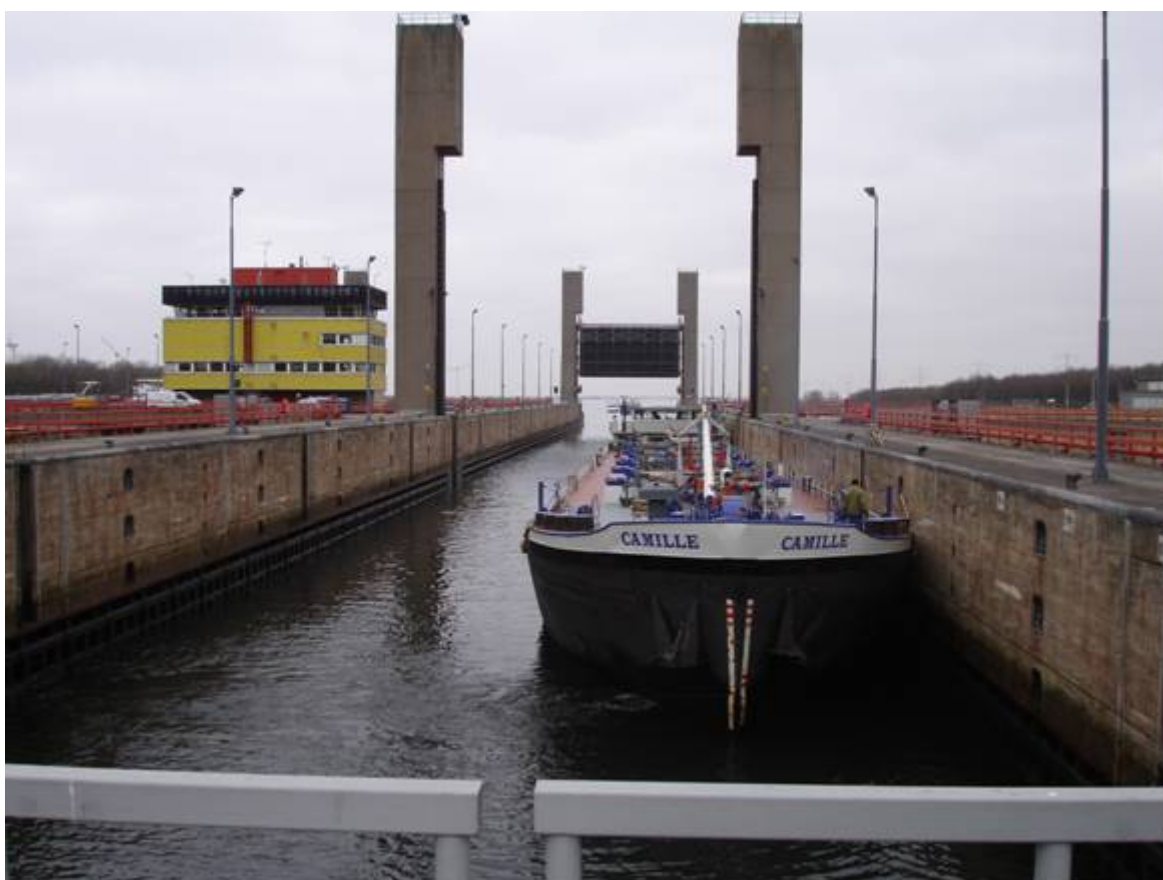


# Capaciteitsanalyse binnenvaart Scheldegebied

Eindrapportage



Opdrachtgever: Vlaams Nederlandse Schelde Commissie

ECORYS Nederland BV

Ewout Bückmann  
Jorrit Harmsen  
Tessa Sendar

Resource Analysis

Dries Goffin  
Tom Scheltjens

Rotterdam, 5 november 2009





ECORYS Nederland BV  
Postbus 4175  
3006 AD Rotterdam  
Nederland  
T (+31) 10 453 88 00  
W [www.ecorys.nl](http://www.ecorys.nl)  
K.v.K. nr. 24316726

Contactpersoon:  
- Ewout Bückmann



Resource Analysis  
Coveliersstraat 15  
B-2600 Antwerpen  
België  
T (+32) 3 270 00 30  
W [www.resource.be](http://www.resource.be)

Contactpersonen:  
- Tom Scheltjens



# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>1</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Achtergrond	9
1.2 Doelstelling	10
1.3 Aanpak	10
1.4 Leeswijzer	10
<b>2 Afbakening studiegebied en methodiek</b>	<b>11</b>
2.1 Afbakening studiegebied en te analyseren sluizen	11
2.2 Methodiek	13
<b>3 Capaciteitsanalyse sluizen</b>	<b>17</b>
3.1 Boven-Zeeschelde, sluis Merelbeke	17
3.2 Sluis Evergem	19
3.3 Dender, sluis Dendermonde	21
3.4 Zeekanaal Brussel-Schelde, zeesluis Wintam	22
3.5 Rupel / Beneden-Nete	24
3.5.1 Sluis Duffel	24
3.5.2 Sluis Zennegat	25
3.6 Antwerpse haven	26
3.7 Albertkanaal, sluis Wijnegem	26
3.8 Schelde-Rijn Verbinding	28
3.8.1 Kreekraksluis	28
3.8.2 Volkeraksluis	29
3.9 Kanaal door Zuid-Beveland	31
3.9.1 Sluis Hansweert	31
3.9.2 Krammersluis	32
3.10 Overzicht maximale wachttijden en I/C verhoudingen	34
<b>4 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>41</b>
<b>Bijlage gebruikte methode (model Kooman)</b>	<b>43</b>
<b>Bijlage achtergrond informatie Welvaart en Leefomgeving-scenario's</b>	<b>49</b>



# Samenvatting

Uit de rapportage ‘Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied, situatie 2007 en prognoses 2020/2040’ van ECORYS en Resource Analysis komt naar voren dat, in het bijzonder in het hoogste groeiscenario, er een sterke groei is van de binnenvaart in het Scheldegebied. De vraag dient zich dan ook aan in hoeverre de vaarwegen en vooral sluisen in het Scheldegebied hierop zijn berekend. Is het huidige netwerk wel toegerust op de verwachte groei? Is de dimensionering van de vaarwegen en de sluisen in het gebied voldoende, rekening houdend met zowel de groei in het scheepvaartverkeer als de ontwikkeling in de grootte van de ingezette schepen?

Onderliggende analyse heeft daarom als doel:

*Voor het onderzoeksgebied van de Verkeer- en vervoersstudie binnenvaart Scheldegebied, een indruk te krijgen van de intensiteit/capaciteit-ratio's (I/C-ratio's) voor de sluisen als indicator voor huidige en toekomstige potentiële knelpunten.*

De I/C ratio geeft aan welk deel van de schutcapaciteit van een sluis (in een maand of jaar) bezet wordt door scheepvaart. De “hinder” die een sluis veroorzaakt voor de afwikkeling van het scheepvaartverkeer, kan worden afgemeten aan de I/C-ratio (verhouding Intensiteit-Capaciteit). Naarmate deze waarde toeneemt, zal de vertraging voor de scheepvaart meer dan evenredig oplopen.

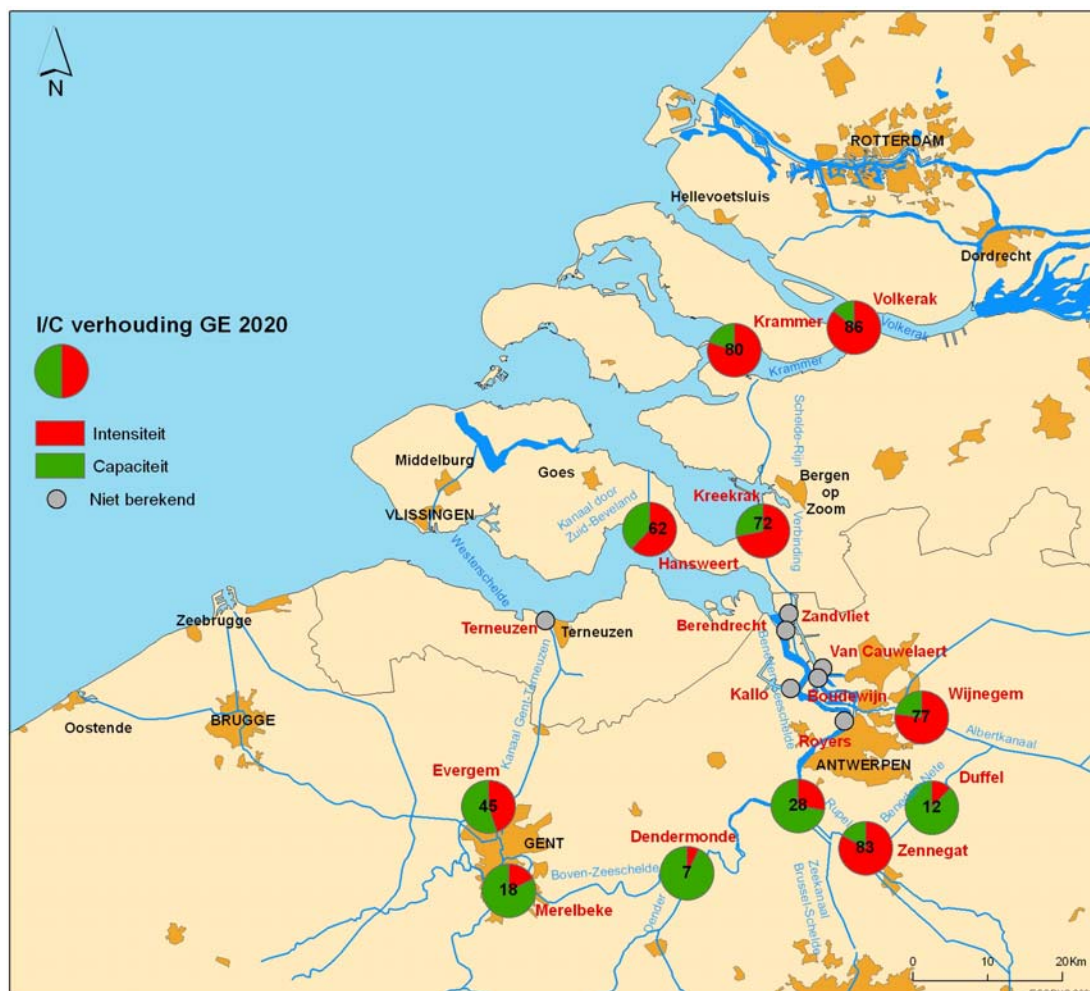
Om een eerste indruk te krijgen van de I/C-ratio's is gebruik gemaakt van het spreadsheetmodel van Kooman, dat door het Nederlandse DVS, onderdeel van Rijkswaterstaat, gebruikt wordt. Met behulp van dit model kan met input van de technische kenmerken van de sluis en het verwachte aantal passages door de sluis en andere kenmerken van de passerende schepen een schatting worden gemaakt van de gemiddelde passeertijd en de I/C verhouding. De vertraging die de scheepvaart door beperkte capaciteit van een sluis ondervindt, is af te leiden van deze passeertijd. Deze wachttijd is in de analyse vergeleken met de geldende normen in Nederland en Vlaanderen. Hoewel deze normen in definitie verschillen, komt de Vlaamse norm in de praktijk deze norm redelijk overheen met de 30 minuten gemiddelde wachttijd in een maatgevende maand die in Nederland wordt gehanteerd. Deze norm van 30 minuten is dan ook in deze rapportage gehanteerd.

## Overzicht maximale wachttijden en I/C verhoudingen

In onderstaande figuren zijn de I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in het scenario met de hoogste groei (GE-scenario) inclusief voor regionale ontwikkelingen in vervoerd volume en passages door de sluisen weergegeven, voor zichtjaar 2020 en 2040.

*Situatie 2020, GE-scenario, incl. regionale ontwikkeling*

Figuur 0.1 Overzicht van I/C verhoudingen van geselecteerde sluisen voor een maatgevende maand in het Scheldegebied in het GE-scenario inclusief regionale ontwikkelingen, 2020.



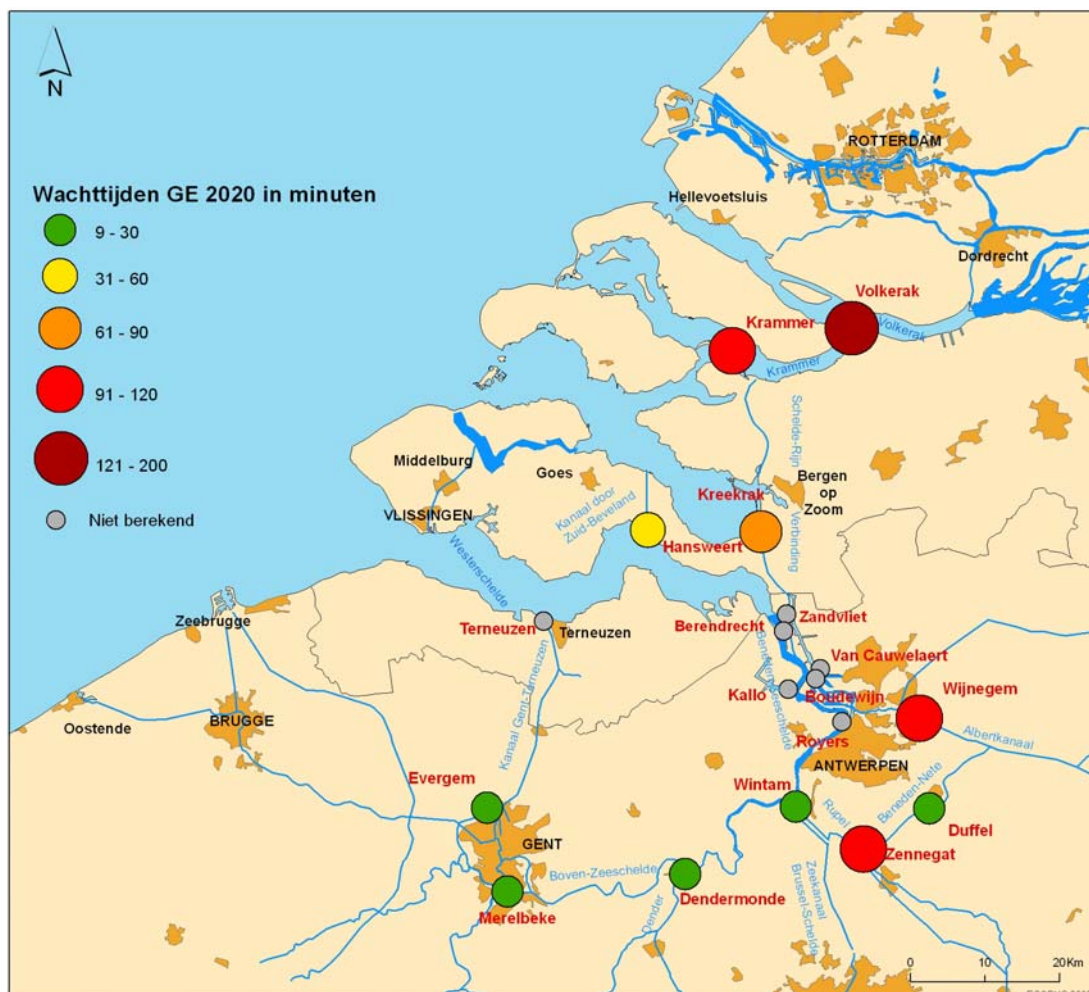
Bron: ECORYS/RA

Voor geen van de sluisen is in 2020 in het GE-scenario de volledige capaciteit benut. De sluisen van Merelbeke, Dendermonde, Duffel en zeesluis Wintam hebben nog ruim voldoende capaciteit. Sluis Evergem heeft ook een I/C-ratio onder de 50%. De capaciteit van de overige sluisen zal flink worden bezet, maar nog niet volledig.

In de onderstaande figuur zijn de resulterende gemiddelde wachttijden te zien. Deze wachttijden zijn benaderd door de gemiddelde passagetijd (modeluitkomst) te corrigeren voor de gemiddelde bedieningsduur (benodigde tijd voor het nivelleren en openen en sluiten van de sluisdeuren) en de gemiddelde duur van het uitvaren van de sluis.



Figuur 0.2 Overzicht van de gemiddelde wachttijden voor een maatgevende maand van de sluisen in het Scheldegebied in het GE-scenario inclusief regionale effecten, 2020.



Bron: ECORYS/RA

In bovenstaande figuur is de hoogte van de gemiddelde wachttijd per sluis aangegeven door de grootte en kleur van de cirkel. Voor de sluisen van Evergem, Merelbeke, Dendermonde, Duffel en zeesluis Wintam is de gemiddelde wachttijd (voor een maatgevende maand) lager dan de norm. Voor de overige sluisen is de grenswaarde overschreden in het hoogste groei (GE) scenario in 2020. Bij Hansweert is de overschrijding beperkt, maar bij de andere sluisen substantieel. De gemiddelde wachttijd loopt op tot meer dan anderhalf uur voor de Krammersluis, sluis Wijnegem en sluis Zennegat. Bij de Volkeraksluis loopt de gemiddelde wachttijd zelfs op tot meer dan 2 uur. Dit sluit aan bij de eerder gepresenteerde I/C-ratio's.

*Situatie 2020, GE-scenario, autonome ontwikkeling*

Onderstaande tabel toont de I/C-ratio's en berekende gemiddelde wachttijden voor dezelfde situatie maar dan zonder rekening te houden met substantiële regionale ontwikkelingen, dus alleen o.b.v de autonome groei.

Tabel 0.1 Overzicht van I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden van geselecteerde sluizen voor een maatgevende maand in het Scheldegebied in het GE-scenario volgens autonome ontwikkelingen, 2020.

Sluis	I/C-ratio	Gem. wachttijd
Merelbeke	0,18	9
Evergem	0,41	18
Dendermonde	0,07	<11
Zeesluis Wintam	0,28	16
Duffel	0,12	24
Zennegat	0,83	112
Wijnegem	0,78	98
Kreekrak	0,75	73
Volkerak	0,73	60
Hansweert	0,42	21
Krammer	0,53	50

Bron: ECORYS/RA

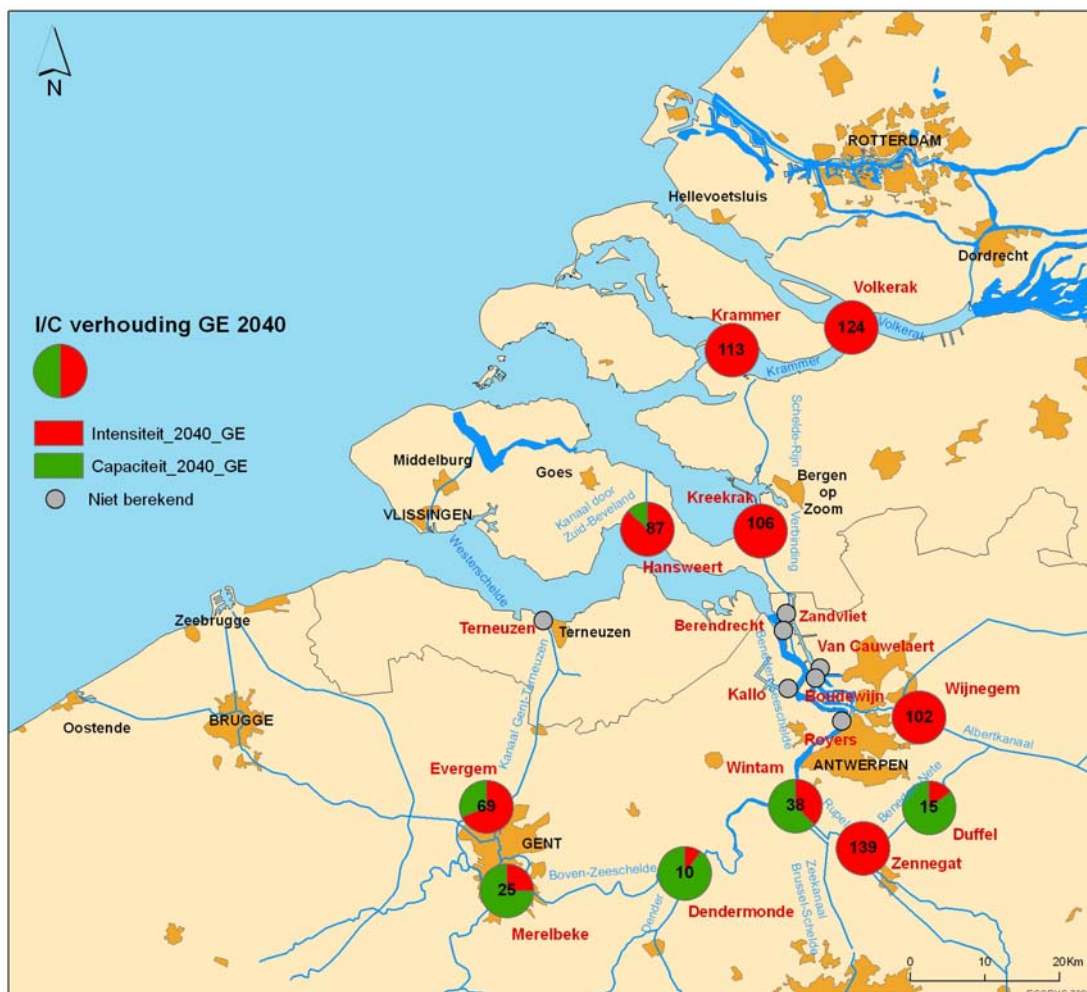
Bij autonome ontwikkeling blijft in het scenario met de hoogste groei (GE-scenario) het beeld vergelijkbaar. Voor geen van de sluizen is in 2020 de volledige capaciteit benut. De sluizen van Merelbeke, Evergem, Dendermonde, Duffel en zeesluis Wintam hebben nog ruim voldoende capaciteit en een gemiddelde wachttijd lager dan de norm.

Bij alleen autonome ontwikkeling zijn de Volkeraksluis en Krammersluis een stuk minder druk bezet. De gemiddelde wachttijd halveert ten opzichte van de situatie inclusief regionale ontwikkeling, maar is nog steeds ruim boven de norm van 30 minuten. Voor sluis Hansweert is de gemiddelde wachttijd bij autonome ontwikkeling binnen de norm, terwijl dit inclusief regionale ontwikkeling duidelijk boven de norm is. De regionale ontwikkeling, vooral de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate grootschalige containeroverslag in Vlissingen, hebben daarmee flinke invloed op de passages en de hinder bij de sluizen. Het wel of niet ontstaan van knelpunten of het moment waarop een knelpunt ontstaat, is dus rechtstreeks afhankelijk van bovenstaande ontwikkelingen.

#### *Situatie 2040, GE-scenario, incl. regionale ontwikkeling*

In het GE-scenario vindt er flinke groei van het binnenvaartverkeer en –vervoer plaats tussen 2020 en 2040. Dit resulteert in flink hogere I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden, zoals in de volgende figuren is te zien.

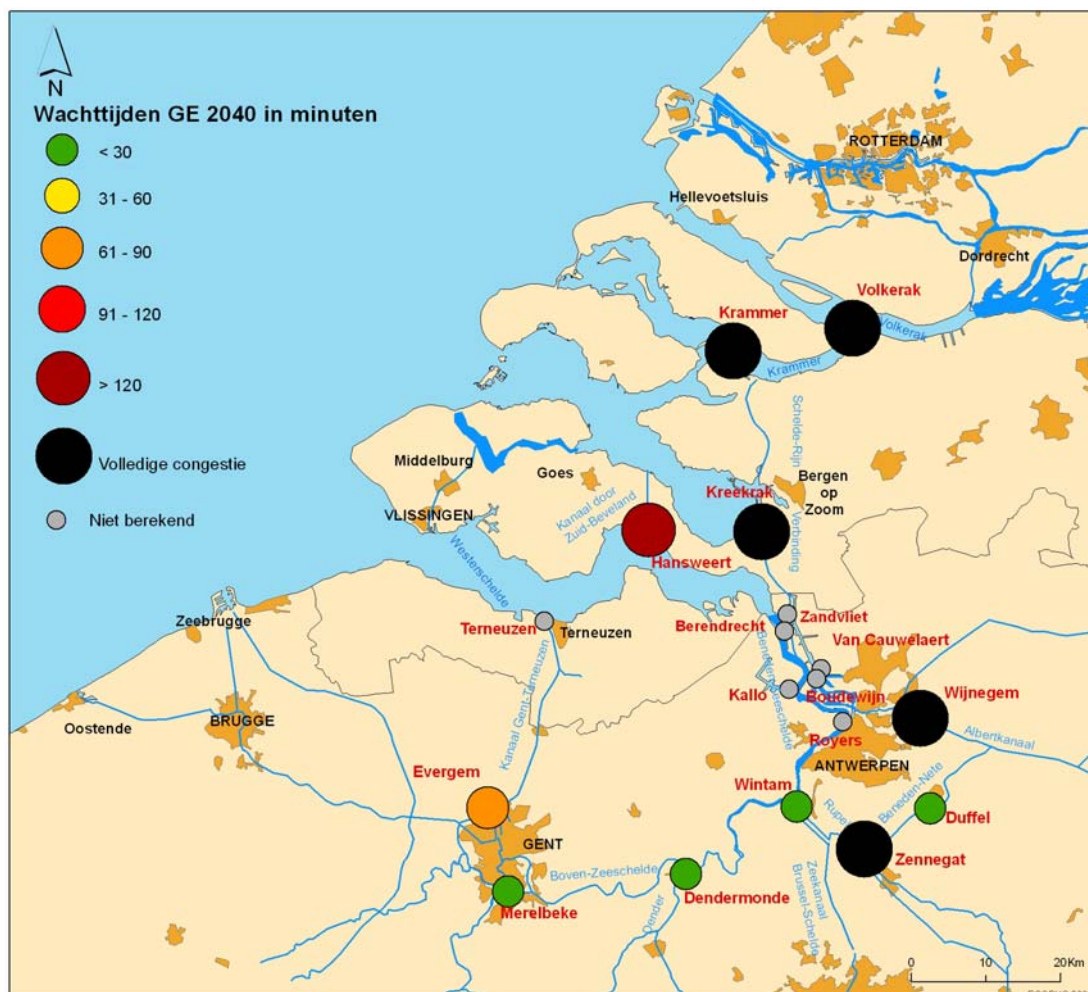
Figuur 0.3 Overzicht van I/C ratio's in een maatgevende maand van geselecteerde sluisen in het Scheldegebied in het GE-scenario inclusief regionale ontwikkelingen, 2040.



Bron: ECORYS/RA

In het GE-scenario is voor een aantal sluisen de volledige capaciteit benut: sluis Wijnegem en sluis Zennegat in Vlaanderen en de Volkeraksluis, Krammersluis en Kreekraksluis in Nederland. De sluisen van Merelbeke, Dendermonde, Duffel en zeesluis Wintam hebben ook in 2040 nog ruim voldoende capaciteit, maar ook hier is het drukker dan in 2020 in hetzelfde scenario.

Figuur 0.4 Overzicht van de gemiddelde wachttijden voor een maatgevende maand van de sluisen in het Scheldegebied in het GE-scenario inclusief regionale effecten, 2040.



Bron: ECORYS/RA

Voor de sluisen met een I/C ratio van 1 of hoger is de gemiddelde wachttijd oneindig hoog, doordat niet alle schepen die dat wensen de sluis kunnen passeren. Dit is in de figuur met een zwarte cirkel weergegeven.

Het contrast met de sluisen bij Merelbeke, Dendermonde, Duffel, en zeesluis Wintam is groot, bij deze sluisen wordt de norm niet overschreden en is geen capaciteitsprobleem voorzien voor 2040. Bij de overige sluisen wordt de norm wel overschreden en is dus sprake van een knelpunt.

*Situatie 2040, GE-scenario, autonome ontwikkeling*

Onderstaande tabel toont de I/C-ratio's en berekende gemiddelde wachttijden voor dezelfde situatie maar dan zonder rekening te houden met substantiële regionale ontwikkelingen, dus alleen o.b.v de autonome groei.

Tabel 0.2 Overzicht van I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden van geselecteerde sluisen voor een maatgevende maand in het Scheldegebied in het GE-scenario volgens autonome ontwikkelingen, 2040.

Sluis	I/C-ratio	Gem. wachttijd
Merelbeke	0,24	10
Evergem	0,56	36
Dendermonde	0,09	<11
Zeesluis Wintam	0,37	18
Duffel	0,15	24
Zennegat	1,39	n.b.
Wijnegem	1,05	n.b.
Kreekrak	1,10	n.b.
Volkerak	1,04	n.b.
Hansweert	0,54	36
Krammer	0,70	78

Bron: ECORYS/RA

Bij autonome ontwikkeling blijft in het scenario met de hoogste groei (GE-scenario) het beeld vergelijkbaar voor de Vlaamse sluisen. Maar voor de Nederlandse sluisen zijn er significante verschillen. Bij alleen autonome ontwikkeling heeft de Krammer sluis wel een capaciteitsprobleem, maar de capaciteit is niet volledig benut. De wachttijd is nog wel hoog, maar alle schepen kunnen passeren. Bij Hansweert is net sprake van een knelpunt, terwijl dit bij regionale ontwikkeling veel eerder optreedt. Bij de Volkeraksluis treedt volledige benutting later op bij alleen autonome ontwikkeling. Bij de Kreekraksluis is dit juist andersom.

De regionale ontwikkeling, vooral de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate grootschalige containeroverslag in Vlissingen, hebben daarmee flinke invloed op de passages en de hinder bij de Nederlandse sluisen. Het moment waarop een knelpunt ontstaat, is rechtstreeks afhankelijk van bovenstaande ontwikkelingen.

## Belangrijkste conclusies en aanbevelingen

Op basis van de berekening van de I/C-ratio's en gemiddelde wachttijden zijn per sluis de volgende conclusies te trekken:

### *Vlaanderen*

Bij de sluisen van Merelbeke, Dendermonde, zeesluis Wintam en Duffel zijn geen capaciteitsproblemen te verwachten in de toekomst tot 2040. Bij de andere sluisen is nader onderzoek naar de toekomstige capaciteitsproblemen gewenst:

Bij sluis Evergem zal alleen bij zeer hoge groei (opnieuw) een knelpunt ontstaan. De aanleg van de Seine-Schelde verbinding laat de wachttijden sneller oplopen, geen verrassing gezien de verwachte toename van binnenvaart op deze route. Omdat de sluis nog niet continue bediend wordt, valt hierdoor nog extra capaciteit te realiseren.

Bij sluis Zennegat en Wijnegem is er momenteel al een knelpunt en dit zal in de toekomst alleen maar zal toenemen. Bij beide sluisen valt er nog wat extra capaciteit te realiseren door langere openstelling van de sluis.

### *Nederland*

Bij de vier onderzochte sluisen zijn capaciteitsproblemen te verwachten in de toekomst, bij Kreekrak, Krammer en Volkerak zijn nu al wachttijden boven de norm en deze in bijna alle economische scenario's verder toe. Bij autonome ontwikkeling lopen de wachttijden bij Kreekrak het snelst op. Bij realisatie van de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate bij grootschalige containeroverslag in Vlissingen, lopen de wachttijden bij de Kreekraksluis minder hard op, terwijl het bij beide andere sluisen sneller druk wordt.

De Krammersluis is momenteel al een knelpunt door de langere schuttijd veroorzaakt door de zoet-zout water scheiding. Als het Volkerak-Zoommeer in de toekomst zout wordt, dan vervalt de noodzaak voor een zoet/zout scheiding en zullen de schuttijden van de Krammersluis aanzienlijk korter worden, vergelijkbaar met de schuttijd van sluis Hansweert.

Bij autonome ontwikkeling zal bij sluis Hansweert alleen in het hoogste groei scenario op termijn een knelpunt ontstaan. Als regionale ontwikkelingen worden meegenomen ontstaat alleen in het laagste groeiscenario geen knelpunt, in de andere situaties is dat al in 2020 het geval.

Het ontstaan van een knelpunt of het moment waarop is dus sterk gekoppeld aan de verschuiving van stromen en het extra verkeer dat is gekoppeld aan de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate aan eventuele containeroverslag in Vlissingen.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Het Scheldegebied is een belangrijke schakel in het vervoer van en naar enkele economische kerngebieden in Nederland en Vlaanderen, waaronder de twee grootste zeehavens van Europa, Rotterdam en Antwerpen. Ook de zeehavens van Gent, Vlissingen en Terneuzen zijn van groot economisch belang voor Nederland en Vlaanderen. De havens verzorgen niet alleen de overslag van goederenstromen naar het achterland, van nog groter belang is hun rol als vestigingslocatie van grote bedrijven.

Voor de afwikkeling van de goederenstromen per binnenvaart zijn de havens aangewezen op verschillende vaarwegen in het Scheldegebied: de Westerschelde, het Kanaal Gent-Terneuzen, Boven-Zeeschelde, Albert-kanaal, Schelde-Rijn Kanaal, Kanaal door Zuid-Beveland en de vaarweg Rupel/Beneden-Nete.

ECORYS en Resource Analysis hebben in de rapportage ‘Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied, situatie 2007 en prognoses 2020/2040’ prognoses gemaakt voor de binnenvaart op deze vaarwegen. Hierbij is rekening gehouden met specifieke ontwikkelingen die van invloed zullen zijn op het gebruik van de vaarwegen in het Scheldegebied. De belangrijkste hiervan zijn de openstelling van de Seine-Schelde verbinding (voorzien rond 2012) en andere ontwikkelingen langs het kanaal Gent-Terneuzen, waardoor het gebruik van het kanaal in omvang zal toenemen, de ontwikkeling van grootschalige containeroverslag in Vlissingen.

Andere nieuwe ontwikkelingen die effect zullen hebben op de hoeveelheid scheepvaart in het Scheldegebied zijn de ontsluitingen via Seine-Schelde-West, en extra trafoeken door aanpassingen aan het Albertkanaal.

Uit de studie komt naar voren dat, in het bijzonder in het hoogste groeiscenario, er een sterke groei is van de binnenvaart in het Scheldegebied. De vraag dient zich dan ook aan in hoeverre de vaarwegen en vooral sluizen in het Scheldegebied hierop zijn berekend. Is het huidige netwerk wel toegerust op de verwachte groei? Is de dimensionering van de vaarwegen en de sluizen in het gebied voldoende, rekening houdend met zowel de groei in het scheepvaartverkeer als de ontwikkeling in de grootte van de ingezette schepen? Nederland en Vlaanderen hebben hier duidelijk een gemeenschappelijk belang, aangezien enkele van de belangrijkste havens in zowel Vlaanderen als Nederland afhankelijk zijn van een goede bereikbaarheid en ontsluiting van de vaarwegen in het Scheldegebied.

## 1.2 Doelstelling

Onderliggende opdracht heeft daarom als doel:

*Het doel is om voor het onderzoeksgebied van de Verkeer- en vervoersstudie binnenvaart Scheldegebied, een indruk te krijgen van de intensiteit/capaciteit-ratio's (I/C-ratio's) voor de sluisen als indicator voor huidige en toekomstige potentiële knelpunten.*

De Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC) heeft opdracht gegeven voor deze vervolgstudie op de Verkeer- en vervoerstudie naar de ontwikkeling van de binnenvaart in de omgeving van het Scheldegebied. De toegevoegde waarde van dit onderzoek is dat:

1. voor deze sluisen voor het eerst op basis van de nieuwste toekomst scenario's naar de I/C-ratio gekeken wordt.
2. deze studie een eerste analyse maakt naar sluisen waar een potentieel knelpunt kan ontstaan, zodat verder onderzoek kan worden beperkt.

## 1.3 Aanpak

De I/C ratio geeft aan welk deel van de schutcapaciteit van een sluis (in een maand of jaar) bezet wordt door scheepvaart. De "hinder" die een sluis veroorzaakt voor de afwikkeling van het scheepvaartverkeer, kan worden afgemeten aan de I/C-ratio (verhouding Intensiteit-Capaciteit). Naarmate deze waarde toeneemt, zal de vertraging voor de scheepvaart meer dan evenredig oplopen.

Om een eerste indruk te krijgen van de I/C-ratio's is het niet nodig met een simulatiemodel te werken, maar kan worden volstaan met een eenvoudiger spreadsheetmodel. Een geschikt model hiervoor is het spreadsheetmodel van Kooman, dat door het Nederlandse DVS, onderdeel van Rijkswaterstaat, gebruikt wordt. Hierdoor sluit de analyse goed aan bij andere sluisstudies in Nederland. Met behulp van dit model kan met input van de technische kenmerken van de sluis en het verwachte aantal passages door de sluis en andere kenmerken van de passerende schepen een schatting worden gemaakt van de gemiddelde passeertijd en de I/C verhouding. De vertraging die de scheepvaart door een sluis ondervindt, is af te leiden van deze passeertijd.

Verderop in deze rapportage geven we de uitkomsten van de analyse zowel in tabellen als in overzichtskaarten weer. De gevolgde methodiek wordt in het volgende hoofdstuk nader toegelicht.

## 1.4 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk zijn het studiegebied en de relevante sluisen verder afgebakend en wordt de gevolgde aanpak verder toegelicht. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van de analyse per vaarweg en sluis. Het laatste hoofdstuk geeft de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

Details over de aanpak, de gebruikte methoden en de scenario's staan in de bijlage.



## 2 Afbakening studiegebied en methodiek

### 2.1 Afbakening studiegebied en te analyseren sluizen

Allereerst is een afbakening gemaakt van het studiegebied en de te onderzoeken sluizen. Het studiegebied is gelijk aan die van de studie *Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied* en omvat de volgende vaarwegen:

- Westerschelde;
- Kanaal Gent – Terneuzen;
- Beneden-Zeeschelde;
- Boven-Zeeschelde;
- Dender;
- Zeekanaal Brussel-Schelde;
- Rupel / Beneden-Nete;
- Albertkanaal;
- Schelde-Rijn Verbinding inclusief Volkerak;
- Kanaal door Zuid-Beveland inclusief Oosterschelde.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de sluizen in dit studiegebied.

Figuur 2.1 Kaart van het studiegebied met de relevante vaarwegen en sluizen.



Bron: ECORYS/RA

Sluizen waar (relatief) veel zeeschepen passeren zijn voor de capaciteitsanalyse in deze studie uitgesloten. Voor deze sluizen kan niet volstaan worden met een eenvoudig model om de I/C verhoudingen te bepalen, maar dienen uitgebreidere (simulatie) modellen toegepast te worden, aangezien zeeschepen door afmetingen, getijde en aankomstpatroon niet vergelijkbaar zijn met binnenvaartschepen. Zo'n uitgebreide analyse gaat voor het doel van deze studie te ver. Op basis van het aandeel zeevaart gaat het om de volgende sluizen die uitgesloten worden:

- Sluiscomplex Terneuzen;

En binnen de haven van Antwerpen:

- Zandvlietsluis;
- Berendrechtsluis;
- Boudewijnsluis;
- Sluis van Kallo;

Hieronder lichten we de situatie rond deze sluizen nader toe.

#### *Sluiscomplex Terneuzen*

Binnen het sluiscomplex van Terneuzen zijn de Westsluis en Middensluis geschikt voor zowel zeevaart als binnenvaart en is de Oostsluis bestemd voor de binnenvaart. Toch is ook de Oostsluis niet nader bekeken. Hier zijn twee redenen voor. Er is geen aparte prognose voor het aantal toekomstige passages van de Oostsluis. Bovendien is voor dit complex recent reeds een verkennend onderzoek uitgevoerd en worden momenteel vervolgstudies uitgevoerd voor de projectgroep Kanaalzone Gent-Terneuzen (KGT). In die studie wordt ook gebruik gemaakt van de WLO-scenario's en bovendien van een uitgebreid simulatiemodel.

#### *Sluizen in de haven van Antwerpen*

De genoemde sluizen in de haven van Antwerpen worden door zowel de zeevaart als de binnenvaart gebruikt. De ook in de haven van Antwerpen gelegen Van Cauwelaertsluis en Royerssluis worden specifiek door de binnenvaart gebruikt. De dokken van de Antwerpse rechteroever zijn voor de binnenvaart dus niet alleen via deze beide sluizen, maar ook via de andere sluizen bereikbaar. Er is dan ook een zekere mate van keuze en daarmee afhankelijkheid tussen de verschillende sluizen. Hierdoor kan een capaciteitstekort bij de ene sluis door verschuiving van passages een invloed op de I/C-verhouding van de andere sluis hebben. Idealiter zou een capaciteitsanalyse dan ook in het grotere geheel van de Antwerpse sluisencomplex uitgevoerd worden. Dat is met het hier gehanteerde model echter niet mogelijk.

Toch is er in eerste instantie voor gekozen om de Van Cauwelaertsluis en Royerssluis op te nemen in de analyse. Hierdoor ontstaat een zo volledig mogelijk beeld van de toekomstige benutting van de binnenvaartsluizen en is voor deze beide sluizen al een eerste indruk van de toekomstige vraag naar schutcapaciteit in relatie tot de capaciteit te geven. De Antwerpse haven is momenteel ook zelf bezig met toegespitste modellen om op termijn de benutting van de sluizen beter te kunnen bekijken.

De detailgegevens van beide sluisen is echter niet verder opgenomen in de rapportage. Na controle van de resultaten bleken deze niet voldoende robuust om in het rapport op te nemen.

### *Te analyseren sluisen*

In totaal is de analyse toegepast op 13 sluisen, die in onderstaande tabel zijn aangegeven.

Tabel 2.1 Overzicht van te analyseren sluisen in het studiegebied

Naam Vaarweg	Naam Sluis
Boven-Zeeschelde	Sluis Merelbeke
Kanaal Gent – Terneuzen	Sluis Evergem
Dender	Sluis Dendermonde
Zeekanaal Brussel-Schelde	Zeesluis Wintam
Rupel / Beneden-Nete	Sluis Duffel
	Sluis Zennegat
Albertkanaal	Sluis Wijnegem
Haven Antwerpen	Van Cauwelaertsluis
	Royerssluis
Schelde-Rijn Verbinding	Sluis Kreekrak
	Sluis Volkerak
Kanaal door Zuid-Beveland	Sluis Hansweert
	Sluis Krammer

Bron: ECORYS/RA

## 2.2 Methodiek

De I/C-verhoudingen worden berekend in het Kooman spreadsheetmodel. In de bijlage is het invoerscherm van het model afgebeeld. In het model wordt naast de I/C-verhouding ook de gemiddelde passeertijd van de schepen berekend.

Voor de analyse zijn de volgende technische kenmerken per sluis nodig:

- Afmetingen van de kolken van de sluis;
- Aantal kolken;
- Openingstijden in bediende uren per week;
- Bedieningstijd sluis: nivelleren en tijd voor openen en sluiten van de sluisdeuren;
- Verkeersaanbod bij de sluis: willekeurig of geclusterd;
- Vaarwegklasse.

Deze gegevens zijn door ECORYS en Resource Analysis verzameld voor de sluisen in het Scheldegebied. Er is daarnaast een beknopte aanvullende analyse voor de sluisen uitgevoerd. Op basis van telefonische interviews met beheerders en bekende statistieken is de berekende gemiddelde wachttijd voor 2007 getoetst en meer informatie achterhaald over getijden en het gebruik van de kolken. Deze aanvullende informatie is gebruikt bij de analyse van de mogelijke capaciteitsknelpunten en hieronder per sluis vermeld.

Daarnaast zijn de volgende kenmerken van het vervoer en verkeer door een sluiscomplex nodig:

- Prognose van het totale aantal passages per WLO-scenario en zichtjaar (totale gepasseerd laadvermogen);
- Gemiddeld gepasseerd laadvermogen per zichtjaar;
- Beladingsgraad per richting;
- Aandeel kleinvaart: recreatievaart, niet vrachtvervoerende binnenvaart;

Bovenstaande gegevens zijn bepaald uit de prognoses van de passages en de ontwikkeling van het gemiddeld gepasseerd laadvermogen uit de eerdere rapportage *Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied*. Voor meer informatie hierover verwijzen wij naar de rapportage *Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied*.

De kleinvaart kan meestal met de beroepsvaart meeschutten (indien geen specifieke jachtensluis aanwezig is). Hierdoor is het extra capaciteitsbeslag beperkter dan het aandeel recreatie- en overige vaart. Bij een hoog aandeel recreatievaart wordt in het model de (resterende) capaciteit voor de beroepsvaart bijgesteld met een correctiefactor. In de bijlage is dit nader toegelicht.

In deze rapportage zijn de volgende mogelijke toekomstsituaties met het model doorgerekend:

- De berekening is toegepast op de toekomstige situatie inclusief aanpassingen voor specifieke grootschalige regionale ontwikkelingen en de situatie met alleen autonome ontwikkelingen volgens de vier Welvaart en Leefomgeving (WLO-)scenario's van de Nederlandse planbureaus;
- De mogelijke toekomstsituaties zijn voor het zichtjaar 2040 doorgerekend. Indien in een scenario uit de berekening een knelpunt blijkt wordt voor dat scenario ook voor 2020 een berekening gemaakt. In ieder geval is voor elke sluis het scenario met de hoogste groei voor 2020 doorgerekend;
- Ter toetsing van de uitkomsten is ook de situatie in 2007 doorgerekend.

Omdat het scheepsaanbod varieert over het jaar is de berekening uitgevoerd voor een maatgevende maand, dit is de maand met het hoogste verwachte gebruik van de sluis door de binnenvaart. Uitgangspunt hierbij was dat de maatgevende maand 10% meer verkeer heeft dan het jaarlijkse gemiddelde. Dit verkeer, de intensiteit, wordt gemeten in het gepasseerd laadvermogen, dit is het totale laadvolume van de schepen die de sluis wil passeren in een jaar. Dit volume wordt vervolgens in het model vergeleken met de capaciteit van de sluis. Hieruit berekent het model de I/C-verhouding en de gemiddelde passagetijd. De passagetijd bestaat uit de bedieningstijd van het schutproces (nivelleren en openen en sluiten van de sluisdeuren), de uitvaartijd van de schepen en de wachttijd van een schip voor de sluis. Deze wachttijd wordt vergeleken met de geldende norm.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de I/C factor, de gemiddelde passeertijden bij sluisen en de relatie daartussen wordt verwezen naar de bijlage.

### *Nederlandse norm voor sluiscapaciteit*

De norm van de Nederlandse overheid, zoals geformuleerd in de Nota Mobiliteit van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat:

*Zo treedt bijvoorbeeld bij sluizen op de hoofdvaarwegen een capaciteitsknelpunt op wanneer de gemiddelde totale wachttijd in de maatgevende maand meer dan 30 minuten bedraagt.*

Een maatgevende maand is een maand met het hoogste verwachte gebruik van de sluis (aantal passages / gepasseerd laadvermogen). Als ordegraad wordt voor een maatgevende maand verondersteld dat er een opslag op het gepasseerd laadvermogen van 10% boven het jaarlijkse gemiddelde is. Dit is eerder voor andere sluizen in Nederland als gemiddelde vastgesteld.

### *Vlaamse norm voor sluiscapaciteit*

De Vlaamse overheid heeft de norm voor de wachttijd als volgt vastgesteld:

*Het vereiste kwaliteitsniveau is het niveau waarbij tijdens de drukke periode op een representatieve werkdag minder dan 10% van de schepen in de drukste vaarrichting een wachttijd heeft die langer is dan de duur van een complete schutcyclus (hier te verstaan als schutten in heenrichting, in terugrichting en klaar staan voor nieuwe schutting in de heenrichting)*

In de praktijk komt deze norm redelijk overheen met de 30 minuten gemiddelde wachttijd die in Nederland wordt gehanteerd, vandaar dat de norm van 30 minuten in deze rapportage is gehanteerd.



## 3 Capaciteitsanalyse sluisen

In dit hoofdstuk staan de resultaten van de analyse. Per vaarweg en sluis is allereerst een kort overzicht van de kenmerken van de sluis weergegeven en vervolgens worden de resultaten per sluis getoond voor alleen de autonome ontwikkeling en de prognose inclusief regionale ontwikkeling. Aan het eind van het hoofdstuk staat een overzicht van alle sluisen in de vorm van kaarten gepresenteerd.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de substantiële regionale ontwikkelingen die extra ten opzichte van de autonome ontwikkeling zijn meegenomen.

Tabel 3.1 Overzicht regionale ontwikkelingen naar type ontwikkeling

Ontwikkeling	Autonoom/verschuiving/extra
<b>Nederland:</b>	
Maasvlakte 2	Autonoom (nodig om prognoses te accommoderen)
Containeroverslag Vlissingen	Verschuiving routes t.o.v. Rotterdam en Antwerpen
Regionaal nat terrein Zeeland	Autonoom (vooral verplaatsing van bedrijven)
Spooraansluiting havens Zeeland	Autonoom (faciliteert groei containers/auto's)
Maritieme toegang sluis Terneuzen	Autonoom (nodig voor accommoderen groei)
Ontwikkeling kanaalzone KGT	Extra (o.b.v. prognoses voor KGT2008, CPB goedgekeurd)
Kanaalkruising Sluiskil	Autonoom (geen invloed op binnenvaartvolumes)
<b>Vlaanderen:</b>	
Havenontwikkeling Antwerpen	Autonoom
Seine-Schelde verbinding	Extra groei (Gent/Terneuzen) en verschuiving routes
Sluis Ternaaien	Verschuiving stromen en mogelijk modal shift
Aanpassingen Albertkanaal	Extra trafiek en verhoging gemiddelde beladingsgraad.
Kaaimurenprogramma	Autonoom
Estuaire vaart (Zeebrugge, Oostende)	Extra, verschuiving en modal shift
Zeekanaal Brussel - Schelde	Autonoom (bestaand moderniseringsprogramma)
Economisch Netwerk Albertkanaal	Autonoom
Seine-Schelde-West	Extra trafiek op heel het waterwegennet

### 3.1 Boven-Zeeschelde, sluis Merelbeke

Sluis Merelbeke heeft de volgende technische kenmerken:

- 2 kolken van elk 180 bij 18 meter;
- 106,8 bediende uren per week (bij continue bediening zou dit 168 uur zijn);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 13 minuten;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 6 minuten;
- Verval: gemiddeld 1,5 meter (tijsluis).

Bij laagtij worden in Merelbeke alleen lege schepen geschut door de beperkte diepgang. Hierdoor zijn de bediende uren voor geladen schepen en daarmee de capaciteit van de sluis lager.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling*

In onderstaande tabel is het huidige en toekomstige gebruik van de sluis weergegeven gemeten in het gepasseerd laadvermogen bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd. De gemiddelde wachttijd is berekend als de passagetijd minus de gemiddelde schutduur en gemiddelde uitvaartijd. Deze wachttijd wordt vergeleken met de norm.

Tabel 3.2 Overzicht I/C-ratio's en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Merelbeke volgens autonome ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	7	8	8	7	6	12	9	7	6
I/C-ratio*	0,16	0,18				0,24	0,20	0,15	0,13
Gem. passagetijd*	27	28				29	28	27	27
Gem. wachttijd*	8	9				10	9	8	8

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is (uitz. GE 2020)

Bron: ECORYS/RA

De I/C-ratio's zijn momenteel en in de toekomst binnen de perken en de resulterende wachttijden zijn ruim onder de 30 minuten. Wel is het zo dat beladen schepen niet met laag tij geschut kunnen worden en daardoor wel een langere wachttijd kunnen hebben dan hier berekend. Deze wachttijd is echter meer gerelateerd aan het tij dan aan de sluis.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling*

Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling. Hierbij is wel rekening gehouden met de ontwikkeling van de Seine-Schelde verbinding, maar niet met de mogelijke opwaardering van de Boven-Zeeschelde (stroomafwaarts van Merelbeke) tot Cemt-klasse Va (2000 ton), waardoor het traject via Merelbeke een volwaardig alternatief zou vormen voor het kanaal Gent-Terneuzen op het traject tussen Antwerpen en Gent.



Tabel 3.3 Overzicht I/C-ratio's en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Merelbeke inclusief regionale ontwikkelingen

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	7	8	8	7	6	12	10	7	6
I/C-ratio*	0,16	0,18				0,25	0,20	0,15	0,13
Gem. passagetijd*	27	28				29	28	27	27
Gem. wachttijd*	8	9				10	9	8	8

\* waarde voor 2020 is alleen bepaald indien de gem. wachttijd in hetzelfde scenario in 2040 > 30 minuten is.

Bron: ECORYS/RA

Omdat de intensiteiten nauwelijks veranderen door de aanpassing voor regionale ontwikkelingen blijven de I/C-ratio's in 2040 beperkt en de resulterende wachttijden ruim onder de 30 minuten.

Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij sluis Merelbeke geen capaciteitsproblemen zijn te verwachten in de toekomst tot 2040. De beperkte diepgang bij laag tij voor beladen schepen kan wel een knelpunt vormen, dit is echter meer gerelateerd aan het tij dan aan de sluis.

## 3.2 Sluis Evergem

Sluis Evergem heeft de volgende technische kenmerken:

- 1 kolk van 230 bij 25 meter (in juni 2009 in gebruik genomen) en 1 kolk van 136 bij 16 meter;
- 140,4 bediende uren per week (op een totaal van 168 uur bij continue bediening);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 14 minuten voor kolk 1 en 10 minuten voor kolk 2;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 10 minuten;
- Verval: 1,16 meter.

### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd.

Tabel 3.4 Overzicht I/C-ratio's en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Evergem volgens autonome ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	36	43	38	37	33	61	45	42	31
I/C-ratio*	0,97	0,41				0,56	0,42	0,38	0,28
Gem. passagetijd*	∞	39				58	39	38	34
Gem. wachttijd*	n.b.	18				36	18	17	13

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

In 2007 was de nieuwe kolk nog niet in gebruik en de capaciteit van de sluis dus veel beperkter. In de berekening is de capaciteit nagenoeg volledig bezet en kan daardoor geen passagetijd bepaald worden. In gebruik nemen van de nieuwe kolk heeft dit knelpunt opgelost. Hierdoor zijn de I/C-ratio's in 2040 bij autonome ontwikkeling acceptabel, alleen in het GE-scenario is deze hoger dan 0,5. De resulterende wachttijden zijn dan ook binnen de norm, behalve in het GE-scenario. In dit scenario is de I/C-ratio's in 2020 duidelijk lager en hierdoor wordt de grenswaarde in dit zichtjaar niet overschreden. Bij autonome ontwikkeling is alleen bij hogere groei op termijn een knelpunt te verwachten.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling*

Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling. De realisatie van de Seine-Schelde verbinding en bijbehorende verschuiving van binnenvaartverkeer en extra groei heeft grote gevolgen voor de intensiteit bij deze sluis.

Tabel 3.5 Overzicht I/C-ratio's en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Evergem inclusief regionale ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	36	48	42	41	36	76	55	54	38
I/C-ratio*	0,97	0,45	0,40	0,39		0,69	0,50	0,49	0,34
Gem. passagetijd*	∞	43	39	38		84	50	48	36
Gem. wachttijd*	n.b.	21	17	17		63	28	26	15

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

De I/C-ratio's in 2040 zijn in het geval van regionale ontwikkeling hoog, resulterend in hoge tot zeer hoge (GE) wachttijden, in de andere scenario's wordt de norm niet overschreden. In 2020 zijn de I/C-ratio's duidelijk lager en hierdoor de bijbehorende

wachttijden ook. De grenswaarde van 30 minuten wachttijd wordt alleen in het GE-scenario in 2040 overschreden.

Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij sluis Evergem alleen bij zeer hoge groei (opnieuw) een knelpunt ontstaat. De aanleg van de Seine-Schelde verbinding laat de wachttijden sneller oplopen, geen verrassing gezien de verwachte toename van binnenvaart op deze route. Omdat de sluis nog niet continue bediend wordt, valt hierdoor nog extra capaciteit te realiseren.

### 3.3 Dender, sluis Dendermonde

Sluis Dendermonde heeft de volgende technische kenmerken:

- 1 kolk van 168 bij 16 meter;
- 102,2 bediende uren per week (op een totaal van 168 uur bij continue bediening);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 10 minuten;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 4 minuten;
- Verval: 3 meter (tjisluis).

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd.

Tabel 3.6 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Dendermonde volgens autonome ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	1,3	1,3	1,1	1,1	1,0	1,7	1,3	1,2	0,9
I/C-ratio*	0,08	0,07				0,09	0,07	0,06	0,05
Gem. passagetijd*	<25	<25				<25	<25	<25	<25
Gem. wachttijd*	<11	<11				<11	<11	<11	<11

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is (uitz. GE 2020)

Bron: ECORYS/RA

De I/C-ratio's zijn momenteel en in de toekomst binnen de perken en de resulterende wachttijden zijn ruim onder de norm. Door de lage intensiteit kan het model de passagetijden niet berekenen. Voor het totale overzicht zijn de resultaten in 2020 voor het GE-scenario bepaald.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling*

Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling. Op middellange termijn zal

de Dender stroomafwaarts van Aalst opgewaardeerd worden van een CEMT klasse II naar CEMT klasse IV. Met deze ontwikkeling is geen rekening gehouden in deze studie.

Tabel 3.7 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Dendermonde inclusief regionale ontwikkeling

		GE	TM	SE	RC	GE	TM	SE	RC
	2007	2020	2020	2020	2020	2040	2040	2040	2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	1,3	1,3	1,1	1,1	1,0	1,8	1,3	1,2	0,9
I/C-ratio*	0,08	0,07				0,10	0,07	0,07	0,05
Gem. passagetijd*	<25	<25				<25	<25	<25	<25
Gem. wachttijd*	<11	<11				<11	<11	<11	<11

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is (uitz. GE 2020)  
Bron: ECORYS/RA

Bij ontwikkeling inclusief regionale ontwikkeling volgt hetzelfde beeld als voor de autonome ontwikkeling. Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij sluis Dendermonde geen capaciteitsproblemen zijn te verwachten in de toekomst tot 2040.

### 3.4 Zeekanaal Brussel-Schelde, zeesluis Wintam

Zeesluis Wintam heeft de volgende technische kenmerken:

- 1 kolk van 250 bij 25 meter;
- 168 bediende uren per week (dus continue bediening);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 12,5 minuten;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 8 minuten;
- Verval: 4,4 meter (tjisluis).

Bij sluis Wintam moeten schepen met grote diepgang door diepgangsbeperingen een hoog genoeg waterniveau afwachten om te kunnen passeren. Indien schepen hier geen rekening mee houden kan hierdoor extra wachttijd ontstaan, die niet in het model meegenomen wordt.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd.

Tabel 3.8 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Wintam volgens autonome ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	25	31	28	26	23	43	34	30	22
I/C-ratio*	0,25	0,28				0,37	0,29	0,25	0,18
Gem. passagetijd*	35	36				38	36	35	34
Gem. wachttijd*	15	16				18	16	15	14

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is (uitz. GE 2020)

Bron: ECORYS/RA

De I/C-ratio's zijn momenteel en in de toekomst bij autonome ontwikkeling acceptabel, de resulterende wachttijden zijn dan ook binnen de norm. Voor het totale overzicht zijn de resultaten in 2020 voor het GE-scenario bepaald.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling*

Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling.

Tabel 3.9 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Wintam inclusief regionale ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	25	31	27	26	23	44	33	30	21
I/C-ratio*	0,25	0,28				0,38	0,28	0,26	0,18
Gem. passagetijd*	35	36				38	36	35	34
Gem. wachttijd*	15	16				18	16	15	14

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is (uitz. GE 2020)

Bron: ECORYS/RA

Omdat de intensiteiten nauwelijks veranderen door de aanpassing voor regionale ontwikkelingen blijven de I/C-ratio's beperkt en de resulterende wachttijden ruim onder de 30 minuten. Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij zeesluis Wintam geen capaciteitsproblemen zijn te verwachten in de toekomst tot 2040. In de analyse is geen rekening gehouden met de mogelijke wachttijd van diepstekende schepen op een hoog genoeg waterniveau.

## 3.5 Rupel / Beneden-Nete

### 3.5.1 Sluis Duffel

Sluis Duffel heeft de volgende technische kenmerken:

- 1 kolk van 136 bij 16 meter en 1 kolk van 55 bij 7,5 meter (vooral voor de recreatievaart);
- 83 bediende uren per week (op een totaal van 168 uur bij continue bediening);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 18,5 minuten voor kolk 1 en 22,5 minuten voor kolk 2;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 3 minuten;
- Verval: 3 meter (tjisluis).

Aangenomen is dat de recreatievaart alleen van de 2<sup>e</sup> kolk gebruik maakt. De grotere kolk is daarmee voor vrachtvervoerende binnenvaart en de niet-vrachtvaart.

In Duffel worden geladen schepen in de periode van 4 uur voor en 4 uur na hoogwater geschut. Hierdoor zijn de bediende uren beperkt. De extra wachttijd op hoog tij die kan ontstaan, wordt niet in het model meegerekend.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd. Geen van de berekende regionale ontwikkelingen hebben gevolgen voor sluis Duffel. Onderstaande tabel geldt daarom voor beide situaties.

Tabel 3.10 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Duffel

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	0,9	1,1	1,0	0,9	0,8	1,4	1,1	1,1	0,8
I/C-ratio*	0,10	0,12				0,15	0,12	0,12	0,09
Gem. passagetijd*	44	45				45	45	45	<45
Gem. wachttijd*	23	24				24	24	24	<24

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is (uitz. GE 2020)

Bron: ECORYS/RA

De I/C-ratio's zijn momenteel en in de toekomst ruim binnen de perken en de resulterende wachttijden zijn onder de 30 minuten. Voor het totale overzicht zijn de resultaten in 2020 voor het GE-scenario bepaald. De gemiddelde passage- en wachttijd lijken redelijk onafhankelijk van het toekomstscenario en het zichtjaar te zijn. Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij sluis Duffel geen capaciteitsproblemen zijn te verwachten in de toekomst tot 2040. In de analyse is geen rekening gehouden met de mogelijke wachttijd van beladen schepen op een hoog tij.

### 3.5.2 Sluis Zennegat

Sluis Zennegat heeft de volgende technische kenmerken:

- 1 kolk van 52 bij 7,75 meter;
- 72,6 bediende uren per week (op een totaal van 168 uur bij continue bediening);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 17 minuten;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 3 minuten;
- Verval: 4,8 meter (tjisluis).

Bij Zennegat worden geladen schepen in de periode van 4 uur voor en 4 uur na hoogwater geschut. Hierdoor zijn de bediende uren beperkt. De extra wachttijd op hoog tij die kan ontstaan, wordt niet in het model meegerekend, de beperking in de capaciteit door de kortere bediening is wel meegenomen.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd. Geen van de berekende regionale ontwikkelingen hebben gevolgen voor sluis Zennegat. Onderstaande tabel geldt daarom voor beide situaties.

Tabel 3.11 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Zennegat

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	0,7	1,0	0,8	0,8	0,7	1,7	1,1	1,0	0,7
I/C-ratio*	0,57	0,83	0,67	0,67	0,59	1,39	0,91	0,84	0,59
Gem. passagetijd*	64	132	79	79	67	∞	216	139	67
Gem. wachttijd*	44	112	59	59	47	n.b.	196	119	47

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Momenteel is sluis Zennegat een knelpunt, in 2020 zijn de I/C-ratio's hoger en overschrijden de bijbehorende wachttijden de norm van 30 minuten ruim in alle scenario's. De I/C-ratio's in 2040 zijn erg hoog, tot boven de 1, resulterend in oneindige, zeer hoge of hoge wachttijden, afhankelijk van het scenario.

Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij sluis Zennegat nader onderzoek naar de toekomstige capaciteitsproblemen gewenst is, omdat er momenteel al een knelpunt is en dit in de toekomst alleen maar zal toenemen. Een groot gedeelte van de capaciteitsproblemen bij sluis Zennegat wordt veroorzaakt door de beperkte openingstijden van de sluis. De bediening is beperkt tot 4 uur voor hoogwater tot 4 uur na hoogwater. Verruiming van de openingstijden, zodat twee maal per etmaal met hoog tij geschut kan worden zou de capaciteit een stuk verhogen en de wachttijden flink reduceren. Een continue bediening bij sluis Zennegat is echter niet mogelijk.

### 3.6 Antwerpse haven

Voor de sluisen in de Antwerpse haven die grotendeels voor de binnenvaart worden ingezet (de Royerssluis en de Van Cauwelaertsluis) werd de capaciteit en de passeertijden in het referentiejaar 2007 door middel van het Kooman-model berekend en vergeleken met de werkelijke passeertijden. Uit deze analyse blijkt dat het Kooman-model zowel de intensiteit-capaciteit-verhouding als de passeertijden aan de sluisen in de Antwerpse haven aanzienlijk onderschat.

Eenzijds wordt de intensiteit bepaald op basis van prognoses voor sluispassages voor 2020 en 2040 die veel lager liggen dan de prognoses die de haven van Antwerpen heeft vooropgesteld. Anderzijds houdt het model geen rekening met een aantal parameters die eigen zijn aan de sluisproblematiek in een zeehaven:

- De tijd nodig voor het vullen van de sluis (met schepen) is in de realiteit veel groter, dan in het model wordt berekend. Verklaringen hiervoor zijn enerzijds de getijdenwerking aan de Scheldezijde en de sterkte van de stroming en anderzijds de bewegingen van (prioritaire) zeeschepen waardoor het binnenvaartverkeer gehinderd wordt.
- Het aan- en afkoppelen van duwbakken, courant in de Royerssluis en occasioneel in de Van Cauwelaertsluis, zorgt voor aanzienlijke vertragingen.
- De capaciteit van de Royerssluis ligt door haar beperkte bedrijfszekerheid (deze sluis dateert reeds van 1907) aanzienlijk lager dan de capaciteit die gebaseerd is op voltijdse bediening.
- De capaciteit van de Van Cauwelaertsluis is overschat: in haar status van zeesluis met dubbele deuren wordt er in elke shift minimaal één maal geschut via de binnendeuren van de sluis zodat deze niet dichtslibben.
- De Royerssluis en de Van Cauwelaertsluis maken deel uit van een sluisencomplex binnen de haven van Antwerpen waarbij zee- en binnenschepen op basis van de verkeersdrukte en in functie van een vlotte sluispassage kunnen worden toegewezen aan bepaalde sluisen.

Met al deze randvoorwaarden wordt in het Kooman-model geen rekening gehouden. Dit maakt dat dit model niet het aangewezen hulpmiddel is voor capaciteitsanalyses in zeehavengebied. Er is daarom gekozen om geen capaciteitsanalyse voor de sluisen in de Antwerpse haven op te nemen in het rapport.

### 3.7 Albertkanaal, sluis Wijnegem

Sluis Wijnegem heeft de volgende technische kenmerken:

- 1 kolk van 200 bij 24 meter en 2 kolken van 136 bij 16 meter;
- 142,4 bediende uren per week (op een totaal van 168 uur bij continue bediening);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 20 minuten voor alle drie de kolken;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 2 minuten;
- Verval: 5,7 meter.



In de zomermaanden wordt bij watertekort gewacht met schutten totdat de sluis vol is, zodat zo min mogelijk water wegstroomt bij het schutten. In de gemiddelde schuttijd is dit niet verwerkt. Dit zou de gemiddelde passage- en wachttijd in die maanden kunnen verhogen, maar in het model is hier geen rekening mee gehouden.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd.

Tabel 3.12 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Wijnegem volgens autonome ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	76	99	92	86	74	138	112	94	69
I/C-ratio*	0,63	0,78	0,72	0,68	0,59	1,05	0,85	0,72	0,53
Gem. passagetijd*	83	120	102	91	74	∞	162	99	65
Gem. wachttijd*	61	98	80	69	52	n.b.	140	77	43

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Zowel in de huidige situatie als in 2020 wordt de norm voor de wachttijd ruim overschreden. In 2020 zijn de I/C-ratio's hoger (behalve in het RC-scenario) en hierdoor de bijbehorende wachttijden ook. De I/C-ratio's in 2040 zijn erg hoog, tot boven de 1, resulterend in oneindige tot (zeer) hoge wachttijden. In alle scenario's wordt de norm ruim overschreden.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling*

Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling.

Tabel 3.13 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Wijnegem inclusief regionale ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	76	98	91	85	73	133	110	92	68
I/C-ratio*	0,63	0,77	0,71	0,67	0,57	1,02	0,84	0,70	0,52
Gem. passagetijd*	83	115	99	88	73	∞	149	95	64
Gem. wachttijd*	61	93	77	66	51	n.b.	127	73	42

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Bij een toekomstige ontwikkeling inclusief regionale ontwikkeling zijn de I/C-ratio's en gekoppelde wachttijden een fractie lager dan alleen volgens de autonome ontwikkeling. In alle doorgerkende situaties zijn de I/C ratio's erg hoog, tot boven de 1, resulterend in zeer hoge wachttijden, waarbij de norm in alle gevallen ruim wordt overschreden.

Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij sluis Wijnegem nader onderzoek naar de toekomstige capaciteitsproblemen gewenst is, omdat er momenteel al een knelpunt is en dit in de toekomst eerder erger dan minder zal worden. Dit geldt zowel bij autonome ontwikkeling als bij een toekomstbeeld inclusief regionale ontwikkelingen. Omdat de sluis nog niet continue bediend wordt, valt hierdoor nog wat extra capaciteit te realiseren. Binnenkort wordt een verkenning naar sluis Wijnegem gestart.

## 3.8 Schelde-Rijn Verbinding

### 3.8.1 Kreekraksluis

De Kreekraksluis heeft de volgende technische kenmerken:

- 2 kolken van 320 bij 24 meter;
- Continue bediening (168 bediende uren per week);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 10 minuten voor beide kolken;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 6 minuten;
- Verval: 2,0 meter.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd.

Tabel 3.14 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Kreekraksluis volgens autonome ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	178	234	218	202	173	363	275	227	164
I/C-ratio*	0,61	0,75	0,70	0,65		1,10	0,83	0,69	0,49
Gem. passagetijd*	58	89	73	63		∞	129	71	38
Gem. wachttijd*	42	73	57	47		n.b.	113	55	22

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Momenteel is de gemiddelde wachttijd boven de norm. In 2020 zijn de I/C-ratio's duidelijk hoger en hierdoor de bijbehorende wachttijden ook. De grenswaarde wordt alleen in het RC-scenario niet overschreden. De I/C-ratio's in 2040 zijn erg hoog, tot

boven de 1, alleen in het RC-scenario is de I/C-ratio acceptabel. Dit resulteert in oneindige tot zeer hoge wachttijden in de andere scenario's waarbij de norm van 30 minuten ruim wordt overschreden.

*Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling*  
Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling.

Tabel 3.15 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Kreekraksluis inclusief regionale ontwikkelingen

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	178	225	210	195	168	347	260	213	157
I/C-ratio*	0,61	0,72	0,67	0,62		1,06	0,79	0,65	0,47
Gem. passagetijd*	58	80	68	58		∞	101	63	36
Gem. wachttijd*	42	64	52	42		n.b.	85	47	20

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Bij een toekomstige ontwikkeling inclusief regionale ontwikkeling, aanleg Seine-Schelde verbinding en in mindere mate grootschalige containeroverslag in Vlissingen, zijn de I/C-ratio's en gekoppelde wachttijden wat lager dan alleen volgens de autonome ontwikkeling. Deze ontwikkelingen veroorzaken een verschuiving van stromen naar de route Krammer/Hansweert. Dit verandert het algemene beeld voor de Kreekraksluis nauwelijks. Alleen in het RC-scenario zijn de I/C-ratio's en wachttijden acceptabel. In de huidige en andere toekomstscenario's zijn de I/C-ratio's hoog, tot boven de 1, en wordt de wachttijdnorm van 30 minuten ruim overschreden.

Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij de Kreekraksluis nader onderzoek naar de toekomstige capaciteitsproblemen gewenst is, omdat er momenteel al een knelpunt is en dit in de toekomst eerder erger dan minder zal worden. Bij regionale ontwikkeling nemen de problemen minder snel toe. De sluis wordt continue bediend en de capaciteit van de huidige kolken is hierdoor al maximaal.

### 3.8.2 Volkeraksluis

De Volkeraksluis heeft de volgende technische kenmerken:

- 3 kolken van 290 bij 24 meter;
- Continue bediening (168 bediende uren per week);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 9 minuten voor alle kolken;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 6 minuten;
- Verval: 0,6 meter.

### Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd.

Tabel 3.16 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Volkeraksluis bij autonome ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	257	328	305	283	245	493	376	310	227
I/C-ratio*	0,62	0,73	0,68	0,63		1,04	0,79	0,65	0,47
Gem. passagetijd*	52	75	62	52		∞	92	56	30
Gem. wachttijd*	37	60	47	37		n.b.	77	41	15

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Momenteel is de gemiddelde wachttijd boven de norm van 30 minuten. In 2020 zijn in de twee scenario's met de hoogste groei de I/C-ratio's hoger en hierdoor de bijbehorende wachttijden ook, in het RC-scenario wordt de norm niet overschreden. De I/C-ratio's in 2040 zijn erg hoog, tot boven de 1, alleen in het RC-scenario is de I/C-ratio acceptabel. Dit resulteert in oneindige tot zeer hoge wachttijden in de andere scenario's waarbij de norm van 30 minuten ruim wordt overschreden.

### Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling

Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling.

Tabel 3.17 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Volkeraksluis inclusief regionale ontwikkelingen

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	257	385	356	332	286	588	469	398	284
I/C-ratio*	0,62	0,86	0,79	0,74	0,63	1,24	0,98	0,83	0,59
Gem. passagetijd*	52	138	93	77	54	∞	∞	122	46
Gem. wachttijd*	37	123	78	62	39	n.b.	n.b.	107	31

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Bij een toekomstige ontwikkeling inclusief regionale ontwikkeling zijn de I/C-ratio's en gekoppelde wachttijden nog veel hoger dan alleen volgens de autonome ontwikkeling. In het GE 2020 scenario is zelfs sprake van een verdubbeling van de wachttijd. Omdat de

wachttijden ook in de autonome ontwikkeling al boven de norm zijn, verandert dit het algemene beeld op dit punt niet. Zelfs in het RC-scenario zijn de I/C-ratio's hoog en de wachttijden boven de norm. In de huidige en alle toekomstscenario's wordt de wachttijdnorm van 30 minuten ruim overschreden.

Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij de Volkeraksluis nader onderzoek naar de toekomstige capaciteitsproblemen gewenst is, omdat er momenteel al een knelpunt is en dit in de toekomst eerder erger zal worden. Aanleg van de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate aan grootschalige containeroverslag in Vlissingen verergeren de problemen. De sluis wordt continue bediend en de capaciteit van de huidige kolken is hierdoor al maximaal. In de Planstudie waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer lijkt de oplossing, om blauwalgenplagen duurzaam aan te kunnen pakken, te liggen in het zout laten worden van dit meer. Daarmee zal de zoet/zoutscheiding zich verplaatsen van de Krammersluizen naar de Volkeraksluizen. Afhankelijk van het type maatregel kan hierdoor extra vertraging bij de Volkeraksluis optreden.

### 3.9 Kanaal door Zuid-Beveland

#### 3.9.1 Sluis Hansweert

Sluis Hansweert heeft de volgende technische kenmerken:

- 2 kolken van 280 bij 24 meter;
- Continue bediening (168 bediende uren per week);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 15 minuten voor beide kolken;
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 4 minuten;
- Gemiddeld verval: 0,75 meter (van 0,5 tot 1,0 meter, tijsluis).

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd.

Tabel 3.18 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Hansweert volgens autonome ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	79	96	89	83	72	131	104	84	64
I/C-ratio*	0,38	0,42				0,54	0,43	0,34	0,26
Gem. passagetijd*	36	40				55	40	35	34
Gem. wachttijd*	17	21				36	21	16	15

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Momenteel er geen knelpunt en in 2020 is dit in dit scenario ook nog niet het geval. De I/C-ratio in 2040 is alleen in het GE-scenario hoog, met als gevolg een wachttijd die de norm van 30 minuten overschrijdt.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling*

Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling. Vooral de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate containeroverslag in Vlissingen hebben flinke invloed op de passages bij Hansweert. De intensiteit neemt hierdoor flink toe.

Tabel 3.19 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Hansweert inclusief regionale ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	79	141	131	122	107	210	179	155	111
I/C-ratio*	0,38	0,62	0,58	0,54	0,47	0,87	0,74	0,64	0,46
Gem. passagetijd*	36	68	61	55	46	166	95	71	44
Gem. wachttijd*	17	49	42	36	27	147	76	52	25

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Bij een toekomstige ontwikkeling inclusief regionale ontwikkeling zijn de I/C-ratio's in 2040 zijn (erg) hoog, resulterend in (zeer) hoge wachttijden, de norm van 30 minuten wordt ruim overschreden, uitgezonderd in het RC-scenario. In 2020 zijn de I/C-ratio's duidelijk lager en hierdoor de bijbehorende wachttijden ook. Maar ook in 2020 wordt de norm alleen in het RC-scenario niet overschreden.

Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat bij Hansweert nader onderzoek naar de toekomstige capaciteitsproblemen gewenst is, omdat voor 2020 al een knelpunt kan ontstaan. Het ontstaan van een knelpunt is wel sterk gekoppeld aan de verschuiving van stromen en het extra verkeer van de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate aan eventuele containeroverslag in Vlissingen. De sluis wordt continue bediend en de capaciteit van de huidige kolken is hierdoor al maximaal.

### 3.9.2 Krammersluis

De Krammersluis heeft de volgende technische kenmerken:

- 2 kolken van 280 bij 24 meter;
- Continue bediening (168 bediende uren per week);
- Gemiddelde schutduur (nivelleren en openen en sluiten van de deuren): 30 minuten voor beide kolken (relatief lang door scheiding zoet/zout water);
- Gemiddelde uitvaartijd schip: 4 minuten;
- Verval: tussen de -1,5 en + 2,0 meter (tijsluis).

De gemiddelde schutduur is onder invloed van het scheiden van zoet/zout water relatief lang. In de Planstudie waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer lijkt de oplossing, om blauwalgenplagen duurzaam aan te kunnen pakken, te liggen in het zout laten worden van dit meer. Daarmee zal de zoet/zoutscheiding zich verplaatsen van de Krammersluizen naar de Volkeraksluizen. De resulterende kortere schutduur voor de Krammersluizen zou een gunstige invloed op de gemiddelde wachttijden hebben.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij autonome ontwikkeling*

In onderstaande tabel zijn weergegeven: het huidige en toekomstige gebruik van de sluis bij autonome ontwikkeling, de berekende I/C-verhouding en gemiddelde passagetijd en de afgeleide gemiddelde wachttijd.

Tabel 3.20 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Krammersluis volgens autonome ontwikkeling

		GE	TM	SE	RC	GE	TM	SE	RC
	2007	2020	2020	2020	2020	2040	2040	2040	2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	78	92	86	80	70	127	101	81	62
I/C-ratio*	0,49	0,53	0,50	0,46	0,41	0,70	0,56	0,44	0,34
Gem. passagetijd*	79	84	79	75	67	112	87	72	65
Gem. wachttijd*	45	50	45	41	33	78	53	38	31

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Momenteel is de gemiddelde wachttijd boven de norm. In 2020 zijn de I/C-ratio's duidelijk hoger en hierdoor de bijbehorende wachttijden ook en wordt de norm in alle scenario's overschreden. De I/C-ratio's in 2040 zijn hoog, alleen in het RC-scenario is de I/C-ratio acceptabel. Dit resulteert in hoge wachttijden in alle scenario's waarbij de norm van 30 minuten (ruim) wordt overschreden. Door de relatief lange schutduur is loopt de passage- en wachttijd bij de Krammersluis sneller op dan bij een gemiddelde sluis.

#### *Huidige en toekomstige benutting sluis bij prognose inclusief regionale ontwikkeling*

Onderstaande tabel geeft de I/C-verhouding, gemiddelde passagetijd en gemiddelde wachttijd voor de prognose inclusief regionale ontwikkeling. Vooral de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate containeroverslag in Vlissingen hebben flinke invloed op de passages bij Hansweert. De intensiteit neemt hierdoor flink toe.

Tabel 3.21 Overzicht I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in een maatgevende maand bij Krammersluis inclusief regionale ontwikkeling

	2007	GE 2020	TM 2020	SE 2020	RC 2020	GE 2040	TM 2040	SE 2040	RC 2040
Intensiteit (gepasseerd laadvermogen in mln. ton)	78	138	128	120	105	205	176	152	109
I/C-ratio*	0,49	0,80	0,74	0,69	0,61	1,29	0,97	0,84	0,60
Gem. passagetijd*	79	143	126	112	96	∞	∞	168	93
Gem. wachttijd*	45	109	92	78	62	n.b.	n.b.	134	59

\* waarde in 2020 is alleen bepaald als de wachttijd voor dat scenario in 2040 boven de norm is

Bron: ECORYS/RA

Bij een toekomstige ontwikkeling inclusief regionale ontwikkeling zijn de I/C-ratio's in 2040 erg hoog, tot boven de 1, resulterend in zeer hoge wachttijden, de norm van 30 minuten wordt ruim overschreden. In 2020 zijn de I/C-ratio's duidelijk lager en hierdoor de bijbehorende wachttijden ook. De grenswaarde wordt in alle scenario's en zichtjaren overschreden. Ook momenteel is dit al het geval.

De Krammersluis is momenteel al een knelpunt door de langere schuttijd veroorzaakt door de zoet-zout water scheiding. Als het Volkerak-Zoommeer in de toekomst zout wordt, dan vervalt de noodzaak voor een zoet/zout scheiding en zullen de schuttijden van de Krammersluis aanzienlijk korter worden, vergelijkbaar met de schuttijd van sluis Hansweert. Dan kan nog wel een knelpunt ontstaan bij de verschuiving van stromen en het extra verkeer dat is gekoppeld aan de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate aan eventuele containeroverslag in Vlissingen. De sluis wordt continue bediend en de capaciteit van de huidige kolken is hierdoor al maximaal.

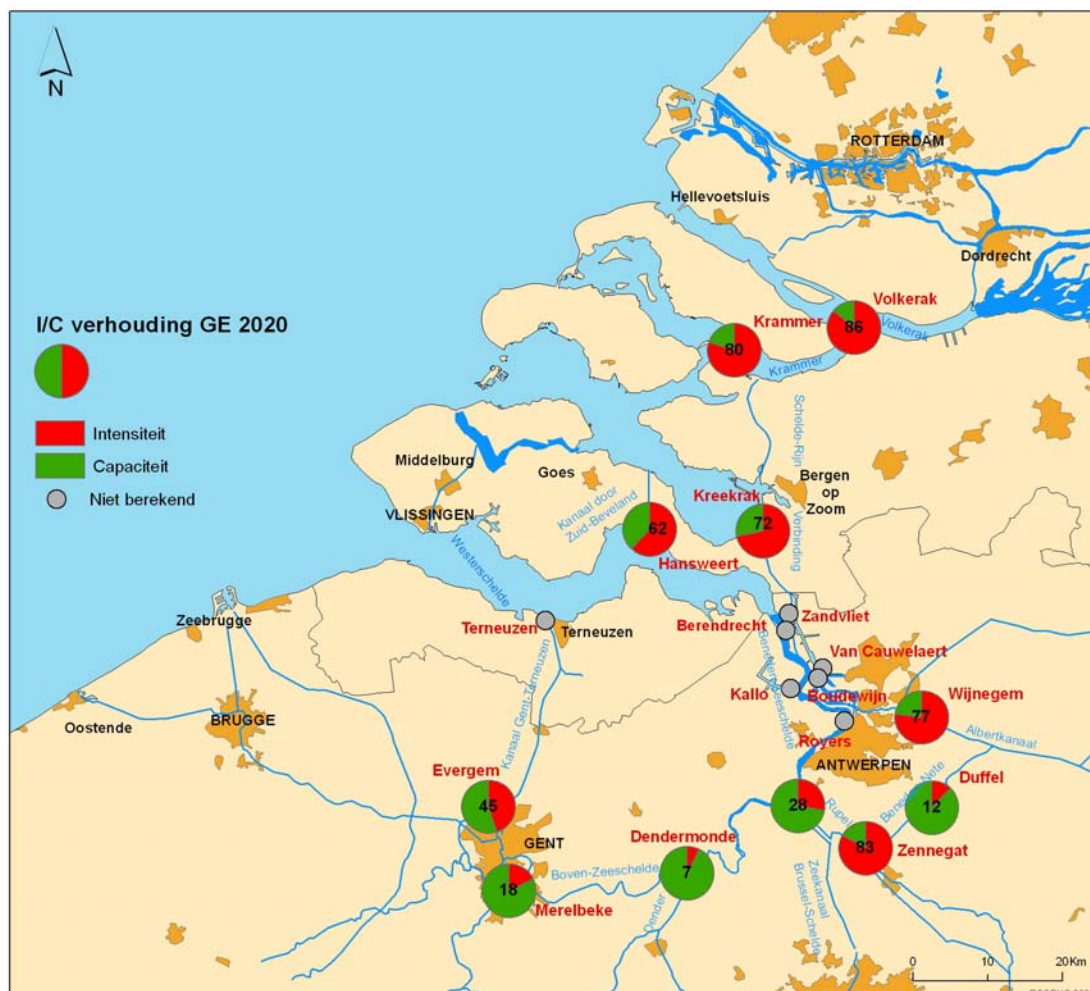
### 3.10 Overzicht maximale wachttijden en I/C verhoudingen

In onderstaande figuren zijn de I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden in het scenario met de hoogste groei (GE-scenario) inclusief voor regionale ontwikkelingen in vervoerd volume en passages door de sluisen weergegeven, voor zichtjaar 2020 en 2040.



*Situatie 2020, GE-scenario, incl. regionale ontwikkeling*

Figuur 3.1 Overzicht van I/C verhoudingen van geselecteerde sluisen voor een maatgevende maand in het Scheldegebied in het GE-scenario inclusief regionale ontwikkelingen, 2020.

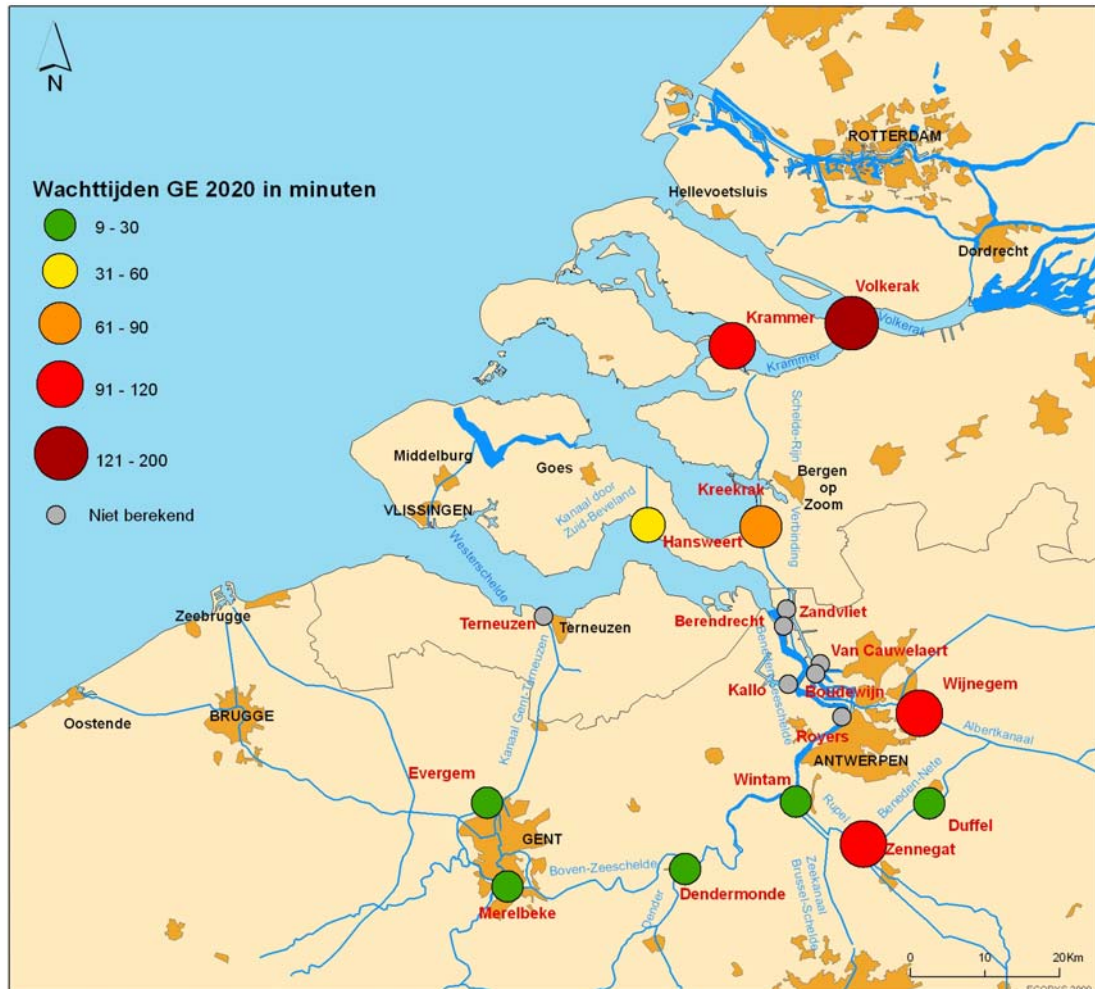


Bron: ECORYS/RA

Voor geen van de sluisen is in 2020 in het GE-scenario de volledige capaciteit benut. De sluisen van Merelbeke, Dendermonde, Duffel en zeesluis Wintam hebben nog ruim voldoende capaciteit. Sluis Evergem heeft ook een I/C-ratio onder de 50%. De capaciteit van de overige sluisen zal flink worden bezet, maar nog niet volledig.

In de onderstaande figuur zijn de resulterende gemiddelde wachttijden te zien. Deze wachttijden zijn benaderd door de gemiddelde passagetijd (modeluitkomst) te corrigeren voor de gemiddelde bedieningsduur (benodigde tijd voor het nivelleren en openen en sluiten van de sluisdeuren) en de gemiddelde duur van het uitvaren van de sluis.

Figuur 3.2 Overzicht van de gemiddelde wachttijden voor een maatgevende maand van de sluisen in het Scheldegebied in het GE-scenario inclusief regionale effecten, 2020.



Bron: ECORYS/RA

In bovenstaande figuur is de hoogte van de gemiddelde wachttijd per sluis aangegeven door de grootte en kleur van de cirkel. Voor de sluisen van Evergem, Merelbeke, Dendermonde, Duffel en zeesluis Wintam is de gemiddelde wachttijd (voor een maatgevende maand) lager dan de norm. Voor de overige sluisen is de grenswaarde overschreden in het hoogste groei (GE) scenario in 2020. Bij Hansweert is de overschrijding beperkt, maar bij de andere sluisen substantieel. De gemiddelde wachttijd loopt op tot meer dan anderhalf uur voor de Krammersluis, sluis Wijnegem en sluis Zennegat. Bij de Volkeraksluis loopt de gemiddelde wachttijd zelfs op tot meer dan 2 uur. Dit sluit aan bij de eerder gepresenteerde I/C-ratio's.

#### *Situatie 2020, GE-scenario, autonome ontwikkeling*

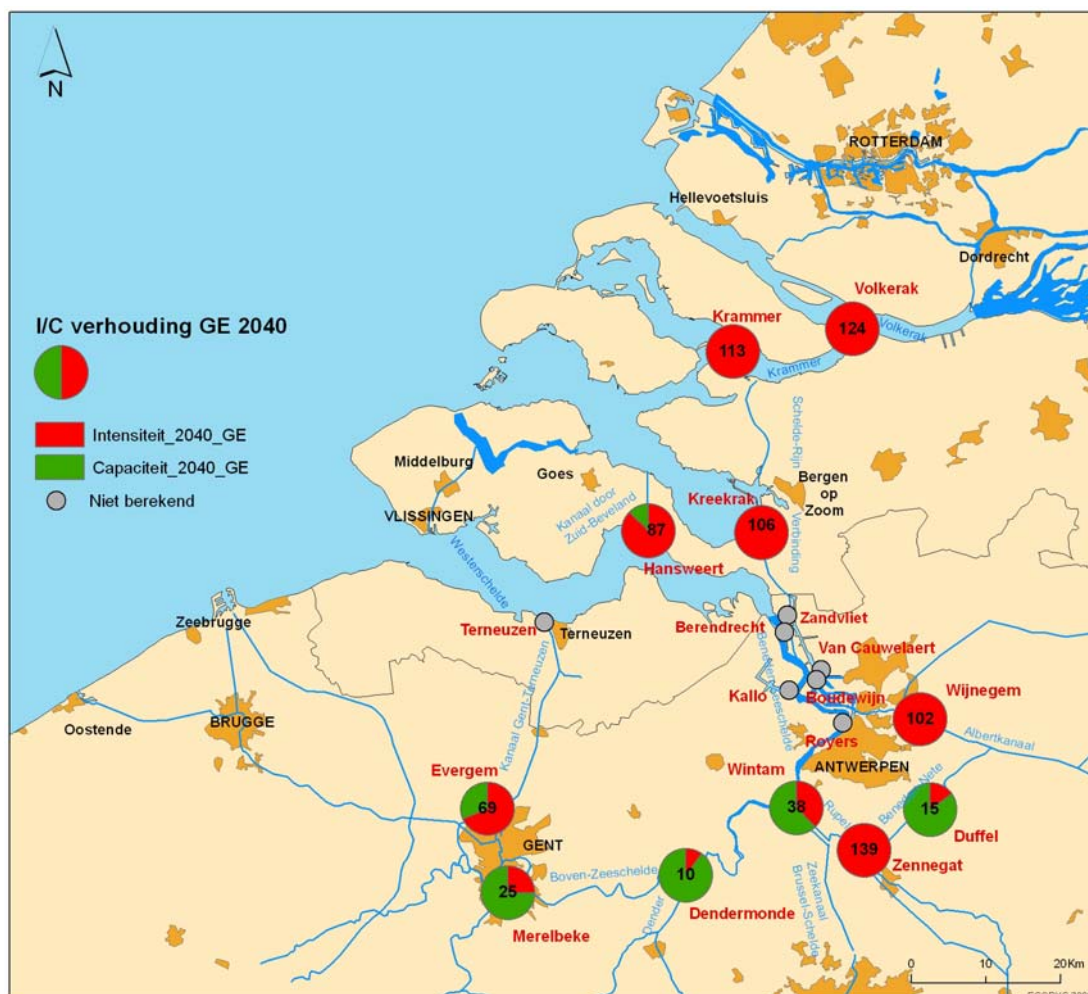
Bij autonome ontwikkeling blijft in het scenario met de hoogste groei (GE-scenario) het beeld vergelijkbaar. Voor geen van de sluisen is in 2020 de volledige capaciteit benut. De sluisen van Merelbeke, Evergem, Dendermonde, Duffel en zeesluis Wintam hebben nog ruim voldoende capaciteit en een gemiddelde wachttijd lager dan de norm.

Bij alleen autonome ontwikkeling zijn de Volkeraksluis en Krammersluis een stuk minder druk bezet. De gemiddelde wachttijd halveert ten opzichte van de situatie inclusief regionale ontwikkeling, maar is nog steeds ruim boven de norm van 30 minuten. Voor sluis Hansweert is de gemiddelde wachttijd bij autonome ontwikkeling binnen de norm, terwijl deze inclusief regionale ontwikkeling duidelijk boven de norm is. De regionale ontwikkeling, vooral de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate grootschalige containeroverslag in Vlissingen, hebben daarmee flinke invloed op de passages en de hinder bij de sluisen. Het wel of niet ontstaan van knelpunten of het moment waarop een knelpunt ontstaat, is dus rechtstreeks afhankelijk van bovenstaande ontwikkelingen.

### *Situatie 2040, GE-scenario, incl. regionale ontwikkeling*

In het GE-scenario vindt er flinke groei van het binnenvaartverkeer en –vervoer plaats tussen 2020 en 2040. Dit resulteert in flink hogere I/C verhoudingen en gemiddelde wachttijden, zoals in de volgende figuren is te zien.

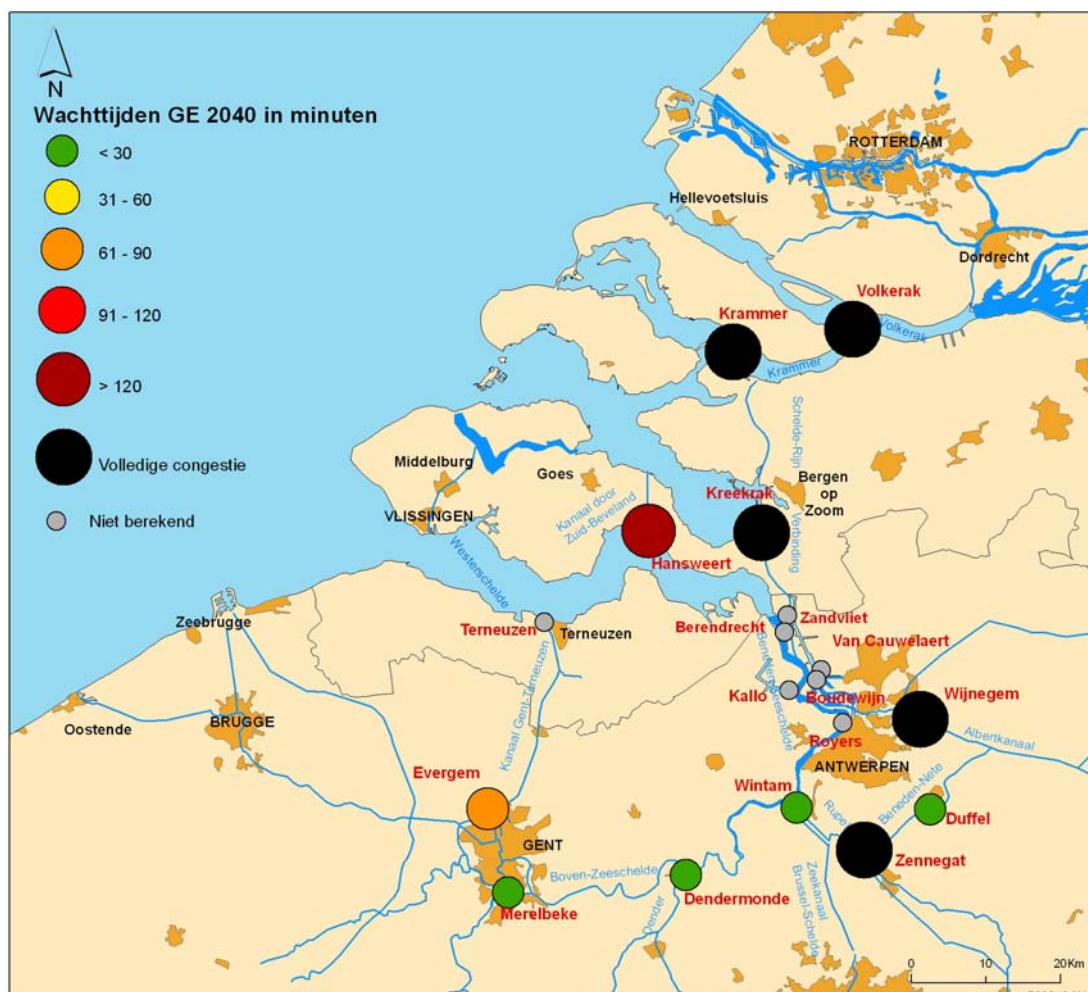
Figuur 3.3 Overzicht van I/C ratio's in een maatgevende maand van geselecteerde sluisen in het Scheldegebied in het GE-scenario inclusief regionale ontwikkelingen, 2040.



Bron: ECORYS/RA

In het GE-scenario is voor een aantal sluisen de volledige capaciteit benut: sluis Wijnegem en sluis Zennegat in Vlaanderen en de Volkeraksluis, Krammersluis en Kreekraksluis in Nederland. De sluisen van Merelbeke, Dendermonde, Duffel en zeesluis Wintam hebben ook in 2040 nog ruim voldoende capaciteit, maar ook hier is het drukker dan in 2020 in hetzelfde scenario.

Figuur 3.4 Overzicht van de gemiddelde wachttijden voor een maatgevende maand van de sluisen in het Scheldegebied in het GE-scenario inclusief regionale effecten, 2040.



Bron: ECORYS/RA

Voor de sluisen met een I/C ratio van 1 of hoger is de gemiddelde wachttijd oneindig hoog, doordat niet alle schepen die dat wensen de sluis kunnen passeren. Dit is in de figuur met een zwarte cirkel weergegeven.

Het contrast met de sluisen bij Merelbeke, Dendermonde, Duffel, en zeesluis Wintam is groot, bij deze sluisen wordt de norm niet overschreden en is geen capaciteitsprobleem voorzien voor 2040. Bij de overige sluisen wordt de norm wel overschreden en is dus sprake van een knelpunt.

*Situatie 2040, GE-scenario, autonome ontwikkeling*

Bij autonome ontwikkeling blijft in het scenario met de hoogste groei het beeld vergelijkbaar voor de Vlaamse sluisen. Maar voor de Nederlandse sluisen zijn er significante verschillen. Bij alleen autonome ontwikkeling heeft de Krammer sluis wel een capaciteitsprobleem, maar de capaciteit is niet volledig benut. De wachttijd is nog wel hoog, maar alle schepen kunnen passeren. Bij Hansweert is net sprake van een knelpunt, terwijl dit bij regionale ontwikkeling veel eerder optreedt. Bij de Volkeraksluis treedt volledige benutting later op bij alleen autonome ontwikkeling. Bij de Kreekraksluis is dit juist andersom.

De regionale ontwikkeling, vooral de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate grootschalige containeroverslag in Vlissingen, hebben daarmee flinke invloed op de passages en de hinder bij de Nederlandse sluisen. Het moment waarop een knelpunt ontstaat, is rechtstreeks afhankelijk van bovenstaande ontwikkelingen.



## 4 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de berekening van de I/C-ratio's en gemiddelde wachttijden zijn per sluis de volgende conclusies te trekken:

Bij de sluisen van Merelbeke, Dendermonde, zeesluis Wintam en Duffel zijn geen capaciteitsproblemen te verwachten in de toekomst tot 2040.

Bij sluis Merelbeke kan de beperkte diepgang bij laag tij voor beladen schepen wel een knelpunt vormen, diepstekende schepen moeten op gunstig tij wachten om geschut te kunnen worden.

### *Sluis Evergem*

Bij sluis Evergem zal alleen bij zeer hoge groei (opnieuw) een knelpunt ontstaan. De aanleg van de Seine-Schelde verbinding laat de wachttijden sneller oplopen, geen verrassing gezien de verwachte toename van binnenvaart op deze route. Omdat de sluis nog niet continue bediend wordt, valt hierdoor nog extra capaciteit te realiseren.

### *Sluis Zennegat*

Bij sluis Zennegat is nader onderzoek naar de toekomstige capaciteitsproblemen gewenst, omdat er momenteel al een knelpunt is en dit in de toekomst alleen maar zal toenemen. Een groot gedeelte van de capaciteitsproblemen bij sluis Zennegat wordt veroorzaakt door de beperkte openingstijden van de sluis. De bediening is beperkt tot 4 uur voor hoogwater tot 4 uur na hoogwater. Verruiming van de openingstijden, zodat twee maal per etmaal met hoog tij geschut kan worden zou de capaciteit een stuk verhogen en de wachttijden flink reduceren. Een continue bediening bij sluis Zennegat is echter niet mogelijk.

### *Sluis Wijnegem*

Bij sluis Wijnegem wordt binnenkort een verkenning naar de sluis gestart, omdat er momenteel al een knelpunt is en dit in de toekomst eerder erger dan minder zal worden. Omdat de sluis nog niet continue bediend wordt, valt hierdoor nog wat extra capaciteit te realiseren.

Bij de vier onderzochte Nederlandse sluisen zijn capaciteitsproblemen te verwachten in de toekomst, bij Kreekrak, Krammer en Volkerak zijn nu al wachttijden boven de norm en deze in bijna alle economische scenario's verder toe. Bij autonome ontwikkeling lopen de wachttijden bij Kreekrak het snelst op. Bij realisatie van de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate bij grootschalige containeroverslag in Vlissingen, lopen de wachttijden bij de Kreekraksluis minder hard op, terwijl het bij beide andere sluisen sneller druk wordt.

### *Sluis Hansweert*

Bij autonome ontwikkeling zal bij sluis Hansweert alleen in het hoogste groei scenario op termijn een knelpunt ontstaan. Als regionale ontwikkelingen worden meegenomen ontstaat alleen in het laagste groeiscenario geen knelpunt, in de andere situaties is dat al in 2020 het geval.

### *Krammersluis*

De Krammersluis is momenteel al een knelpunt door de langere schuttijd veroorzaakt door de zoet-zout water scheiding. Het mogelijk verwijderen van de zoet/zout-waterscheiding door het project Open Volkerak-Zoommeerzal zal resulteren in een kortere schutduur, vergelijkbaar met Hansweert, en dus een gunstige invloed op de gemiddelde wachttijden hebben.

Het ontstaan van een knelpunt of het moment waarop is bij de Nederlandse sluisen dus sterk gekoppeld aan de verschuiving van stromen en het extra verkeer dat is gekoppeld aan de Seine-Schelde verbinding en in mindere mate aan eventuele containeroverslag in Vlissingen.



## Bijlage gebruikte methode (model Kooman)

## Invoerscherm

Sluisgegevens		Merelbeke SE2040	
kolk lengte	180 m	percentage tgv kleinvaart:	8 %
kolk breedte	18 m	Max grootte passerende schepen (DVK laadvermogenklasse):	
opp. invaartprofiel	63 m <sup>2</sup>	CVB rich correctie	Max klasse
opp. uitvaartprofiel	75,6 m <sup>2</sup>	7	0
aantal kolken	2	<	>
afstand kolk - opstelruimte	50 m	= AI - L (lusafstand - scheepslengte)	
afstand kolk - opstelruimte terug	50 m		
bedieningstijd schutproces	13 minuten	(nivelleren + openen/sluiten deuren)	
openingstijd (bediende uren)	106,8 uren/week	(bij 5% reductie ivm nachтваart is continu bediend 163,8 uur)	
verkeersaanbod: random	<input type="checkbox"/>		
of geclusterd	<input checked="" type="checkbox"/> random		
aandeel geladen schepen heen	0,68	lw/Cw = 0,75	toelaatbaar (Kooman), afh. openingstijd en al of niet geclusterd aanbod
aandeel geladen schepen terug	0,68	representatieve week:	
		2,15%	van jaarintensiteit in aantal passages (Kooman: 2.15%)

- vul de witte vakjes in

- zie werkbladen Cs, Cs en Ia, Passeertijd en Iso-wachttijd voor resultaten in grafiekvorm

- dit werkblad bevat de uitgewerkte Kooman methode

- capaciteit wordt uitgedrukt in gepasseerd **laadvermogen** (niet lading)

Bij gemiddeld laadvermogen vloot	1071 ton	<input type="button" value="Bereken"/>
de theoretische capaciteit (uurcapaciteit * uren per jaar):	73 mln ton (laadvermogen) per jaar	
de toelaatbare intensiteit Ia (volgens berekening Kooman)	49 mln ton (laadvermogen) per jaar	
Bij een aankomstpatroon type:	gemiddeld gelijkmatig	< >
bij intensiteit	6,9 mln ton per jaar is de gemiddelde passeertijd	27 minuten
		en de I/C verhouding
		0,149
bij gemiddelde passeertijd	30 minuten is de intensiteit (laadvermogen)	15 mln ton per jaar
		en de I/C verhouding
		0,331
bij I/C verhouding	0,5 is de intensiteit (laadvermogen)	23 mln ton per jaar
		en de gemiddelde passeertijd
		44 minuten

## Meer specifieke informatie over de aanpak en de gebruikte methoden

In onderstaande tabel zijn per sluis enkele relevante parameters voor de capaciteitsanalyse opgenomen.

Tabel b.1 Overzicht kenmerken binnenvaart per relevante sluis in het Scheldegebied.

		Aandeel leegvaart	Beladingsgraad beladen binnenvaart	Gemiddeld gepasseerd laadvermogen vrachtovervoerende binnenvaart		
				2007	2020	2040
Boven-Zeeschelde	Merelbeke	32 %	74 %	716	911	1.071
Kanaal Gent - Terneuzen	Evergem	35 %	76 %	1.006	1.266	1.466
Dender	Dendermonde	49 %	84 %	589	719	819
Zeekanaal Brussel-Schelde	Wintam	33 %	67 %	1.456	1.781	2.041
Rupel / Beneden-Nete	Duffel	52 %	83 %	735	930	1.090
	Zennegat	31 %	52 %	494	494	494
Haven Antwerpen	Van Cauwelaertsluis	27 %	54 %	2.160	2.550	2.850
	Royerssluis	36 %	71 %	1.093	1.483	1.783
Albertkanaal	Wijnegem	37 %	68 %	1.870	2.260	2.560
Schelde-Rijn Verbinding	Kreekraksluis	33%	64%	2.328	2.718	3.018
	Volkeraksluis	33%	67%	2.093	2.483	2.783
Kanaal door Zuid-Beveland	Hansweert	34%	73%	1.719	2.109	2.409
	Krammersluis	33%	73%	1.744	2.134	2.434

Bron: Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied, ECORYS/RA, 2009.

### Verkeersaanbod

Verkeersaanbod: random of geclusterd - De toelaatbaar geachte intensiteit (Ia) is wat groter als de schepen in clusters aankomen (door nabijheid andere sluis).

Tabel b.2 Overzicht verondersteld verkeersaanbod per relevante sluis in het Scheldegebied.

Vaarweg	Sluis	Verkeersaanbod
Boven-Zeeschelde	Merelbeke	Random
Kanaal Gent - Terneuzen	Evergem	Random
Dender	Dendermonde	Random
Zeekanaal Brussel-Schelde	Wintam	Random
Rupel / Beneden-Nete	Duffel	Random
	Zennegat	Random
Albertkanaal	Wijnegem	Random
Schelde-Rijn Verbinding	Kreekraksluis	Geclusterd
	Volkeraksluis	Random
Kanaal door Zuid-Beveland	Hansweert	Random
	Krammersluis	Geclusterd

Bron: ECORYS/RA.

### *Aankomstpatroon*

De gemiddelde passeertijd is afhankelijk van het aankomstpatroon van de schepen. Hoe gelijkmatiger de schepen aankomen, hoe lager de gemiddelde passeertijd. Het model onderscheidt de volgende aankomstpatronen:

- Relatief gelijkmatig
- Gemiddeld gelijkmatig
- Relatief ongelijkmatig

Bij calibratie/toetsing van het model Kooman door DVS is duidelijk geworden dat voor een gemiddelde sluis het aankomstpatroon tussen *relatief gelijkmatig* en *gemiddeld gelijkmatig* in zit. Daarom zijn voor alle sluisen beide aankomstpatronen doorgerekend en zijn resulterende passertijden gemiddeld. Dit gemiddelde cijfer is in de rapportage opgenomen.

### *Kleinvaart*

De kleinvaart kan meestal met de beroepsvaart meeschutten (indien geen specifieke jachtensluis aanwezig is). Hierdoor is het extra capaciteitsbeslag beperkter dan het aandeel recreatie- en overige vaart. Bij een hoog aandeel recreatievaart wordt in het model de (resterende) capaciteit voor de beroepsvaart bijgesteld met een correctiefactor.

Uit ervaringscijfers heeft de beheerder van het model, Rijkswaterstaat onderdeel DVS, de volgende correctiefactoren voor recreatievaart vastgesteld:

- Grote sluisen: bij een aandeel recreatievaart van 20% à 30% is de correctiefactor 5%.
- Kleinere sluisen: bij een aandeel recreatievaart van 20% à 30% is de correctiefactor 10%

Bij een hoger of lager aandeel recreatievaart is de correctiefactor naar rato aangepast. Verder is in de correctiefactor rekening gehouden met het aandeel niet-vrachtvervoerende binnenvaart.

### *Relatie tussen I/C factor en gemiddelde passeertijden bij sluisen (bron: DVS)*

De "hinder" die een sluis veroorzaakt voor de afwikkeling van het scheepvaartverkeer, kan worden uitgedrukt in een I/C-waarde (verhouding Intensiteit-Capaciteit). Naarmate deze waarde toeneemt, zal de vertraging voor de scheepvaart meer dan evenredig oplopen. Voor sluisen wordt in Nederland altijd een I/C-factor van 0,5 - 0,6 in de maatgevende maand gehanteerd als grenswaarde.

Om beter inzicht te krijgen in wat de I/C factor betekent voor de kwaliteit van de verkeersafwikkeling (=gemiddelde passeertijd van alle schepen) bij een sluis cq. de hinder voor de scheepvaart, zijn van een zevental sluisen de relatie tussen de I/C-factor en de gemiddelde passeertijd bepaald. De resultaten staan hieronder gepresenteerd.

Tabel b.3 Relatie I/C-ratio sluizen en gemiddelde passeertijd.

I/C ratio sluis	Gem. passeertijd van alle schepen (in minuten)	Vershil
0,4	30	
0,5	45	15
0,6	60	15
0,7	80	20
0,8	125	45
0,9	235	110

Bron: Rijkswaterstaat DVS

In de praktijk betekent een I/C-waarde boven de 0,5 een gemiddelde totale wachttijd van alle schepen (in de maatgevende periode) van meer dan dertig minuten, het Nota Mobiliteit criterium. Deze waarde is in de loop der jaren gegroeid uit praktijkervaring en modelberekeningen en waarborgt een vlotte en veilige verkeersafwikkeling.

Bij een I/C factor groter dan 0,6 in de maatgevende periode, loopt de gemiddelde passeertijd van alle schepen in die maatgevende periode meer dan evenredig op en is er sprake van een trage doorstroming van het verkeer. Het aantal wachtende schepen wordt dan zo groot dat een deel van de schepen niet meer met de eerstvolgende schutting mee kan (ze passen niet meer in de kolk) en moeten wachten op een volgende schutting, het zogenaamde overliggeren en dat kost veel extra tijd. Eén extra schutcyclus duurt al snel 45 minuten.

Bij sluizen met een relatief hoge schuttijd, zoals de Krammersluis, neemt de gemiddelde passagetijd sneller toe met de I/C-ratio. Indien een schip bij deze sluis moet overliggeren, kost dit meer tijd dan bij een gemiddelde sluis, omdat de schutcyclus langer dan een uur duurt.

Bijvoorbeeld bij een I/C-factor van 0,7 bedraagt de gemiddelde passeertijd van alle schepen in de maatgevende periode reeds 80 minuten terwijl die bij lage I/C factoren (< 0,4) 30 minuten of minder bedraagt. Een bijna verdrievoudiging van de passeertijden is slecht voor de scheepvaart en voldoet niet aan het Rijkswaterstaat criterium van een robuust netwerk.

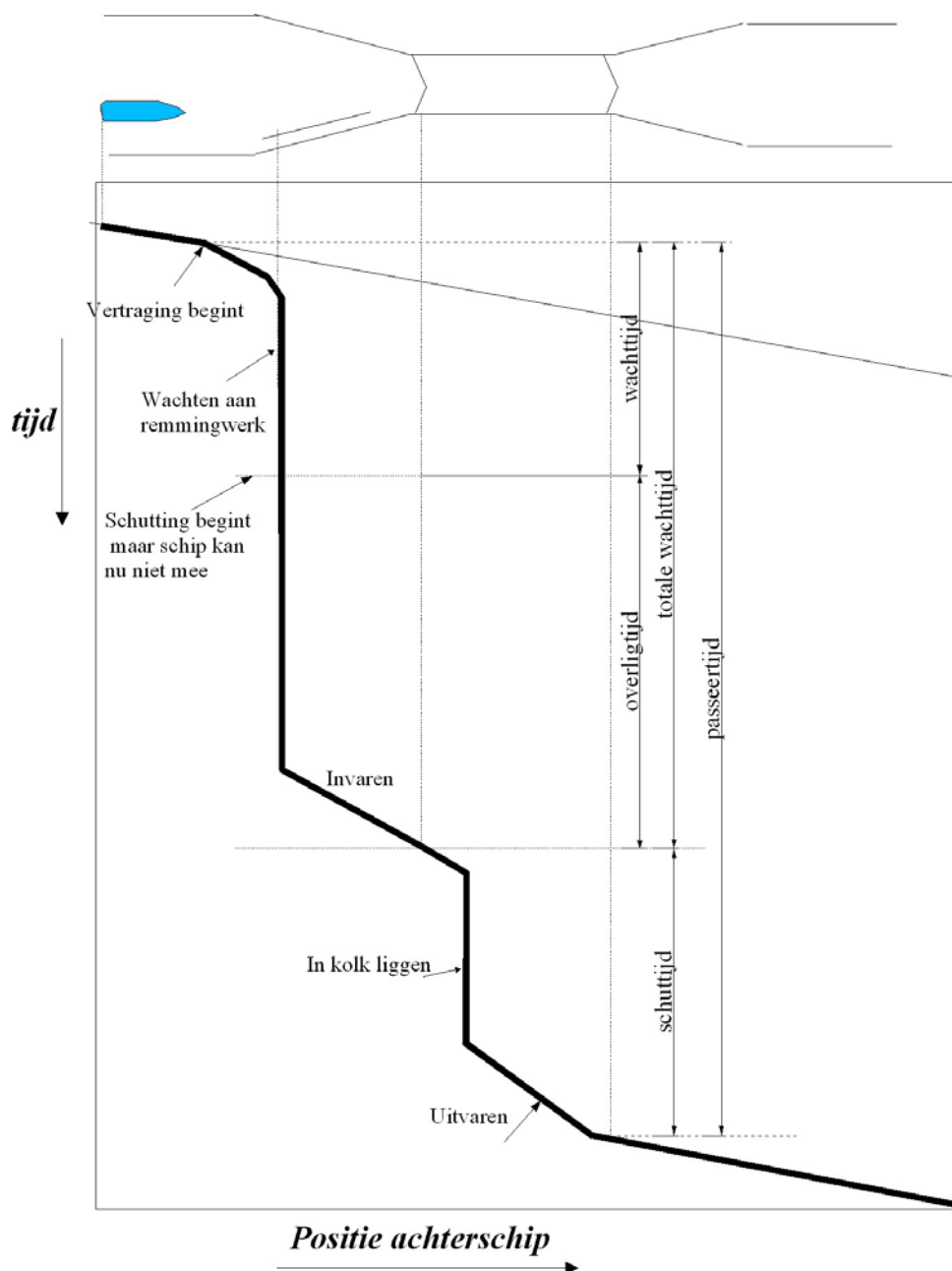
De definities zijn hieronder weergegeven:

- passeertijd is de tijd die een schip nodig heeft voor het passeren van de sluis, en is gelijk aan de som van totale wachttijd en schuttijd (de totale wachttijd is de som van wachttijd en overligtijd).
- wachttijd, deze gaat in op het moment dat het schip bij de sluis aankomt en enige vertraging begint en stopt op het moment dat of de schuttijd of de overligtijd ingaat.
- overligtijd, deze gaat in op het moment dat het schip in de wachtrij ligt en er een kolk, waar het schip in zou mogen, omgaat naar de overkant. De overligtijd stopt op het moment dat de schuttijd ingaat.
- totale wachttijd is de som van wachttijd en overligtijd.

- schuttijd, deze gaat in op het moment dat alle te schutten schepen zich in de schutruimte bevinden en de invardeuren dicht gaan. De schuttijd stopt op het moment dat het schip met zijn hek de uitvardeur passeert. Het sluiten van de deuren, het nivellieren van de kolk en het openen van de deuren (is bedieningstijd schutproces) maken dus onderdeel uit van de schuttijd, evenals de uitvaartijd van de schepen. De schuttijd varieert bijvoorbeeld met de kolkafmetingen en met het waterstandsverschil (verval) over de sluis.

Voor meer informatie betreffende het NoMo-criterium en de bijbehorende definities wordt verwezen naar de Nota Mobiliteit en de Richtlijnen Vaarwegen van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat ([www.verkeerenwaterstaat.nl](http://www.verkeerenwaterstaat.nl)).

Figuur b.1 Diagram van positie van een schip in de tijd bij schutting met overligen.



bron: Rijkswaterstaat DVS.

# Bijlage achtergrond informatie Welvaart en Leefomgeving-scenario's<sup>1</sup>

## *Uitwerking GE-scenario*

### Algemeen

In Global Economy (GE) is er sprake van een grote mate van internationale samenwerking op mondiaal niveau. De EU breidt zich nog verder uit naar het oosten. Het internationale vervoer neemt fors toe door de wereldwijde handelsliberalisatie van goederen en diensten. Binnen Europa zijn er kansen voor spoorvervoer en binnenvaart. De mondiale vrijhandel vindt plaats zonder effectief internationaal milieubeleid.

### Vervoer

In GE nemen de Europese importstromen van droge en natte bulk wel beperkt toe. De containeroverslag stijgt zeer fors met 460% tot 2040. Hierdoor neemt de totale havenoverslag toe met 126% in 2040 (t.o.v. 2002).

Het vervoer van alle modaliteiten neemt toe, maar de groei van binnenvaart en pijpleiding is duidelijk lager dan bij weg en spoor. Net als in SE neemt het aandeel spoorvervoer in het vervoer van containers toe. De grote massa van de distributiestromen zorgt ervoor dat Europese Distributie Centra (EDC's) steeds meer in Midden-, Oost- en Zuid-Europa worden ontwikkeld. Deze geconcentreerde omvangrijke stromen bieden kansen aan binnenvaart, spoorvervoer en shortsea, zeker gezien de verdergaande liberalisering en technische ontwikkeling in deze modaliteiten. Grote wereldwijd opererende logistiek dienstverleners maken daar gebruik van en bieden intermodale netwerken met hoogwaardige overslag.

### Energiegebruik

Voor energievoorziening/opwekking laat Global Economy het hoogste aanbod zien. Hierbij voorzien poederkoolcentrales in belangrijke mate in de nieuwe capaciteit. In het Global Economy-scenario wordt ervan uitgegaan dat er een overvloed aan energie is en er nauwelijks sprake is van crisissituaties. Er is geen noodzaak voor een grotere rol van kernenergie. Weinig aandacht gaat uit naar het milieu, maar tevens zal er weinig weerstand zijn tegen windenergie. Het aandeel elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare bronnen stijgt eerst, maar daalt daarna tot onder het huidige niveau.

---

<sup>1</sup> Bron: Welvaart en leefomgeving; een scenariostudie voor Nederland in 2040, CPB, MNP en RPB, 2006.

### *Uitwerking TM-scenario*

#### Algemeen

De mate van internationale samenwerking blijft in Transatlantic Market (TM) beperkt. Handelsakkoorden op mondiale schaal blijven daardoor uit. Tussen Europa en de Verenigde Staten is wel sprake van vergaande handelsliberalisatie die resulteert in een nieuwe interne markt zonder handelsbarrières. Grootschalige ontwikkeling van het internationale vervoer goederen vindt daardoor vooral plaats tussen Europa en Amerika. In TM is er geen sterk milieubeleid en is het milieubewustzijn het laagst. Alleen in TM is de geopolitieke situatie, de problematische aanvoer van olie en gas, een reden voor een toenemende rol van kernenergie.

#### Vervoer

In TM nemen de Europese importstromen van droge en natte bulk wel beperkt toe. De containeroverslag stijgt zeer fors met 309% tot 2040. Hierdoor neemt de totale havenoverslag toe met 66% in 2040 (t.o.v. 2002). Door omvangrijke goederenstromen en schaalvergroting in de scheepsgroottes is er een aanzienlijke daling van de transportkosten in de zeevaart en shortsea. De einddistributie en inlanddoorvoer binnen Europa verlopen via enkele dominante mainports in Europa. De afstemming in Europa als het gaat om harmonisatie en liberalisatie is gering.

Binnen Europa is wegvervoer dominant als het gaat om vervoer van hoogwaardige eindproducten, ook over langere afstanden.

Door de behoefte aan nationale soevereiniteit vraagt de Europese eindconsument diversiteit naar culturen. Daarvoor blijft assemblage dicht bij de eindconsument noodzakelijk hetgeen mogelijkheden biedt voor EDC's met toegevoegde waarde activiteiten in Nederland en Vlaanderen.

#### Energiegebruik

Transatlantic Market kenmerkt zich door een sterke dominantie van kolenvermogen, naast nieuwe kerncentrales met een capaciteit van in totaal 6.000 MWe in 2040. Hierdoor zal het gebruik van kolen toenemen. In TM wordt ervan uitgegaan dat er een overvloed aan energie is. Er is wel wat drive voor hernieuwbare energie in verband met de onzekerheid over de olieprijs vanwege geopolitieke ontwikkelingen. Het aandeel elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare bronnen stijgt eerst, maar daalt daarna tot onder het huidige niveau.

### *Uitwerking SE-scenario*

#### Algemeen

In Strong Europe (SE) is er veel aandacht voor internationale samenwerking. De EU breidt verder uit naar het oosten, ook samenwerking met landen rond de Middellandse Zee neemt toe. Op wereldschaal werkt de EU nauw samen met andere handelsblokken, waaronder China. Gevolg is dat het internationale vervoer aanzienlijk zal toenemen. Dit is vooral zichtbaar in het lange afstandsvervoer binnen Europa, maar daarnaast ook in intercontinentale maritieme stromen. In dit scenario zijn er veel kansen voor shortsea, binnenvaart en spoorvervoer, omdat deze vervoerswijzen relatief goedkoop zijn en omvangrijke goederenstromen aankunnen. In SE gebeurt de mondiale handel onder milieurestricties en is er een effectief internationaal klimaatbeleid. Na 2020 wordt een



wereldwijde afname van fossiele brandstoffen voor transport verondersteld tengevolge van het klimaatbeleid en de inzet van biobrandstoffen.

### Vervoer

De omvangrijke Europese importstromen via de Nederlandse en Vlaamse zeehavens van droge (ijzererts, steenkolen, agribulk) en natte (aardolie- en aardolieproducten) bulkgoederen zullen in Strong Europe tot 2020 licht toenemen om vervolgens af te nemen (zie ook tabel 3.3). In dit scenario is sprake van een verdrievoudiging van de containeroverslag. Deze groei compenseert de daling in de bulkoverslag en leidt tot een stijging van de totale havenoverslag van 30% in 2040.

Door de daling van het bulkvervoer neemt ook het aandeel van het vervoer per binnenvaart af, ten gunste van vooral het wegvervoer. In het vervoer van containers neemt het aandeel van het spoorvervoer toe. Voor de distributie geldt dat EDC's in Midden- en Oost- en Zuid-Europa opkomen, omdat één DC in de groeiende Europese Unie niet toereikend is. Nieuw toetredende lidstaten zijn op korte termijn via shortsea en wegvervoer het meest kostenefficiënt te bereiken.

### Energiegebruik

Nieuwe capaciteit voor energievoorziening bestaat aanvankelijk uit gasgestookte centrales, maar op lange termijn wordt ook kolenvergassing met CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag toegepast. Hierdoor zal het gebruik van kolen toenemen. Door klimaatbeleid worden in Strong Europe op de langere termijn ook windenergie, zon en biomassa belangrijkere bronnen voor elektriciteitsopwekking. Het aandeel elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare bronnen stijgt en bedraagt in 2040 uiteindelijk ruim 30 procent.

## *Uitwerking RC-scenario*

### Algemeen

In Regional Communities (RC) is er weinig internationale samenwerking, doordat landen vasthouden aan het behoud van de nationale soevereiniteit. De wereld bestaat geïsoleerde handelsblokken. Binnen een handelsblok groeit de handel door samenwerking, maar tussen de blokken blijven handelsbarrières bestaan. In Regional Communities komt er geen mondiaal klimaatbeleid, maar bestaan er wel afspraken met de Europese buurlanden. Wel is er sprake van een effectief nationaal milieubeleid. In RC zijn de omstandigheden wat minder gunstig voor de energie-intensieve industrie en verliest met name de basismetale concurrentiekracht op de wereldmarkt.

### Vervoer

Het internationale vervoer van goederen groeit hierdoor beperkt, in omvang en in mondiale spreiding. Pas op langere termijn (vanaf 2020) gaan shortsea, binnenvaart en spoorvervoer een belangrijke rol spelen op lange(re) afstanden.

Net als in SE zullen de omvangrijke Europese importstromen via de Nederlandse en Vlaamse zeehavens van droge (ijzererts, steenkolen, agribulk) en natte (aardolie- en aardolieproducten) bulkgoederen afnemen. In RC daalt de overslag van de bulkgoederen zelfs direct (zie ook tabel 3.3). De containeroverslag neemt met 60% toe tot 2040. Dit kan

de daling van de bulkstromen niet compenseren, zodat de totale overslag in de zeehavens in 2040 circa 10% lager ligt dan in 2002.

De daling van de bulkoverslag zorgt voor een afname van het vervoer per binnenvaart en het aandeel van de binnenvaart. Door veel versnipperde goederenstromen over (relatief) korte afstanden zal het wegvervoer het belangrijkste blijven (tot 2020). Pas daarna is door innovatie en consolidatie en de daaruitvolgende schaalgrootte ruimte voor binnenvaart, spoorvervoer en shortsea.

### Energiegebruik

Nieuwe capaciteit voor energievoorziening bestaat in Regional Communities voornamelijk uit kolenvergassing zonder CO<sub>2</sub>-afvang. Dit komt voort uit de behoefte aan voorzieningszekerheid en het is relatief schoon. Hierdoor zal het gebruik van kolen toenemen. In RC vormt het hernieuwbaar vermogen uiteindelijk een substantieel deel van de elektriciteitsvoorziening. Het aandeel elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare bronnen stijgt en bedraagt in 2040 uiteindelijk 24 procent.