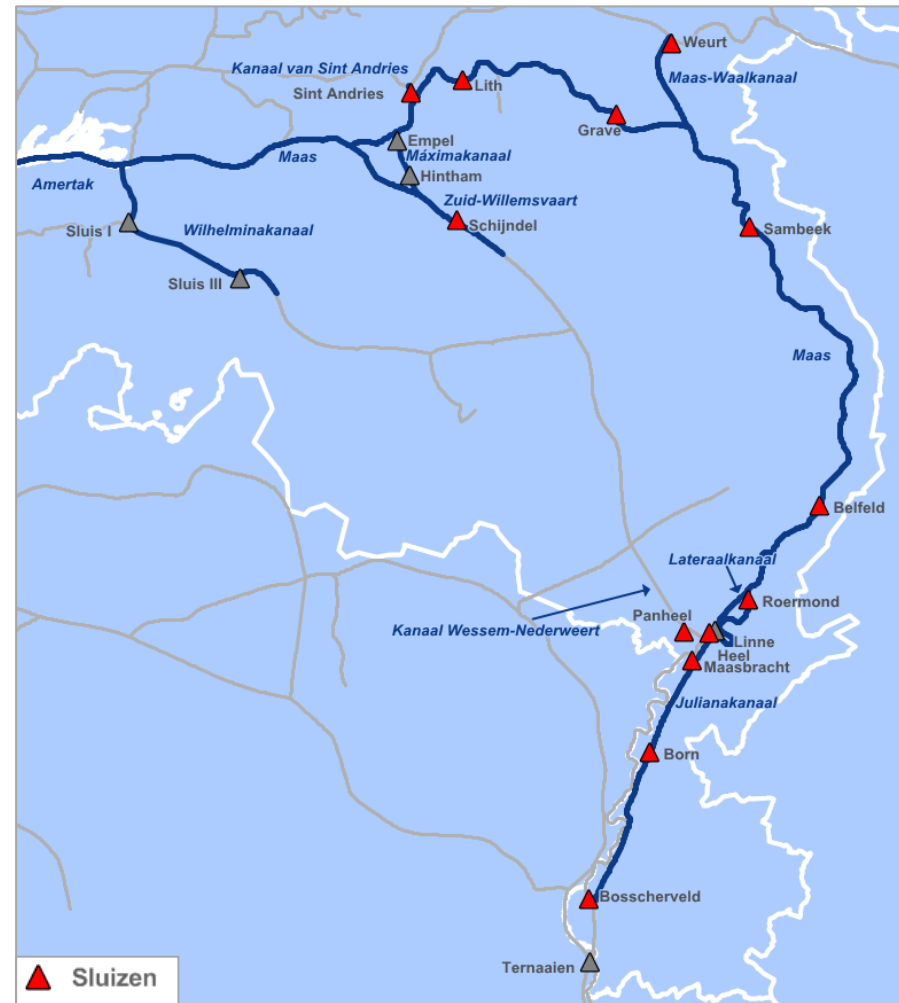
Het onderzoeksgebied van dit project behelst zowel de zogenaamde Noord-Zuid route van de Maas, als de West-Oost route van dezelfde rivier. Daarnaast behoren tot het onderzoeksgebied de Brabantse Kanalen vanaf de aansluiting met de Maas in het noorden tot aan Tilburg en Veghel. De vaarwegen die geheel of deels in het onderzoeksgebied vallen en in de kaart blauw zijn gekleurd, zijn:

- Kanaal van Ternaaien
- Maas
- Julianakanaal
- Lateraalkanaal Linne-Buggenum
- Kanaal Wessem-Nederweert
- Maas-Waalkanaal
- Kanaal van Sint Andries
- Máximakanaal
- Zuid-Willemsvaart
- Bergsche Maas
- Amertak
- Wilhelminakanaal

Op de kaart zijn tevens de kunstwerken in de vorm van sluisen in de vaarwegen binnen het onderzoeksgebied opgenomen. In overleg met RWS is besloten de sluisen Ternaaien (BE), Linne, Empel, Hintham, Sluis I en Sluis III niet mee te nemen in de capaciteitsanalyse, omdat adequate data uit het systeem IVS'90 voor deze sluisen ontbreken. Deze sluisen zijn derhalve grijs gekleurd.

Buck Consultants International

Figuur 2.1 Afbakening onderzoeksgebied



Hoofdstuk 3 **Inventarisatie huidige situatie vaarwegen**

In de eerste bijlage van deze rapportage is een drietal tabellen opgenomen die de kenmerken bevatten van de bedienbare objecten en de vaartrajecten in het onderzoeksgebied. De tabellen bevatten onder andere informatie over het type schepen dat toegelaten kan worden op de verschillende trajecten, alsmede informatie over de lengte van de sluiskolken en de hoogte van de bruggen in het onderzoeksgebied. Er is besloten gegevens over de vaarwegen in de tabellen op te nemen in de situatie na voltooiing van de Maaswerken. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op drie grote infrastructurele projecten in het onderzoeksgebied die momenteel in uitvoering zijn of recent zijn voltooid. Allereerst komen de Maaswerken aan bod, ten tweede wordt de aanleg van het Máximakanaal besproken en ten derde wordt stilgestaan bij de opwaardering van het Wilhelminakanaal. Daarna worden de drie tabellen besproken die zijn opgenomen in de eerste bijlage van deze rapportage.

3.1 **Infrastructurele projecten**

Het Programma Maaswerken is één van de grootste infrastructurele projecten in Nederland die momenteel lopen. Op verschillende plekken in de Maas wordt over een lengte van 222 kilometer gewerkt aan drie doelstellingen: toekomstige bescherming tegen hoogwater; een verbetering van de vaarweg en tot slot natuurontwikkeling. De Maas wordt op deze manier bijvoorbeeld bevaarbaar gemaakt voor grotere binnenvaartschepen. Werkzaamheden die hiertoe worden uitgevoerd zijn onder andere het verdiepen van de Maas, het verhogen van bruggen en het verbreden van het Julianakanaal. Op deze manier wordt bijvoorbeeld de bereikbaarheid van de belangrijke binnenvaartterminal in Born verbeterd en kan deze straks grotere schepen ontvangen. Zo wordt de infrastructuur van de Maas dusdanig aangepast dat het goederenvervoer per binnenvaart in deze regio ook in de toekomst een belangrijk en duurzaam alternatief voor het wegvervoer blijft. Tevens wordt de gehele vaarroute op de Maas (de zogenaamde Noord-Zuidroute van Weurt tot de Belgische grens)

geschikt gemaakt voor de tweebaksduwvaart. Dit zijn schepen met een lengte van 190 meter en een diepgang van 3,5 meter. De gehele Noord-Zuidroute is hiermee straks te bevaren met schepen van CEMT-Klasse Vb.

Een tweede grote project rondom de vaarwegen in het onderzoeksgebied dat recentelijk is voltooid is de aanleg van het Máximakanaal. Op 14 december 2014 is het kanaal – dat ten oosten van 's-Hertogenbosch ligt – geopend. Het negen kilometer lange kanaal fungeert als omlegging van de Zuid-Willemsvaart. In de huidige situatie hoeven de binnenvaartschepen niet meer door de binnenstad van 's-Hertogenbosch te varen op hun route tussen de Maas en de regio Veghel-Helmond. In het kanaal werden twee sluizen aangelegd: Sluis Empel in het noorden en Sluis Hintham ongeveer vijf kilometer zuidelijker. Het nieuwe kanaal is geschikt voor schepen van CEMT-Klasse IV. Tevens zijn de bruggen op het traject Empel-Veghel opgehoogd en geschikt gemaakt voor de drie-laags containervaart. Door deze verbeteringen is de containerterminal in Veghel in staat grotere schepen dan voorheen te ontvangen.

Het derde grote project in het onderzoeksgebied is de opwaardering van het Wilhelminakanaal. Het kanaal is bij Tilburg te smal om grote binnenvaartschepen te ontvangen. Door de werkzaamheden aan het kanaal wordt de bereikbaarheid van Tilburg voor grotere binnenvaartschepen verbeterd. Naast verbreding en verdieping voorziet het project in het verwijderen van een sluis (Sluis II) – waardoor een tijdsbesparing van ongeveer een half uur voor de schepen gerealiseerd wordt – en het bouwen van een nieuwe, grotere Sluis III. Door de aanpassingen kunnen na voltooiing schepen van CEMT-Klasse IV tot 105 meter lang op het kanaal varen. Momenteel zijn dit nog schepen uit de CEMT-Klasse II, met een maximale lengte van 55 meter. Het project heeft momenteel te kampen met enige vertraging. Uit onderzoek is gebleken dat door het verwijderen van Sluis II het waterpeil tussen de huidige Sluizen II en III met zo'n 2,5 meter zal dalen. Hierdoor zal ook het grondwaterpeil dalen; dit kan gevolgen hebben voor de omgeving van het kanaal. Momenteel vindt aanvullend onderzoek over deze effecten plaats, voordat verlaging van het kanaalpeil wordt gerealiseerd. Het is vooralsnog onduidelijk wanneer het gehele project voltooid kan worden.

3.2 Kenmerken vaarwegen (Bijlage 1)

Bijlage 1 bevat een drietal tabellen waarin de vaarwegkenmerken van de vaarwegen in het onderzoeksgebied zijn opgenomen. Deze paragraaf voorziet in een korte toelichting op deze tabellen. De eerste tabel bevat kenmerken van de sluizen in het onderzoeksgebied. Tabel 2 toont gegevens van de beweegbare bruggen en tabel 3 bevat informatie over de vaartrajecten in het onderzoeksgebied.

In tabel 1 is informatie opgenomen over 19 sluizen in het onderzoeksgebied. Sluis II bij Tilburg wordt verwijderd, dus hier is geen informatie over opgenomen. De kernmerken van de vaarwegen en sluizen zijn aangeleverd door RWS. Allereerst bevat de tabel informatie over de hecto's en de namen van de vaarwegen. Verder is benoemd of een sluis op de Noord-Zuidroute of de West-Oostroute van de Maas ligt. De volgende kolommen bevatten informatie over het type (CEMT-Klasse) en de afmetingen van de schepen die door de sluizen geschut kunnen worden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de afmetingen van reguliere beroepsvaartschepen en de afmetingen van eventuele duwvaartschepen die geschut kunnen worden. Daarna is er aandacht voor de afmetingen van de kolken van de sluizen. Alle afmetingen gelden na voltooiing van de Maaswerken. Vervolgens is het aantal meters verval van de sluizen opgenomen, gevolgd door de PIN Wachttijden. Dit is een door RWS veel gebruikte indicator voor de afwikkeling van het scheepvaartverkeer door een sluis. Het PIN-percentages geeft aan hoeveel procent van de schepen is gepasseerd binnen de passeertijdnorm van die sluis, vermeerderd met 30 minuten wachttijd. De cijfers zijn door RWS opgegeven voor het jaar 2014. Voor de sluizen die geen IVS-telpunt zijn is geen PIN Wachttijd bekend. De tabel wordt afgesloten met een overzicht van de bedientijden van de sluis. Alle sluizen in het onderzoeksgebied behalve Ternaaien (BE) en Panheel worden volcontinu bediend (7x24 uur).

De tweede tabel bevat gegevens over de negen beweegbare bruggen in het onderzoeksgebied. De oude spoorbrug in Maastricht is hier niet opgenomen, omdat deze vast gelast is op de open stand. Net als bij de sluizen is benoemd in welke vaarweg en op welke hecto de brug zich bevindt. Daarnaast is er aandacht voor het type schepen dat een brug kan passeren. Verder wordt getoond wat de hoogte van de brug is in gesloten en in open stand. Deze gegevens zijn overgenomen uit een RWS-bestand over de doorvaarthoogte van bruggen in Zuid-Nederland. Alle beweegbare bruggen in het onderzoeksgebied kunnen volcontinu bediend worden (7x24 uur).

Tenslotte bevat de derde tabel van bijlage 2 informatie over de vaartrajecten in het onderzoeksgebied. Opnieuw gelden de kenmerken voor de situatie na voltooiing van de Maaswerken. Er is gestreefd het onderzoeksgebied te verdelen in logische vaartrajecten. Vaak wordt de scheiding tussen twee onderscheiden trajecten gevormd door een overgang van twee vaarwegen (bijvoorbeeld Maas/Maas-Waalkanaal) of een verandering van toegelaten scheepsklasse (bijvoorbeeld op het Kanaal Wessem-Nederweert). Naast de hecto's en de naam van de vaarweg is ook het aantal kilometers van het vaartraject opgenomen en de plaats waar het traject start en eindigt. Het tweede deel van de tabel bevat informatie over de toegelaten schepen op een traject en de objecten in het traject. Voor meer informatie over de trajecten kan teruggegrepen worden op de eerste twee tabellen. Wel is benoemd welke vaste brug op het traject zorgt voor een hoogtebeperking. Dit is met name belangrijk voor de containervaart. Bij een hoogte van minimaal 7 meter kan er gevaren worden met drie lagen containers; vanaf 9,1 meter met vier lagen. Enkele gegevens over de doorvaarthoogte bij streefpeil (SP) konden niet achterhaald worden.

Hoofdstuk 4 **Huidig gebruik en capaciteitsanalyse sluizen**

Nu de kenmerken van de vaarwegen bekend zijn, is in de tweede bijlage van deze rapportage een serie factsheets opgenomen, waarin gegevens zijn opgenomen over het huidig gebruik van de sluizen in het onderzoeksgebied en een capaciteitsanalyse van deze objecten. Omdat de sluizen als flessenhals fungeren, worden zij bepalend geacht voor de capaciteit van de vaarwegen. Een aantal aanwezige sluizen in het onderzoeksgebied is niet opgenomen in de capaciteitsanalyse, namelijk de sluizen Ternaaien (BE), Linne, Empel, Hintham, Sluis I en Sluis III. Deze sluizen zijn geen IVS-telpunten of de IVS-gegevens zijn voor deze sluizen niet compleet. Het berekenen van de capaciteit van de genoemde sluizen bleek door het ontbreken van de data niet mogelijk.

4.1 Huidig gebruik en capaciteitsanalyse (Bijlage 2)

De factsheets die gemaakt zijn voor de sluizen in het onderzoeksgebied waarvan adequate data beschikbaar waren, hebben alle dezelfde lay-out. Voor iedere sluis is een aparte factsheet gemaakt. In deze sectie worden de verschillende onderdelen van de factsheets nader verklaard en toegelicht. Daarnaast worden de gemaakte keuzes per onderdeel in dit hoofdstuk beargumenteerd. De factsheets bestaan uit zes verschillende onderdelen, die nu systematisch zullen worden behandeld.

- 1 Allereerst bevatten de factsheets een tabel waarin de volgende onderdelen zijn opgenomen:
 - a. Het aantal beroepsvaartpassages dat in IVS'90 voor het jaar 2014 werd geregistreerd.
 - b. Het aantal recreatievaartpassages dat in NIS voor het jaar 2014 werd geregistreerd.
 - c. De gemiddelde lengte van een beroepsvaartschip dat in 2014 de sluis passeerde. Het IVS'90-bestand bevat een kolom waarin is opgenomen tot welke scheepsklasse een schip behoort volgens de AVV-indeling. Ten opzichte van de CEMT-indeling onderscheidt deze indeling meer klassen, namelijk 13 klassen voor motorvrachtschepen en 13 voor duwstellen. Een complicerende factor was dat duwbakken weliswaar werden onderscheiden als 'vrachtduwbak' of 'tankduwbak', maar dat

vervolgens de specificatie van de duwbak volgens de AVV-indeling ontbrak. Hierdoor was het niet mogelijk te achterhalen of gevaren werd met een langer of korter duwstel. Voor het berekenen van de gemiddelde lengte van de beroepsvaartschepen werd daarom een gemiddelde lengte van de duwbakken gecalculeerd op basis van het gemiddelde laadvermogen in tonnen van alle duwbakken gezamenlijk (het laadvermogen van alle schepen was namelijk wel opgenomen. Voor een klein gedeelte van de schepen kon helemaal geen lengte achterhaald worden op basis van de indeling in scheepsklassen. De lengte die voor deze schepen werd gebruikt is tevens gecalculeerd naar aanleiding van het gemiddeld laadvermogen. De uiteindelijke gemiddelde lengte van een beroepsvaartschip dat in 2014 een sluis passeerde is berekend op basis van het aandeel van een AVV-scheepsklasse binnen het totaal aantal beroepsvaartpassages dat jaar en de typische lengte van een schip binnen die AVV-klasse. De AVV-klassen, corresponderende CEMT-klassen en aangehouden lengtes binnen deze klassen zijn opgenomen in de tabel.

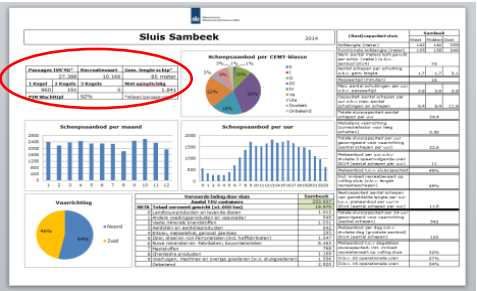
Tabel 4.1 Indeling van schepen in klassen (CEMT en AVV) en lengte van schepen binnen de klassen ten behoeve van berekening gemiddelde lengte beroepsvaartschepen

Klasse-indeling		Lengte (m)	Gemiddeld Laadvermogen (ton)	Klasse-indeling		Lengte (m)	Gemiddeld Laadvermogen (ton)	Klasse-indeling		Lengte (m)	Gemiddeld Laadvermogen (ton)
CEMT	AVV			CEMT	AVV			CEMT	AVV		
0	M0	30	150	III	M5	83	1.150	Vla	M10	110	4.100
I	M1	38,5	350	IV	M6	83	1.550	Vla	M11	135	5.000
II	M2	52,5	550	IV	M7	105	1.950	Vla	M12	135	6.000
III	M3	63	750	Va	M8	110	2.800				
III	M4	70	950	Va	M9	135	3.700				

- d. De tweede regel in tabel 2 bevat informatie over het aantal scheepspassages waarin blauwe seinkegels werden gevoerd. Er worden kegels gevoerd wanneer aan boord van het schip gevaarlijke stoffen aanwezig zijn. Afhankelijk van de mate van gevaar worden één (brandbare stoffen), twee (voor de gezondheid schadelijke stoffen), of drie (ontploffbare stoffen) kegels gevoerd. Voor bepaalde gevaarlijke stoffen is geen seinvoering vereist. Deze schepen zijn opgenomen onder de noemer 'niet seinplichtig'.
- e. De laatste regel uit de tabel bevat de PIN Wachtijd van de sluis. Dit is een door RWS veel gebruikte indicator voor de afwikkeling van het scheepvaartverkeer door een sluis. Het PIN-percentages geeft aan hoeveel procent van de schepen is gepasseerd binnen de passeertijdnorm van die sluis, vermeerderd met 30 minuten wachtijd. De passeertijdnormen zijn per sluis bepaald aan de hand van de pure schuttijd gedurende een reeks schuttingen. Een schutting bestaat uit het volgende

traject: invaarlichten groen, invaarlichten rood/deuren sluiten, deuren gesloten, starten nivelleren, gelijk-water/stoppen nivelleren, deuren openen, deuren geopend/uitvaarlichten groen, uitvaarlichten rood.

Figuur 4.1 Plaats van de tabel in een factsheet

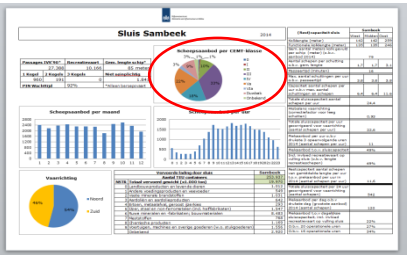


Tabel 4.2 Voorbeeld van een tabel uit een factsheet

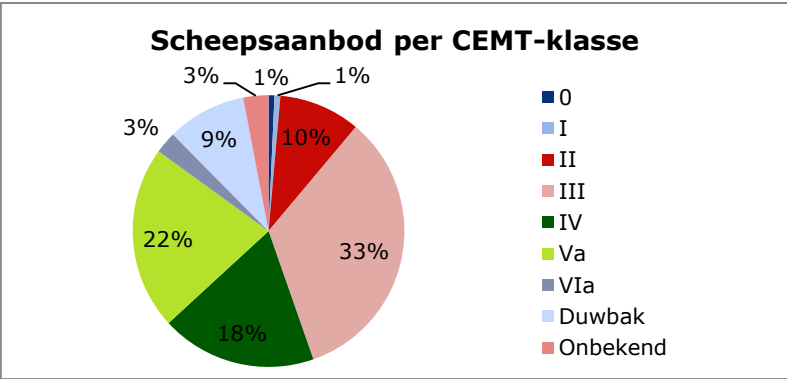
Passages IVS'90*		Recreatievaart	Gem. lengte schip*
27.388		10.166	85 meter
1 Kegel	2 Kegels	3 Kegels	Niet seinplichtig
960	191	0	1.841
PIN Wachtijd		92%	*Alleen beroepsvaart

- 2 Naast de tabel is een figuur met het scheepsaanbod gedurende het jaar opgenomen. Hiertoe zijn de passages die genoteerd zijn binnen de AVV-scheepsklassen, omgezet naar CEMT-klasse volgens de indeling in tabel 1. Zoals in onderdeel 1.c. al genoemd, is het formaat van de individuele duwbakken niet bekend en dus zijn deze als één klasse opgenomen. Van een klein deel van de passages ontbreken gegevens over scheepsklasse en is helemaal niet bekend tot welke klasse zij gerekend moeten worden.

Figuur 4.2 Plaats van de figuur in een factsheet



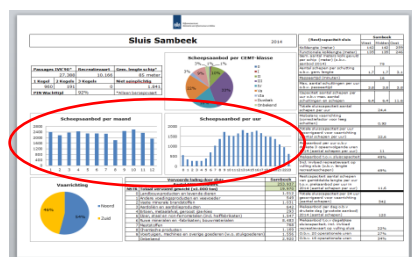
Figuur 4.3 Voorbeeld van een figuur uit een factsheet



- 3 Onder de tabel en de figuur met informatie over het scheepsaanbod, zijn twee figuren opgenomen die laten zien wat

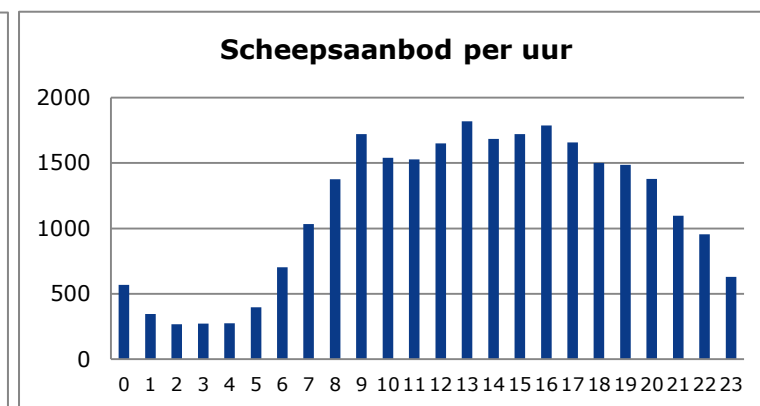
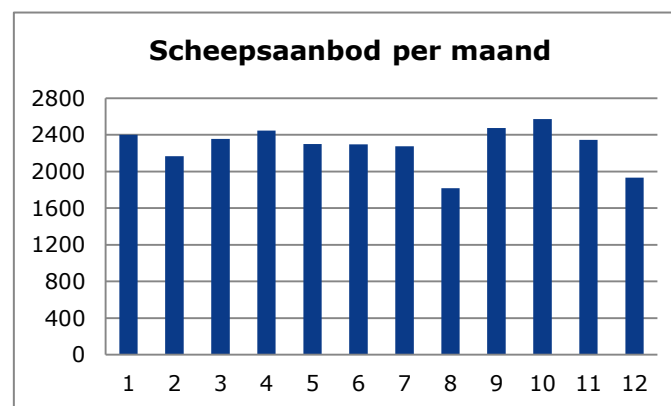
spread van de beroepsvaartpassages gedurende het jaar en gedurende de dag is. De figuur links toont steeds het aantal passages gedurende de maanden van het jaar. Voor het overgrote deel van de sluisen in het onderzoeksgebied geldt dat het aantal beroepsvaartpassages in de drukste maand van het jaar tussen 36 en 78 procent hoger ligt dan in de rustigste maand. In veel gevallen is september of oktober de drukste maand en augustus of december de rustigste. De figuur rechts toont steeds het aantal passages gedurende de uren van de dag. Inmiddels worden alle sluisen op de hoofdvaarwegen in het onderzoeksgebied volcontinu (7x24) bediend. Alleen Sluis Panheel (OV) heeft een bedienregime met nachtsluitingen. De periode van de dag met een relatief groot scheepsaanbod valt grofweg te noteren tussen 06.00 en 23.00 uur, waarbij er een vrij continue periode van gespreid piekaanbod is tussen 08.00 en 20.00 uur. Tussen 23.00 uur en 06.00 uur valt er weliswaar ieder uur aanbod te noteren, maar vooral tussen 01.00 en 05.00 uur ligt dit aanbod vele malen lager dan overdag.

Figuur 4.4 Plaats van de figuren in een factsheet



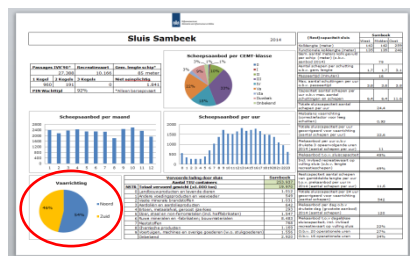
Figuur 4.5

Voorbeelden van de figuren uit een factsheet



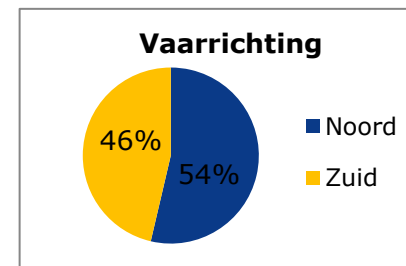
- 4 Onder de figuur die het scheepsaanbod per maand toont, is een cirkeldiagram opgenomen waarin de vaarrichting van het scheepsaanbod gedurende het jaar wordt weergegeven. In IVS'90 is informatie opgenomen in welke richting een gepasseerd schip vaart. Het aandeel van iedere richting is opgenomen in de figuur.

Figuur 4.6 Plaats van de figuur in een factsheet



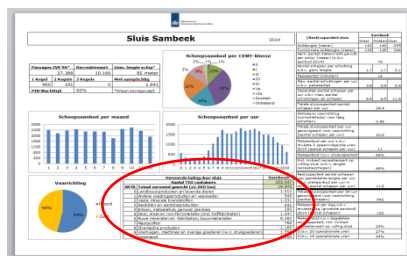
Figuur 4.7

Voorbeeld van een figuur uit een factsheet



- 5 Naast de figuur over de vaarrichting staat een tabel met gegevens over de vervoerde lading en het aantal TEU (*twenty equivalent unit*; een maat waarin het aantal containers wordt aangeduid) containers dat de schepen die gedurende het jaar de sluis passeerden aan boord hadden. De lading is per productcategorie gespecificeerd volgens de Europese NSTR-classificatie. De gegevens zijn afkomstig uit het NIS-systeem van RWS.

Figuur 4.8 Plaats van de tabel in een factsheet



Tabel 4.3

Voorbeeld van een tabel uit een factsheet

Vervoerde lading door sluis		Sambeek
Aantal TEU containers		253.937
NSTR	Totaal vervoerd gewicht (x1.000 ton)	19.970
0	Landbouwproducten en levende dieren	1.012
1	Andere voedingsproducten en veevoeder	549
2	Vaste minerale brandstoffen	1.031
3	Aardoliën en aardolieproducten	642
4	Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies	293
5	IJzer, staal en non-ferrometalen (incl. halffabrikaten)	1.547
6	Ruwe mineralen en -fabrikaten; bouwmaterialen	8.483
7	Meststoffen	768
8	Chemische producten	1.169
9	Voertuigen, machines en overige goederen (w.o. stukgoederen)	1.556
	Onbekend	2.920

Tabel 4.4

Voorbeeld van een tabel uit een factsheet

- 6 Het laatste onderdeel van de factsheets bestaat uit de tabel die de gehele rechterzijde beslaat. De basis van het model is dat een sluis bestaat uit één of meerdere kolken die een x-aantal meters lang zijn. Deze kolken kunnen vervolgens gevuld worden met schepen die de lengte van de kolk opvullen. In het model wordt gewerkt met deze lengtevulling van de kolk; gewerkt wordt met het gemiddelde scheepsaanbod van de beroepsvaart in 2014 (een nadere verklaring volgt hieronder). Het aantal keren dat een kolk per uur (of dag) gevuld kan worden, is afhankelijk van de snelheid waarmee ingevaren, geschut en uitgevaren kan worden. In dit model wordt deze tijd de 'passeertijd' genoemd. Gecorrigeerd moet worden voor de gemiddelde vaarrichting, omdat soms leeg geschut moet worden (het aanbod varieert per richting). Dit levert een verlies van capaciteit op. Op basis van het gemiddelde scheepsaanbod en het aantal keren dat per tijdseenheid geschut kan worden, kan nu een capaciteit van een aantal schepen ter grootte van het gemiddelde scheepsaanbod berekend worden. In het bovenste gedeelte van de tabel wordt gekeken naar de maximale capaciteit per uur; in het onderste (vanaf stap 15) per dag.

De precieze werkwijze van de berekening van de sluiscapaciteit wordt hieronder per stap aan de hand van de tabel uitgelegd. Tevens wordt per stap uitgelegd wat de veronderstellingen zijn waar in het model van uit wordt gegaan.

Stap	(Rest)capaciteit sluis	Sambeek		
		West	Midden	Oost
1	Kolk lengte (meter)	142	142	259
2	Functionele kolk lengte (meter)	135	135	246
3	Gem. aantal meters kolk gevuld per schip (meter) (o.b.v. aanbod 2014)	79		
4	Aantal schepen per schutting o.b.v. gem. lengte	1,7	1,7	3,1
5	Passeertijd (minuten)	16		
6	Max. aantal schuttingen per uur o.b.v. passeertijd	3,8	3,8	3,8
7	Capaciteit aantal schepen per uur o.b.v. max. aantal schuttingen en schepen	6,4	6,4	11,6
8	Totale sluiscapaciteit aantal schepen per uur	24,4		
9	Misbalans vaarrichting (correctiefactor voor leeg schutten)	0,93		
10	Totale sluiscapaciteit per uur gecorrigeerd voor vaarrichting (aantal schepen per uur)	22,6		
11	Piekaanbod per uur o.b.v. drukste 3 opeenvolgende uren 2014 (aantal schepen per uur)	11		
12	Piekaanbod t.o.v. sluiscapaciteit	49%		
13	Incl. invloed recreatievaart op vulling sluis (o.b.v. lengte recreatieschepen)	49%		
14	Restcapaciteit aantal schepen van gemiddelde lengte per uur t.o.v. piekaanbod per uur in 2014 (aantal schepen per uur)	11,6		
15	Totale sluiscapaciteit per 24 uur gecorrigeerd voor vaarrichting (aantal schepen)	542		
16	Piekaanbod per dag o.b.v. drukste dag (grootste aanbod) 2014 (aantal schepen)	120		
17	Piekaanbod t.o.v. dagelijkse sluiscapaciteit, incl. invloed recreatievaart op vulling sluis	22%		
18	O.b.v. 20 operationele uren	27%		
19	O.b.v. 16 operationele uren	34%		

Stappen

De kolk lengte in meters: Betreft de door RWS opgegeven kolk lengte in meters.

- 1 **De functionele kolk lengte in meters:** De opgegeven kolk lengte in meters is met 5 procent gededuceerd. Deze marge wordt aangehouden om te compenseren voor het verlies aan lengte aan de beide uiteinden van de sluis en tussen de schepen tijdens een schutting.
- 2 **De gemiddelde kolk lengte in meters die per schip gevuld is:** Deze lengte in meters is berekend aan de hand van gegevens uit IVS'90 voor het jaar 2014. Gekeken is naar alle scheepspassages van de beroepsvaart door een betreffende sluis in 2014. Het scheepsaanbod is omgezet van AVV- naar CEMT-klasse; voor de gemiddelde afmeting binnen een CEMT-klasse is gekeken naar de verhouding van het aanbod van de verschillende AVV-classes binnen de betreffende CEMT-klasse. Gezien het feit dat duwbakken in IVS'90 niet naar klasse of lengte zijn gespecificeerd, is gekeken naar het gemiddelde laadvermogen van het aanbod duwbakken in 2014 door de betreffende sluis. Naar rato is hiervoor een gemiddelde afmeting genomen, variërend per sluis. Vervolgens is aan de hand van het gemiddelde aanbod uit de verschillende scheepsklassen een typische scheepslengte gecalculeerd door middel van het vermenigvuldigen van scheepsaanbod en scheepslengte voor de afzonderlijke klassen (zie ook stap 1.c.). Omdat de kolkbreedtes van de meeste sluisen het toelaten meerdere schepen van de lagere scheepsklassen naast elkaar te schutten, is gewerkt met een correctiefactor voor de CEMT-classes 0, I en II. Als de kolk bijvoorbeeld 14 of 16 meter breed is, wordt verondersteld dat van de classes 0, I en II twee schepen naast elkaar kunnen liggen. Zij vullen dan echter slechts de lengte van één schip op; er is een correctiefactor van 0,5 voor lengte gehanteerd.
- 3 **Het aantal schepen dat per schutting per kolk geschut kan worden:** Op basis van de functionele kolk lengte (stap 2) en het gemiddeld aantal meters kolk dat per schip gevuld is (stap 3) is berekend hoeveel schepen van het gemiddeld aanbod per schutting geschut kunnen worden. Stap 4 (aantal schepen) komt tot stand door het aantal meters uit stap 2 te delen door het aantal meters per schip uit stap 3.
- 4 **De passeertijd in minuten:** Deze tijd in minuten is vastgesteld aan de hand van de door RWS opgegeven passeertijdnormen. In overleg met RWS is er een marge van 6 minuten opgeteld bij iedere passeertijdnorm. De passeertijden zijn vervolgens ter controle voorgelegd aan de sluisoperators van RWS. Hiermee is de passeertijd de reële tijd in minuten waarin wordt ingevaren, geschut én uitgevaren (het gehele proces van invaarluchten groen tot en met uitvaarluchten rood).
- 5 **Het maximum aantal schuttingen per kolk per uur:** Het aantal schuttingen per kolk dat per uur gedaan kan worden is gecalculeerd door 60 minuten te delen door de passeertijd in minuten. Stap 6 komt tot stand door 60 minuten te delen door het aantal minuten uit stap 5.

- 6 **De capaciteit van de sluis per kolk in aantal schepen per uur:** Deze capaciteit geeft het aantal schepen van gemiddelde lengte aan dat per kolk van de sluis per uur geschut kan worden. Stap 7 komt tot stand door stap 4 (het aantal schepen per schutting) te vermenigvuldigen met stap 6 (het aantal schuttingsen per uur).
- 7 **De totale sluiscapaciteit in aantal schepen per uur:** Deze totale sluiscapaciteit is het aantal schepen van gemiddelde lengte dat door de kolken van de sluis gezamenlijk in één uur geschut kan worden.
- 8 **De misbalans voor vaarrichting van het scheepsaanbod:** Deze correctiefactor wordt toegepast door de noodzaak om af en toe leeg te schutten. Hierdoor gaat sluiscapaciteit verloren. De misbalans is bepaald aan de hand van de vaarrichting van het scheepsaanbod in 2014. De correctiefactor is gecalculeerd uit de afwijking van dit aanbod ten opzichte van een perfecte aanbodsbalans van 50 procent voor beide richtingen. Hiermee wordt dus gecorrigeerd voor 'gedwongen' lege schuttingsen als gevolg van een ongebalanceerd aanbod per vaarrichting. Stap 9 komt tot stand door 50 (perfecte balans) te delen door het percentage van de dominante vaarrichting (bijvoorbeeld: $50/54 =$ een correctiefactor van 0,93).
- 9 **De totale sluiscapaciteit per uur gecorrigeerd voor vaarrichting:** Deze totale, gecorrigeerde sluiscapaciteit is het aantal schepen van gemiddelde lengte dat door de kolken van de sluis gezamenlijk in één uur geschut kan worden gecorrigeerd voor de misbalans voor vaarrichting van het scheepsaanbod. Doordat soms leeg geschut moet worden omdat het scheepsaanbod uit één richting groter is dan uit de ander, gaat capaciteit verloren (stap 9). In deze stap wordt de capaciteit hierop aangepast. Stap 10 komt tot stand door stap 8 te vermenigvuldigen met stap 9.
- 10 **Het piekaanbod per uur in aantal schepen:** Met behulp van de gegevens per sluis uit IVS'90 voor het jaar 2014 is bepaald wat het piekaanbod per uur voor de betreffende sluis is. Om te corrigeren voor toevalligheden bij het meten (bijvoorbeeld een complete schutting valt om 13.00 uur en nog net om 13.59 uur waardoor uur 13 een hoge piek krijgt en het aanbod in uur 14 veel lager lijkt) en incidenteel scheepsaanbod (in uur 13 valt een relatief groot aantal klasse I en II schepen, terwijl in uur 14 relatief veel klasse Va schepen geschut worden), is het piekaanbod bepaald naar aanleiding van de drie drukste opeenvolgende uren in het jaar 2014. Met 'drukste uren' wordt het hoogste scheepsaanbod in aantal schepen per uur gedurende deze drie opeenvolgende uren bedoeld. Verondersteld wordt dat – wat betreft scheepsklassen en -lengtes – gedurende deze uren een voor die sluis gemiddeld scheepsaanbod werd geschut.
- 11 **Het piekaanbod in procenten van de sluiscapaciteit:** Dit percentage geeft aan in hoeverre de sluiscapaciteit in schepen per uur op het moment van piekaanbod (de drukste uren van het jaar) werd benut. Zo geeft een percentage van 50% aan dat tijdens de fase met piekaanbod nog twee keer zoveel schepen van het gemiddeld aanbod geschut konden worden. Stap 12 komt tot stand door stap 11 te delen door stap 10 en vervolgens met 100% te vermenigvuldigen.
- 12 **Het piekaanbod in procenten van de sluiscapaciteit, inclusief de invloed van recreatievaart:** Dit percentage geeft aan in hoeverre de sluiscapaciteit in schepen per uur op het moment van piekaanbod (de drukste uren van het jaar) werd benut, inclusief de invloed van recreatieschepen. De invloed van recreatie is gecalculeerd door 2 (relatief weinig recreatievaart) tot 6

(relatief veel recreatievaart) schepen van de gemiddelde lengte (9 meter) van een recreatieschip toe te voegen aan het piekaanbod uit stap 11. Er is een correctiefactor van 1/3 voor scheepslengte gehanteerd omdat verondersteld wordt dat er gemiddeld 3 recreatieschepen naast elkaar of naast andere schepen kan worden geschut.

- 13 **De restcapaciteit van de sluis tijdens uren met piekaanbod in aantal schepen per uur:** De restcapaciteit geeft aan hoeveel schepen van de voor die sluis gemiddelde lengte er tijdens de uren met het hoogste scheepsaanbod in 2014 per uur nog extra geschut konden worden. Verondersteld wordt dat tijdens de drie opeenvolgende uren van piekaanbod (zie stap 11) het scheepsaanbod het gemiddeld scheepsaanbod van die sluis benaderde. Stap 14 komt tot stand door stap 10 te verminderen met stap 12.
- 14 **De totale sluiscapaciteit in schepen per 24 uur, gecorrigeerd voor vaarrichting:** Zoals gezegd wordt vanaf stap 15 gekeken naar de capaciteit per dag in plaats van per uur. Alle veronderstellingen van het model zijn wel identiek aan die genoemd in de stappen 1 tot en met 14. Opnieuw is het aantal schepen in deze stap dus het aantal schepen van de voor die sluis gemiddelde lengte van het scheepsaanbod en is gecorrigeerd voor vaarrichting (zie stap 9). Stap 15 komt tot stand door stap 10 te vermenigvuldigen met een factor 24.
- 15 **Het piekaanbod per dag in aantal schepen:** Met behulp van de gegevens per sluis uit IVS'90 voor het jaar 2014 is bepaald wat het piekaanbod per dag voor de betreffende sluis is. Het betreft hier het grootste scheepsaanbod op één dag in 2014.
- 16 **Het piekaanbod in procenten van de sluiscapaciteit, inclusief de invloed van recreatievaart:** Dit percentage geeft aan in hoeverre de sluiscapaciteit in schepen per dag op de dag met piekaanbod (de drukste dag van het jaar) werd benut, inclusief de invloed van recreatieschepen. De invloed van de recreatievaart is bepaald door het aantal recreatieschepen uit stap 13 te vermenigvuldigen met 10 (gezien het aanbod van de recreatievaart gedurende een dag niet constant wordt ondersteld en het in stap 13 een piekaanbod betreft).
- 17 **Het piekaanbod in procenten van de sluiscapaciteit, inclusief de invloed van recreatievaart, in een situatie waarin 20 uur per dag wordt geschut:** Dit percentage geeft aan in hoeverre de sluiscapaciteit in schepen per dag op de dag met piekaanbod (de drukste dag van het jaar) werd benut, inclusief de invloed van recreatieschepen, in een situatie dat niet 24 uur maar 20 uur per dag zou worden geschut. Tevens kan deze correctie worden gezien als correctiefactor voor de relatief rustige uren tussen 23.00 en 06.00 uur. Stap 18 komt tot stand door stap 17 te vermenigvuldigen met 24 uur en vervolgens te delen door 20 uur.
- 18 **Het piekaanbod in procenten van de sluiscapaciteit, inclusief de invloed van recreatievaart, in een situatie waarin 16 uren per dag wordt geschut:** Dit percentage geeft aan in hoeverre de sluiscapaciteit in schepen per dag op de dag met piekaanbod (de drukste dag van het jaar) werd benut, inclusief de invloed van recreatieschepen, in een situatie dat niet 24 uur

maar 16 uur per dag zou worden geschut. Stap 19 komt tot stand door stap 17 te vermenigvuldigen met 24 uur en vervolgens te delen door 16 uur.

4.2 Opmerkingen bij het huidig gebruik en de capaciteitsanalyse van de sluizen

Bij het berekenen van de sluiscapaciteit is uitgegaan van een aantal veronderstellingen. Daarnaast dient nog een aantal opmerkingen en kanttekeningen gemaakt te worden ten aanzien van het uitgevoerde stappenplan. In deze paragraaf zijn deze punten opgenomen.

- In samenspraak met RWS is de invloed van storingen en stremmingen in het model voor het berekenen van de capaciteit van de sluizen niet meegenomen. Het betreft hier incidenten en het is gebleken dat storingen voor de berekening van de PIN Wachttijden een te verwaarlozen invloed hebben. Derhalve wordt deze invloed ook hier niet meegenomen.
- Bij het berekenen van de capaciteit van de sluizen spelen de gegevens die verkregen zijn uit het systeem IVS'90 een centrale rol (met name bij het bepalen van het piekaanbod per uur en het berekenen van de gemiddelde lengte van een schip). Tijdens het analyseren van de data zijn echter enkele tekortkomingen van dit systeemesignaleerd die niet onopgemerkt kunnen worden. Zo bleek dat in de bestanden veel dubbele regels van hetzelfde scheeps-ID zijn opgenomen. Concreet betekent dit dat sommige scheepspassages tot wel boven de honderd keer zijn meegeteld. Verondersteld wordt dat deze dubbeltellingen weinig invloed hebben gehad op het aanbod gedurende de maanden en dagen omdat hun aantal dermate groot is dat ze verondersteld worden een gelijke invloed door de tijd te hebben gehad. Piekmomenten werden handmatig en op het oog uit IVS'90 geëxtraheerd. Hierbij is uiteraard wel gecontroleerd voor dubbeltellingen.
- De capaciteit die met het model wordt berekend betreft een technische, theoretische capaciteit. Er is zo goed mogelijk gepoogd de gemiddelde lengte van een schip te benaderen, alsmede de passeertijd en het piekaanbod. Deze laatste twee zijn voorgelegd aan sluisoperators van RWS; deze bleken een adequate benadering van de praktische werkelijkheid. Desalniettemin kan de operationele capaciteit lager of hoger liggen dan door het model berekend. Zo zijn de menselijke factor en bepaalde schutstrategieën niet meegenomen.
- Het model veronderstelt een gemiddeld scheepsaanbod tijdens piekmomenten. Om de werkelijkheid zo goed mogelijk te benaderen is gekeken naar de drukste drie opeenvolgende uren in plaats van het drukste unieke uur. Incidentele invloeden kunnen echter niet

geheel uitgesloten worden. Zo kan het zijn dat de gemiddelde lengte van het scheepsaanbod ten tijde van piekmomenten lager of juist hoger lag dan de gemiddelde lengte van het scheepsaanbod gedurende het jaar.

- Het model veronderstelt de mogelijkheid van constant schutten; de menselijke factor en operationele capaciteit (beschikbaarheid) van sluisoperators kunnen deze mogelijkheid beperken.
- Het model veronderstelt volledige kolkvulling. Dit betekent dat technisch gezien de kolk constant maximaal gevuld kan worden. Het operationele aanbod zal hier niet in alle situaties op aansluiten. Verondersteld wordt dat dit gemiddeld genomen wel mogelijk is.
- Het model veronderstelt dat alle scheepstypes bij elkaar in één kolk kunnen worden geschut. Praktisch gezien zal dit niet altijd kunnen (denk aan zeer grote schepen in combinatie met zeer kleine schepen). Dit zou de operationele capaciteit kunnen verlagen.
- De cijfers opgenomen in het model zijn bij de berekening niet tussentijds afgerond, hierdoor kunnen afrondingsverschillen voorkomen.
- Hoewel het model de technische invloed van de recreatievaart meeneemt (namelijk de lengte van deze schepen en hun invloed op de vulling van de kolk); kan de recreatievaart ook een vertragende factor zijn (er moeten meer schepen invaren). Omdat dit een operationele en geen technische factor is, is deze niet geïncorporeerd in het model. Verwacht wordt dat de invloed – met uitzondering van enkele zeer uitzonderlijke gevallen – over het algemeen genomen, klein is.
- Voor Sluis Roermond zijn – gezien het zeer grote aanbod van recreatieschepen in sommige tijden van het jaar – 25 recreatieschepen per uur tijdens het piekaanbod meegenomen.
- Voor Sluis Schijndel is bij het berekenen van de capaciteit niet het jaar 2014, maar het jaar 2015 genomen, omdat het aanbod van schepen in 2015 in hoge mate is veranderd ten opzichte van 2014. Dit komt door de al eerder genoemde opening van het Máximakanaal. Hierdoor kunnen grotere schepen (tot CEMT-Klasse IV) dan voorheen (CEMT-Klasse II) tot aan Veghel varen. Omdat geen gedetailleerde aanbodcijfers (slechts het aantal passages per dag) uit IVS'90 voor het jaar 2015 voorhanden waren, zijn als volgt de gemiddelde afmeting van de schepen en het piekaanbod per uur berekend:
 - In 2014 bedroeg de vervoerde lading door Sluis Schijndel 2,622 miljoen ton; in 2015 2,797 miljoen ton. In 2014 waren er 12.760 beroepsvaartpassages; in 2015 waren dit er 9.529. Het gemiddelde tonnage per schip steeg dus van 205 naar 294 ton per schip. Dit is een procentuele stijging wat betreft vervoerde lading van gemiddeld 43,4% per schip. Verondersteld wordt dat deze gestegen lading per schip gefaciliteerd wordt door de toegenomen lengte van de schepen. Derhalve is de typische afmeting van de schepen met 43,4% vermeerderd naar 74 meter in 2015.
 - Het aantal beroepsvaartpassages daalde zoals gezegd van 12.760 naar 9.529. Dit is een daling van 25,3%. Dit percentage is in mindering gebracht op het piekaanbod per uur van 2014 en gebruikt als piekaanbod per uur in 2015.
 - Het hoogste aanbod voor een dag werd gehaald uit het RWS-systeem NIS. Het hoogste aanbod was op 23 oktober 2015 met 74 beroepsvaartpassages.

- De percentages aangaande piekbelasting in het model kunnen niet vergeleken worden met de PIN Wachttijden. De percentages uit het model geven aan in hoeverre de capaciteit van een sluis *op de piekmomenten* wordt belast; de PIN Wachttijden geven een indicatie van de wachttijd gemeten over *alle passages* in een jaar. Wel lijkt er een verband tussen beide cijfers te bestaan: de sluizen met een hoog percentage piekbelasting scoren over het algemeen relatief een laag percentage op de PIN Wachttijd. Het verband zou logisch verklaard *kunnen* worden doordat bij een sluis waarvan een groot deel van de capaciteit wordt benut, de wachttijden kunnen oplopen. Een eventueel verband tussen beide cijfers zou echter nader onderzocht moeten worden.

4.3 Uitkomsten capaciteitsanalyse

De uitkomsten van de capaciteitsanalyse van de sluizen zijn samengevat in tabel 5. Te zien is dat tijdens piekuren de sluizen Sint Andries, Grave en Schijndel tegen hun maximale capaciteit aanlopen. Ook de voor het onderzoeksgebied belangrijke toegangssluis Weurt en Sluis Lith lopen op piekmomenten richting hun maximale capaciteit. Deze wordt echter nog niet bereikt. Voor de andere sluizen in het onderzoeksgebied worden in de nabije toekomst weinig problemen verwacht als het aankomt op de technische capaciteit van de sluizen. Wel kan het zo zijn dat er door operationele beperkingen capaciteitsproblemen ontstaan. Als het gaat om de benutting van de sluizen per dag (24 uur), dan kent Sluis Schijndel de hoogste benuttingsgraad, gevolgd door Sluis Sint Andries en Sluis Grave. Als uitgegaan wordt van een reële benutting van 16 tot 18 uur per dag (tussen 23.00 en 06.00 uur is het doorgaans erg rustig op de vaarwateren), dan gaan Sluis Schijndel en Sluis Sint Andries op de drukste dagen van het jaar richting maximale capaciteitsbenutting. Bij de overige sluizen in het onderzoeksgebied is dit niet het geval.

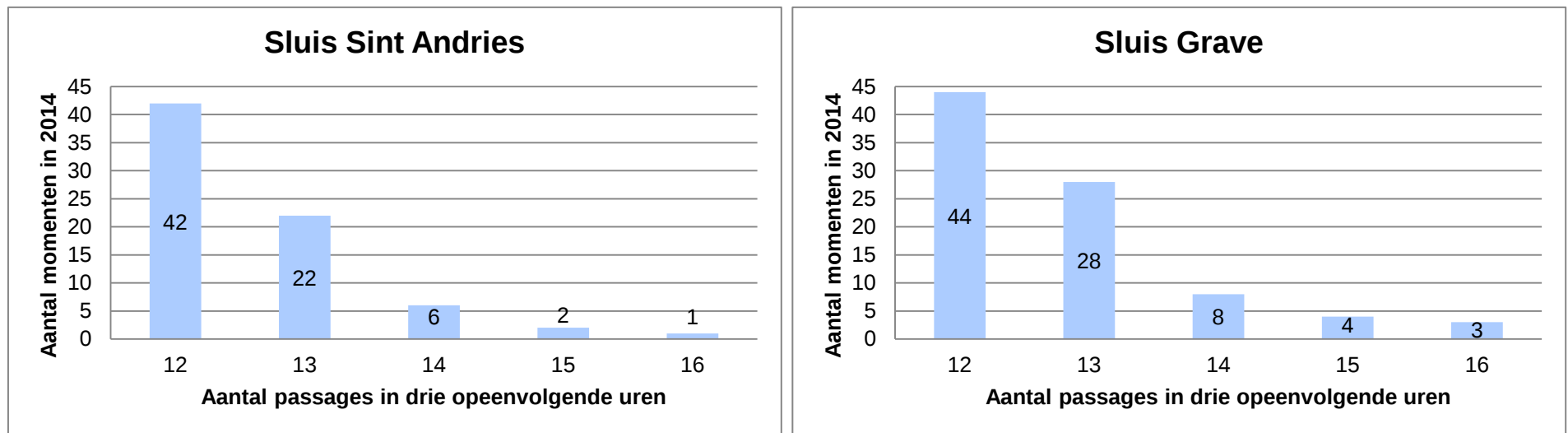
Tabel 4.5 Resultaten capaciteitsanalyse sluizen

Stap	(Rest)capaciteit sluis	Sint Andries	Lith		Grave	Weurt		Sambeek			Belfeld			Heel		Maasbracht			Born			Schijndel (2015)	Boscherveld	Panheel		Roermond
		Kolk I	Zuid	Noord	Kolk I	West	Oost	West	Midden	Oost	West	Midden	Oost	West	Oost	West	Midden	Oost	West	Midden	Oost	Kolk I	Kolk I	Kolk I	Kolk II	Kolk I
1	Kolklengte (meter)	110	113,5	200	142	262	266	142	142	259	142	142	242	142	225	142	142	225	136	225	142	110	130	150	145	260
2	Functionele kolklengte (meter)	105	108	190	135	249	253	135	135	246	135	135	230	135	214	135	135	214	129	214	135	105	124	143	138	247
3	Gem. aantal meters kolk gevuld per schip (meter) (o.b.v. aanbod 2014)	63	68		74	81		79			80			79		73			71			74	47	51		91
4	Aantal schepen per schutting o.b.v. gem. lengte	1,6	1,6	2,8	1,8	3,1	3,1	1,7	1,7	3,1	1,7	1,7	2,9	1,7	2,7	1,9	1,9	2,9	1,8	3,0	1,9	1,4	2,6	2,8	2,7	2,7
5	Passeertijd (minuten)	25	21		18	24		16			16			16		18			18			19	31	25		19
6	Max. aantal schuttingen per uur o.b.v. passeertijd	2,4	2,9	2,9	3,3	2,5	2,5	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	1,9	2,4	2,4	3,2
7	Capaciteit aantal schepen per uur o.b.v. max. aantal schuttingen en schepen	4,0	4,5	7,9	6,1	7,7	7,8	6,4	6,4	11,6	6,3	6,3	10,8	6,4	10,2	6,2	6,2	9,8	6,1	10,0	6,3	4,5	5,1	6,8	6,5	8,5
8	Totale sluiscapaciteit aantal schepen per uur	4,0	12,4		6,1	15,5		24,4			23,5			16,6		22,2			22,4			4,5	5,1	13,3		8,5
9	Misbalans vaarrichting (correctiefactor voor leeg schutten)	0,94	0,86		0,82	0,88		0,93			0,91			0,91		0,94			0,94			0,96	1,00	0,86		0,98
10	Totale sluiscapaciteit per uur gecorrigeerd voor vaarrichting (aantal schepen per uur)	3,7	10,7		5,0	13,6		22,6			21,3			15,1		20,9			21,1			4,3	5,1	11,4		8,4
11	Piekaanbod per uur o.b.v. drukste 3 opeenvolgende uren 2014 (aantal schepen per uur)	5,3	8,7		5,3	11,7		11			8			7,3		9,3			9,0			4,5	3,0	7,3		2,7
12	Piekaanbod t.o.v. sluiscapaciteit	143%	81%		106%	86%		49%			38%			49%		45%			43%			104%	59%	64%		32%
13	Incl. invloed recreatievaart op vulling sluis (o.b.v. lengte recreatieschepen)	145%	83%		109%	86%		49%			38%			49%		45%			43%			109%	60%	65%		42%
14	Restcapaciteit aantal schepen van gemiddelde lengte per uur t.o.v. piekaanbod per uur in 2014 (aantal schepen per uur)	-1,6	2,0		-0,3	1,9		11,6			13,3			7,8		11,6			12,1			-0,2	2,1	4,1		5,7
15	Totale sluiscapaciteit per 24 uur gecorrigeerd voor vaarrichting (aantal schepen)	89	257		120	327		542			512			363		502			530			103	123	183		201
16	Piekaanbod per dag o.b.v. drukste dag (grootste aanbod) 2014 (aantal schepen)	58	86		65	128		120			99			87		110			102			74	20	35		24
17	Piekaanbod t.o.v. dagelijkse sluiscapaciteit, incl. invloed recreatievaart op vulling sluis	66%	34%		55%	39%		22%			20%			24%		22%			19%			74%	17%	20%		14%
18	O.b.v. 20 operationele uren	79%	41%		66%	47%		27%			23%			29%		26%			23%			89%	20%	24%		16%
19	O.b.v. 16 operationele uren	99%	52%		83%	59%		34%			29%			36%		33%			29%			111%	26%	30%		20%

Om meer betekenis te geven aan deze cijfers, is voor twee sluizen (Sluis Sint Andries en Sluis Grave) met een hoge capaciteitsbenutting gekeken hoe vaak de gebruikte piekbelasting in 2014 voorkwam. Voor Sluis Schijndel was dit niet mogelijk, omdat voor deze sluis – zoals al eerder genoemd – geen gedetailleerde cijfers voor het jaar 2015 voorhanden waren. In de drie drukste opeenvolgende uren van 2014 ontving zowel Sluis Sint Andries als Sluis Grave 16 schepen (gemiddeld 5,3 per uur). Gekeken is naar het aantal keren dat in 2014 75 tot 100% van het piekaanbod gehaald werd; dit komt dus neer op 12 tot 16 beroepsvaartpassages in drie opeenvolgende uren.

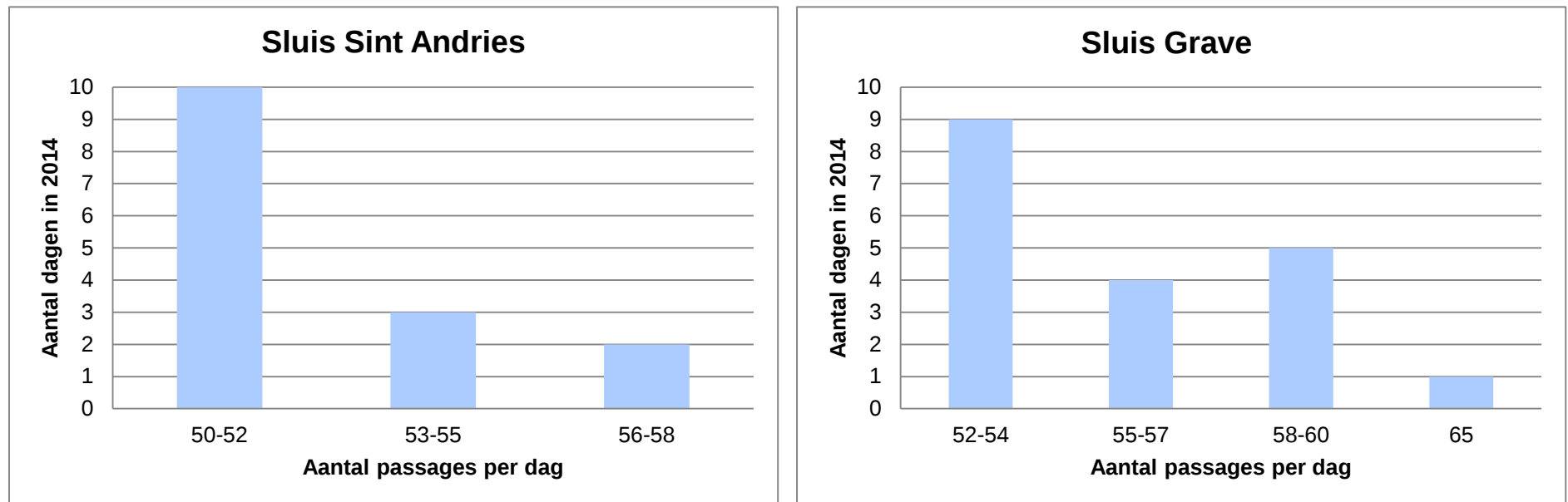
Uit de data uit IVS blijkt dat het piekaanbod (16) voor Sint Andries éénmalig was in dat jaar; bij Sluis Grave kwam het piekaanbod op drie dagen in 2014 voor. Als gekeken wordt naar het aantal keren dat in 2014 75 tot 100% van het piekaanbod werd gehaald, dan is dat cijfer een stuk hoger, namelijk 73 keer voor Sint Andries en zelfs 87 keer voor Sluis Grave. Dit betekent dus dat er bij Sluis Sint Andries in 2014 73 keer een periode van drie opeenvolgende uren was waarop de maximale capaciteit werd overschreden (immers bij 16 passages is de benutting 145%; bij 12 passages is dit nog altijd $0,75 \times 145\% = 109\%$). Dit duidt op een zeer frequente maximale benutting van de sluis. Omdat Sluis Grave bij het piekaanbod van 16 schepen een lager benuttingspercentage van 109% kent, wordt de capaciteit weliswaar op enkele momenten per jaar maximaal benut, maar ligt dit slechts voor de zevenmaal in 2014 dat er 15 of 16 passages in drie opeenvolgende uren waren, boven 100%.

Figuur 4.9 Aantal momenten dat piekaanbod (in aantal passages in drie opeenvolgende uren) in 2014 is voorgekomen



Voor het aanbod per dag (24 uur) blijkt voor Sluis Sint Andries dat in vijf dagen in 2014 er een aanbod was van 53 tot 58 schepen (90 tot 100% van het piekaanbod). Voor nog eens tien dagen bedroeg het aanbod 50 tot 52 schepen. Daarmee viel op relatief veel dagen een hoog aanbod te noteren. Bij Sluis Grave is dit beeld iets anders. Op één dag in 2014 werd een piekaanbod van 65 schepen behaald. Op nog eens negen dagen was er een aanbod van 55 tot 60 schepen. Dit is echter al behoorlijk lager dan de piek van 65 schepen.

Figuur 4.10 Aantal dagen dat piekaanbod (in aantal passages per dag) in 2014 is voorgekomen



Hoofdstuk 5 **Conclusies**

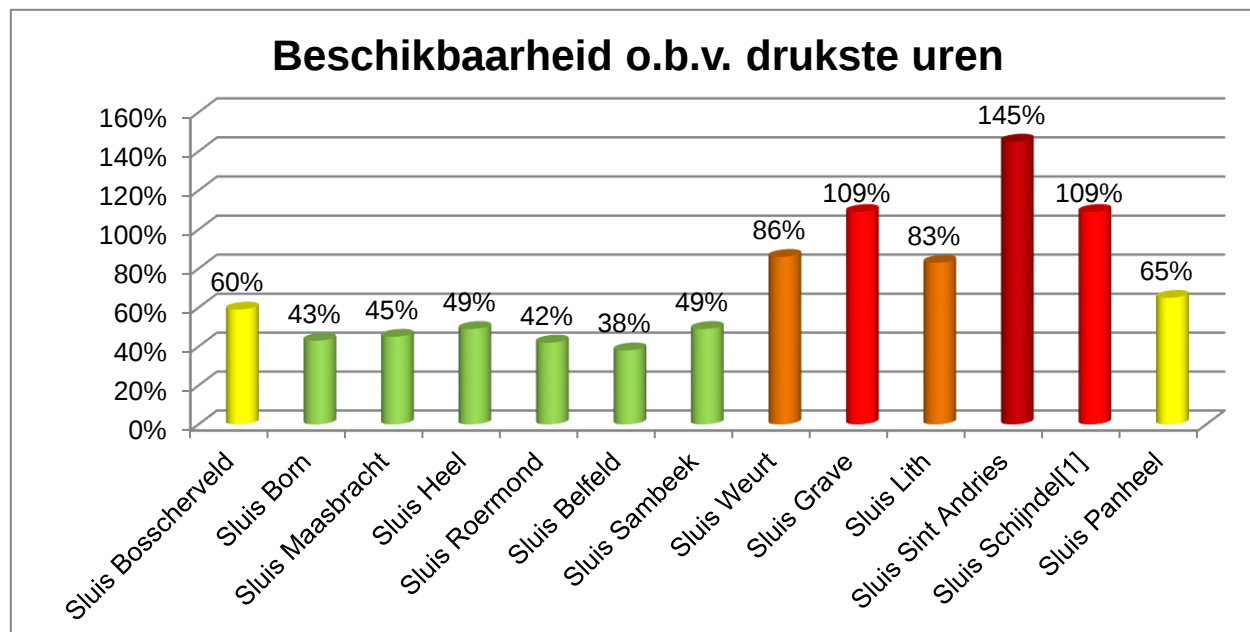
Sluis Weurt kent als toegangssluis van de Noord-Zuidroute van de Maas het hoogste scheepsaanbod van de beroepsvaart. De West-Oosttak van de Maas wordt minder intensief benut, maar de infrastructuur in de vorm van de sluizen is hier ook minder goed op toegerust. Geconcludeerd kan namelijk worden dat de sluizen Sint Andries, Grave en Schijndel in uren met piekaanbod tegen hun maximale capaciteit aanzitten. Vooral Sluis Sint Andries loopt vaak tegen zijn maximale capaciteit; het piekmoment komt namelijk vaak voor. Op piekmomenten is er een overaanbod van 1,6 schip per uur van de voor die sluis gemiddelde lengte. Voor Sluis Grave kan in de toekomst frequenter piekaanbod verwacht worden door een intensiever gebruik van de West-Oosttak van de Maas door een toenemende frequentie van lage waterstanden op de Waal. In die situatie is er namelijk een verhoogd aanbod van beroepsvaartschepen op deze route. Nu al loopt deze sluis in piekuren tegen zijn maximale capaciteit. Het overaanbod is dan 0,3 schip van gemiddelde lengte per uur.

Tabel 5.1 Resultaten huidig gebruik sluizen (2014)

<i>Object</i>	<i>Maasroute?</i>	<i>Beroepsvaart Passages</i>	<i>Recreatievaart Passages</i>	<i>TEU</i>	<i>Ton (x1.000)</i>
Sluis Bossherveld	Nee	2.474	1.587	0	802
Sluis Born	Noord-Zuid	20.406	4.290	7.162	14.419
Sluis Maasbracht	Noord-Zuid	22.020	4.490	100.344	15.868
Sluis Heel	Noord-Zuid	19.149	4.050	100.139	15.238
Sluis Roermond	Nee	2.707	9.119	0	1.468
Sluis Belfeld	Noord-Zuid	20.272	7.962	99.333	16.334
Sluis Sambeek	Noord-Zuid	27.388	10.166	253.937	19.970
Sluis Weurt	Noord-Zuid	30.025	4.554	262.016	20.889
Sluis Grave	West-Oost	10.367	9.819	33.789	5.871
Sluis Lith	West-Oost	13.920	13.605	77.446	7.274
Sluis Sint Andries	Nee	9.752	4.388	3.909	4.014
Sluis Schijndel (2015)	Nee	9.529	1.797	62.885	2.797
Sluis Panheel	Nee	5.249	2.711	78	893

Ook Sluis Schijndel kent in de piekuren een overaanbod van 0,2 schip van gemiddelde lengte per uur. Daarnaast loopt de voor het onderzoeksgebied belangrijke toegangssluis Weurt op piekmomenten richting zijn maximale capaciteit. De restcapaciteit in piekuren bedraagt nog 1,9 schip van gemiddelde lengte per uur (een kleine tien procent bovenop de huidige piek). Voor de andere sluisen in het onderzoeksgebied worden in de nabije toekomst bij piekaanbod weinig problemen verwacht als het aankomt op de technische capaciteit van de sluisen. Wel kan het zo zijn dat er door operationele beperkingen capaciteitsproblemen ontstaan.

Figuur 5.1 Benutting capaciteit sluisen op piekuren in 2014



Percentage	Kleur
25%-50%	Green
50%-75%	Yellow
75%-100%	Orange
100%-125%	Red
125%-150%	Dark Red

[1] in 2015

Als het gaat om de benutting op piekdagen (de drukste dagen van het jaar), dan komt voornamelijk Sluis Schijndel als knelpunt naar voren. Met het aanbod in 2015 na de opening van het Máximakanaal, zit het piekaanbod per dag tegen de maximale capaciteit aan. De restcapaciteit bedraagt dan nog 29 schepen van gemiddelde lengte per dag, maar het is niet reëel te veronderstellen dat deze zich gelijk over de 24 uren van een dag aanbieden. Op basis van 18 operationele uren per dag, is er op deze drukste dag geen restcapaciteit meer; de maximale capaciteit is bereikt. Uit een gesprek met de sluisoperators kwam ook naar voren dat Sluis Schijndel in de praktijk inderdaad als knelpunt in het netwerk in Zuid-Nederland wordt ervaren. Zeker als wordt gekeken naar tussen de 16 en 20 operationele uren per dag,

kan dus gesteld worden dat Sluis Schijndel op de drukste dagen van het jaar tegen zijn maximale capaciteitsbenutting aan zit. Ook voor Sluis Sint Andries geldt dit, al is het in iets mindere mate. Voor deze sluis zijn het ongeveer vijf dagen per jaar waarbij de capaciteitsbenutting richting maximaal gaat. De restcapaciteit bedraagt dan nog 31 schepen van gemiddelde lengte op basis van continu schutten gedurende 24 uur per dag. Wordt dit aantal uren gesteld op 16 tot 20 operationele (bedien)uren, dan daalt de restcapaciteit al naar 0 tot 15 schepen van gemiddelde lengte. Wel gaat het hier natuurlijk om een relatief klein aantal dagen per jaar (5-10); op de overige dagen van het jaar is de huidige technische capaciteit toereikend.

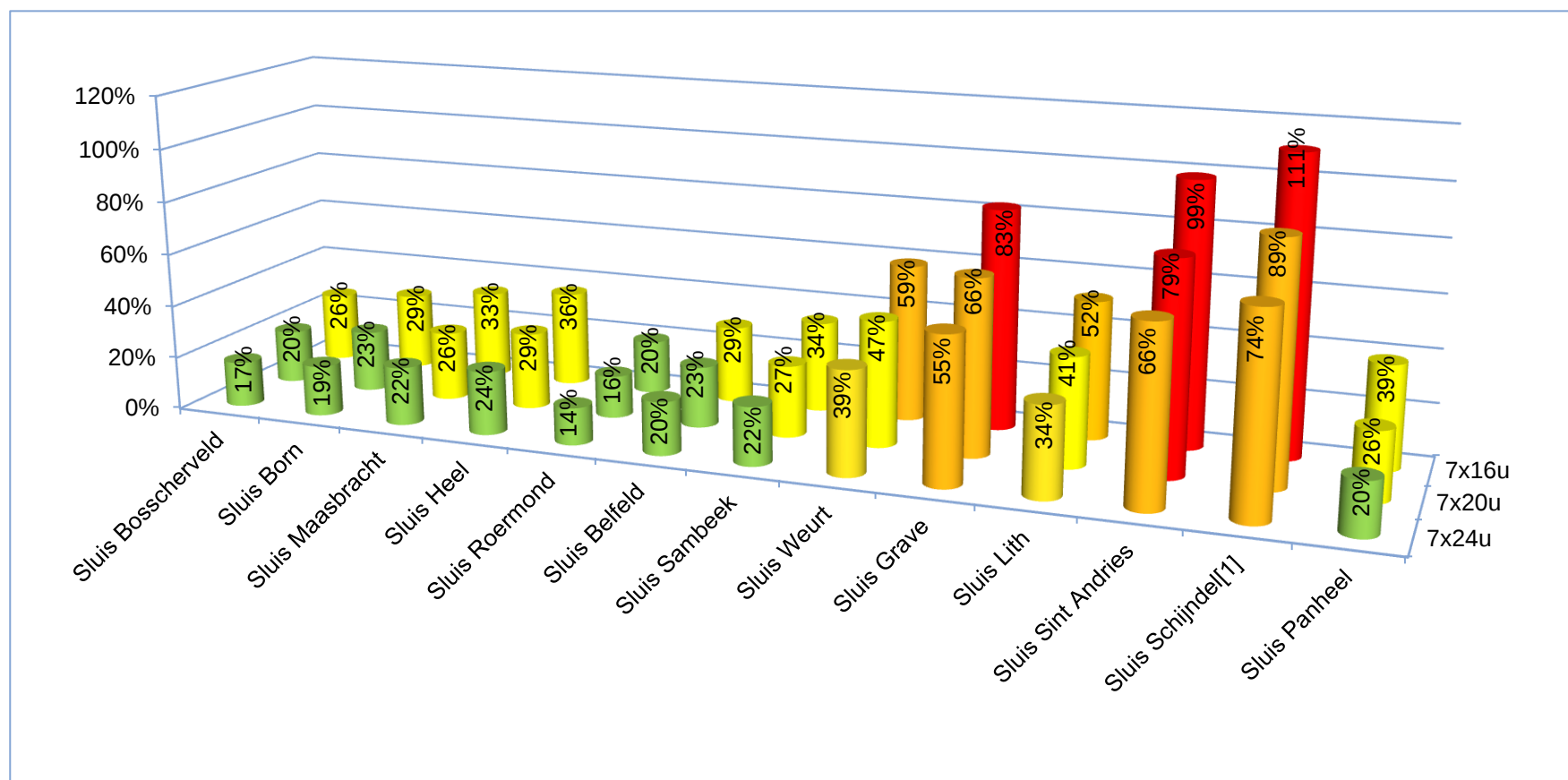
Op de ene dag in het jaar met piekaanbod bij Sluis Grave is het weliswaar druk, maar technisch gezien kan de sluis dat aanbod aan. Bovendien kende de één na drukste dag al een tien procent lager aanbod dan de drukste dag (waarop de restcapaciteit nog 55 schepen van gemiddelde lengte was, op basis van 24 uur).

Tabel 5.2 Benutting capaciteit sluizen op piekdagen in 2014, op basis van 24, 20 en 16 operationele uren

Object	24 uur	20 uur	16 uur
Sluis Bosscherveld	17%	20%	26%
Sluis Born	19%	23%	29%
Sluis Maasbracht	22%	26%	33%
Sluis Heel	24%	29%	36%
Sluis Roermond	14%	16%	20%
Sluis Belfeld	20%	23%	29%
Sluis Sambeek	22%	27%	34%
Sluis Weurt	39%	47%	59%
Sluis Grave	55%	66%	83%
Sluis Lith	34%	41%	52%
Sluis Sint Andries	66%	79%	99%
Sluis Schijndel (2015)	74%	89%	111%
Sluis Panheel	20%	26%	39%

Uren/dag	Percentage	Kleur
7x24	0%-25%	
7x20	25%-50%	
7x16	50%-75%	
	>75%	

Figuur 5.3 Benutting capaciteit sluizen op piekdagen in 2014, op basis van 24, 20 en 16 operationele uren (gevisualiseerd)



Omdat het model waar mee gewerkt is uit gaat van het aantal meters beschikbare kolk van de sluizen, worden de hier geïdentificeerde capaciteitsknelpunten veroorzaakt doordat er (op momenten) te weinig kolk lengte beschikbaar is. De sluizen in de Maas hebben – zeker na opwaardering in het kader van de Maaswerken – 2 of 3 kolken, waarbij steeds minstens één van 225 meter of langer; de technische capaciteit wordt hierdoor doorgaans substantieel verhoogd. In het geval van Sint Andries heeft de sluis twee kenmerken die de capaciteit beperken, namelijk een korte kolk lengte van 110 meter, gecombineerd met een lange passeertijd van 25 minuten. Deze twee aspecten gecombineerd leveren een beperkte capaciteit – en gecombineerd met het aanbod – een kleine of op momenten zelfs een negatieve

restcapaciteit op. Ook de andere twee sluizen die tegen hun maximale capaciteit oplopen (Schijndel en Grave) hebben slechts één relatief korte kolk, maar liggen niettemin in vaarwegen waar een substantiële hoeveelheid beroepsvaart plaatsvindt.

Tenslotte worden voor de andere sluizen in het onderzoeksgebied weinig problemen verwacht ten aanzien van de capaciteitsbenutting op piekdagen. Uit de capaciteitsberekening blijkt overal nog voldoende technische restcapaciteit te zijn.

20151288