

Complex project 'Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen'



Capaciteitsanalyse binnenvaart Studierapport

20 januari 2021

DOCUMENTINFORMATIE

Naam project	Complex project 'Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen' (CP ECA)
Rapporttitel	Capaciteitsanalyse binnenvaart Studierapport
Opdrachtgevers	Departement Mobiliteit en Openbare Werken Havenbedrijf Antwerpen Maatschappij Linkerscheldeover
Contactpersoon opdrachtgevers	Dr. Reginald Loyen Programmadirecteur CP ECA Reginald.loyen@mow.vlaanderen.be
Opdrachtnemer	
Contactpersoon opdrachtnemer	
Projectnummer	

VERSIEBEHEER

Versiedatum	Auteur(s) document	Doc.verantwoordelijke	Doc.screener
20/01/2021	Johan Gauderis Karen Simons	Johan Gauderis	

1 INHOUD

1	INHOUD	3
2	SAMENVATTING	4
3	INLEIDING	5
4	BINNENVAARTPROGNOSE	7
4.1	Prognose zonder ECA.....	7
4.2	Impact van ECA-project op binnenvaartvolumes.....	9
4.3	Prognose inbegrepen ECA.....	15
5	ANALYSE VAN DE SLUISCAPACITEIT	17
5.1	Sluizen in de haven van Antwerpen.....	17
5.2	Rivier- en kanaalsluizen	19
6	IDENTIFICATIE VAN KNELPUNTEN WEGENS BEPERKINGEN VAN DOORVAARHOOGTE ONDER BRUGGEN	22
7	GEVOELIGHEIDSANALYSE.....	25
8	ALGEMEEN BESLUIT	28
9	AFKORTINGEN	30
10	BIJLAGEN.....	31
10.1	Inputgegevens voor de prognose	31
10.2	Kooman-model.....	32
10.3	Methode van de capaciteitsanalyse van de sluizen in de haven van Antwerpen	34

2 SAMENVATTING

In deze studie is de impact van het ECA-project op het binnenvaartvervoer en -verkeer onderzocht. Het doel van het onderzoek is na te gaan of het binnenvaartvervoer gegenereerd door ECA knelpunten voor de sluis-capaciteit zal veroorzaken.

De scope van de studie omvat de sluizen op de vaarwegen van en naar de locatie van het ECA-project:

- | | | |
|--|--|--|
| - sluizen in de haven van Antwerpen: | - sluizen op de Vlaamse waterwegen: | - sluizen op de Nederlandse waterwegen: |
| <ul style="list-style-type: none">▪ Kieldrechtsluis;▪ Kallosluis;▪ Zandvlietluis;▪ Berendrechtsluis;▪ Boudewijnsluis;▪ Van Cauwelaertsluis;▪ Royerssluis | <ul style="list-style-type: none">▪ sluizen van Wijnegem;▪ sluis van Wintam;▪ sluis van Duffel;▪ Zennegatsluis;▪ sluis van Dendermonde;▪ sluizen van Merelbeke;▪ sluizen van Evergem | <ul style="list-style-type: none">▪ sluizen van Hansweert;▪ Krammersluizen;▪ Kreekraksluizen;▪ Volkeraksluizen. |

Daarnaast is er gekeken naar knelpunten voor de containervaart veroorzaakt door de doorvaarhoogte onder bruggen.

In het maatgevende scenario (d.w.z. het scenario met de grootste impact op het binnenvaartvervoer) genereert het ECA project een containerbinnenvaartvolume van bijna 2,1 miljoen TEU. Naargelang het groeiscenario wordt dit aantal tegen 2040 of 2050 bereikt. Daarvan is 1,7 miljoen TEU vloeit afkomstig uit de extra containerbehandelingscapaciteit (tweede Getijdendok en binnenvaartkades in de Waaslandhaven) en 0,4 miljoen TEU van een toename van het aandeel van de binnenvaart in het achterlandvervoer van containers.

Ten behoeve van de analyse van de impact op de bezettingsgraad van de sluizen is dit containervolume omgezet in aantal en laadvermogen van scheepsbewegingen. Voor de sluizen in de haven van Antwerpen, die zowel voor zeevaart als binnenvaart gebruikt worden is een op recente trends gebaseerde aanname over de groei van het zeevaartverkeer gemaakt.

De belangrijkste conclusies zijn als volgt.

- De impact van de autonome groei van de binnenvaart (zonder ECA) is over het algemeen belangrijker dan de impact van het ECA-project. Voor de sluizen van de haven van Antwerpen en voor het sluiscomplex van Wijnegem is het aandeel van ECA in de toename van het binnenvaartverkeer tot 2050 vrij groot. Het bedraagt 44% voor de sluizen van Wijnegem en tussen 38% en 46% voor vier van de zeven sluizen in de haven van Antwerpen.
- De capaciteitsbezetting van sluizen neemt overal toe tussen 2019 en 2050. Dat is logisch gezien de stijging van het binnenvaartvervoer. De stijging leidt niet tot het ontstaan van knelpunten. Aandachtspunten zijn wel de Nederlandse sluizen (Kreekrak en Volkerak) waar de capaciteitsbezetting nu al hoog is. Ook de duwvaartsluis in Wijnegem evolueert naar een hoge bezettingsgraad. Het ECA-project veroorzaakt op zichzelf geen knelpunten.
- De vorige conclusie is sterk gevoelig voor aannames met betrekking tot de autonome groei, aangezien de autonome groei verantwoordelijk is voor het grootste deel van de toename van het binnenvaartverkeer. Een cruciale parameter is de gemiddelde beladingsgraad van de binnenvaartschepen. In de basisprognose is verondersteld dat de beladingsgraad in de toekomst licht zal stijgen. Indien daarentegen een constante beladingsgraad verondersteld wordt (wat overeenstemt met de recente trend) dan wordt voor meerdere sluizen de operationele capaciteitsgrens van 70% bezettingsgraad overschreden. Dat is het geval voor het sluiscomplex van Wijnegem, de Kreekraksluizen en de Volkeraksluizen. Dat is niet zozeer het gevolg van het ECA-project, maar wel van de autonome groei van het binnenvaartvervoer. Het toont aan dat de gewenste modale verschuiving ten voordele van de binnenvaart zonder een verhoging van de beladingsgraad niet duurzaam is.
- Dit resultaat benadrukt het belang van de verhoging van de bruggen van het Albertkanaal waardoor vierlaagse containervaart mogelijk is en de beladingsgraad van de schepen verhoogd kan worden. Zonder verhoging van de gemiddelde beladingsgraad dringt de bouw van een vierde sluis in Wijnegem zich op.

3 INLEIDING

In 2009 maakten Ecorys en Resource Analysis twee studies in opdracht van de Vlaams Nederlandse Schelde Commissie:

- Ecorys en Resource Analysis, Verkeer- en vervoersprognoses binnenvaart Scheldegebied - Situatie 2007 en prognoses 2020/2040, Eindrapportage, 19 februari 2009;
- Ecorys en Resource Analysis, Capaciteitsanalyse binnenvaart Scheldegebied, Eindrapportage, 5 november 2009.

In de eerste studie werd een prognose van het binnenvaartvervoer (ton per goederenklasse) en -verkeer (aantal reizen per scheepstype) opgesteld. In de tweede studie werd deze prognose gebruikt als input voor een analyse van de huidige en verwachte toekomstige capaciteitsbenutting van 11 belangrijke sluizen en sluiscomplexen in het Scheldegebied.

In het kader van het onderzoek van het Complex Project ECA is gevraagd om deze studies te updaten en de impact van het ECA-project op de sluis capaciteit te onderzoeken.

Een exacte replicatie van de studies van 2009 met geactualiseerde gegevens bleek niet mogelijk, omdat het in die studies gehanteerde prognosemodel niet meer beschikbaar is. Bovendien kwamen in de capaciteitsanalyse van 2009 de sluizen van de haven aan Antwerpen niet aan bod omdat het gebruikte sluis capaciteitsmodel (het Kooman-model) voor die sluizen onbetrouwbare resultaten opleverde. De reden is dat de sluizen gemengd door zee- en binnenvaart gebruikt worden, en als een systeem opereren waarbij binnenvaartschepen in geval van congestie aan de ene sluis soms langs een andere sluis omvaren. Deze eigenschappen zijn in het Kooman-model niet voorzien.

Daarom is voor deze capaciteitsanalyse een eigen aanpak ontwikkeld en toegepast. Voor de binnenvaartsluizen langs rivieren en kanalen is het Kooman-model gebruikt, zoals in de studie van 2009. Voor de prognose van het binnenvaartvolume en de capaciteitsanalyse van de sluizen van de haven van Antwerpen zijn eigen methodes ontwikkeld, die in dit rapport zijn toegelicht.

De scope van de studie omvat de sluizen op de vaarwegen van en naar de locatie van het ECA-project:

- | | | |
|---|--|--|
| - sluizen in de haven van Antwerpen: | - sluizen op de Vlaamse waterwegen: | - sluizen op de Nederlandse waterwegen: |
| <ul style="list-style-type: none">▪ Kieldrecht sluis;▪ Kallosluis;▪ Zandvliet sluis;▪ Berendrecht sluis;▪ Boudewijnsluis;▪ Van Cauwelaert sluis;▪ Royerssluis | <ul style="list-style-type: none">▪ sluizen van Wijnegem;▪ sluis van Wintam;▪ sluis van Duffel;▪ Zennegatsluis;▪ sluis van Dendermonde;▪ sluizen van Merelbeke;▪ sluizen van Evergem | <ul style="list-style-type: none">▪ sluizen van Hansweert;▪ Krammersluizen;▪ Kreekraksluizen;▪ Volkeraksluizen. |

Daarnaast is er gekeken naar knelpunten voor de containervaart veroorzaakt door de doorvaarhoogte onder bruggen.

Leeswijzer

Het hoofddeel van het rapport bestaat uit vijf hoofdstukken.

- In hoofdstuk 4 is de prognose van het binnenvaartvervoer- en verkeer beschreven. Eerst is een prognose tot 2050 zonder ECA opgesteld. Vervolgens is de impact van het ECA-project bepaald en bij de prognose opgeteld.
- Hoofdstuk 5 is aan de analyse van de sluis capaciteit gewijd. De impact van het ECA-project op de capaciteitsbezetting is bestudeerd om mogelijke knelpunten te identificeren.
- In hoofdstuk 6 zijn de knelpunten voor de containervaart wegens een beperkte doorvaarhoogte onder bruggen geïdentificeerd.

- In hoofdstuk 7 worde de gevoeligheid van de conclusies met betrekking tot de evolutie van de gemiddelde beladingsgraad van de binnenvaartschepen besproken.
- Hoofdstuk 8 bevat een overzicht van de belangrijkste conclusies.

Technische details van de prognose en de sluiscapaciteitsanalyse zijn in de bijlagen van het rapport opgenomen. De bijlagen omvatten een beschrijving van het Koomanmodel, dat voor de capaciteitsanalyse van de binnenvaartsluizen gehanteerd is, en van de eigen aanpak voor de capaciteitsanalyse van de sluizen van de haven van Antwerpen (waarvoor het Koomanmodel niet geschikt is).

4 BINNENVAARTPROGNOSE

Het eerste deel van de analyse behelst de opstelling van een prognose van het binnenvaartverkeer door de sluisen in de scope van de studie (opgesomd in hoofdstuk 3). De prognose is gemaakt in twee stappen.

- In de eerste stap is een prognose zonder ECA-project gemaakt. Die prognose is gebaseerd op de verwachte groei van de binnenvaart in België in het langetermijnsценario van de vervoersvraag van het Planbureau.
- In de tweede stap is de impact van het ECA-project op het binnenvaartverkeer bepaald. Het uitgangspunt van de sluiscapaciteitsanalyse is het voorkeursbesluit opgenomen in de Projectonderzoeksnota (PON) met betrekking tot het complex project ECA. De verwachte maximale terminalcapaciteiten uit het voorkeursbesluit zijn gebaseerd op de TBA studie en de S-MER. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen een scenario met hoog transshipment en laag transshipment. Ten behoeve van de capaciteitsanalyse is het prognosevolume over verschillende richtingen en de bijhorende sluisen verdeeld.

De uiteindelijke prognose is de som van de prognose zonder ECA en de impact van ECA. De prognose is voor het zichtjaar 2050 opgesteld.

In dit hoofdstuk is de opstelling van de prognose stap per stap beschreven. Eerst komt de prognose zonder ECA aan bod (sectie 4.1). Daarna de impact van het ECA-project (sectie 4.2). En tenslotte de totale prognose inbegrepen ECA in sectie 4.3.

4.1 PROGNOSE ZONDER ECA

Het Federaal Planbureau (FPB) stelt regelmatig langetermijnsценario's van de vervoersvraag en de daaruit voortvloeiende verkeersvolumes op. Deze worden gebruikt als input voor andere langetermijnanalyses, bijvoorbeeld ten behoeve van het klimaatbeleid. Het meest recente langetermijnsценario is gepubliceerd in 2019 en bestrijkt de periode 2015-2040.¹

De basis van de prognose zonder ECA is het gemiddeld jaarlijks groeipercentage van de vervoerde lading in ton met de binnenvaart in België (som van nationaal vervoer, aanvoer, afvoer en doorvoer) tussen 2015 en 2040. Dit percentage bedraagt 1,3%.² Daar de prognose als zichtjaar 2050 heeft, is hetzelfde groeipercentage voor 10 extra jaren aangehouden.

Voor de analyse van de sluiscapaciteit is behalve een vervoersprognose (aantal ton) ook een verkeersprognose nodig (aantal schepen en gemiddeld laadvermogen van de schepen). De relaties tussen deze variabelen is als volgt (bij benadering):

- (1) groei van het aantal schepen = groei van vervoerde lading — groei van gemiddelde lading per schip;³
- (2) groei van gemiddelde lading per schip = groei van gemiddeld laadvermogen per schip + groei van gemiddelde beladingsgraad.⁴

Het langetermijnsценario van het FPB bevat geen prognoses van het gemiddeld laadvermogen en de beladingsgraad. Gegevens over de historische evolutie van deze variabelen in de Belgische binnenvaart zijn schaars en gefragmenteerd. Het Havenbedrijf Antwerpen beschikt wel over binnenvaartgegevens die 35 jaren in de tijd teruggaan.

- Het gemiddeld laadvermogen van de binnenschepen die in de haven van Antwerpen aankomen om te laden en te lossen steeg over de periode 1985-2019 met gemiddeld 2% per jaar. Dit komt neer op een verdubbeling van 1200 ton per schip in 1985 tot 2400 ton in 2019. Binnen die

¹ B. Laïne et al. (2019), Vooruitzichten van de transportvraag in België tegen 2040, Federaal Planbureau.

² Berekend op basis van B. Laïne et al. (2019), op. cit., Tabel 16 en databijlage.

³ Meer precies wordt het verschil tussen groeivoet x% en y% als volgt berekend: $z\% = (1+x\%) / (1+y\%) - 1$.

⁴ Meer precies wordt de som van groeivoet x% en y% als volgt berekend: $z\% = (1+x\%) * (1+y\%) - 1$.

tijdsspanne kunnen drie deelperiodes onderscheiden worden. Tussen 1985 en 2000 bedroeg het groeipercentage van het gemiddelde laadvermogen 0,9% per jaar. Tussen 2000 en 2010 versnelde de schaalvergroting tot 3,5% per jaar. Daarna zakte het groeipercentage af tot een nog steeds forse 2,3% per jaar.

- De gemiddelde beladingsgraad daalde tussen 1985 en 2019 van 40% naar 37% (-0,3% per jaar). Dit is een globale beladingsgraad, waarin leegvaart inbegrepen is.⁵ Ook hier zijn drie deelperiodes zichtbaar. Van 1985 tot 2000 steeg de gemiddelde beladingsgraad van 40% naar 43%. De snelle schaalvergroting tussen 2000 en 2010 ging gepaard met een daling van de beladingsgraad tot 37%. Sindsdien schommelt de beladingsgraad tussen 35% en 38%.

Een doorzetting van de snelle schaalvergroting waargenomen in de afgelopen 30 jaar gedurende de volgende 30 jaren (tot 2050) is niet realistisch. Ze zou leiden tot een onwaarschijnlijk hoge gemiddelde tonnenmaat van 4400 ton in 2050 voor de binnenvaartschepen die de haven van Antwerpen bezoeken). Daarom wordt uitgegaan van een toename van de tonnenmaat met 1% per jaar. De resulterende gemiddelde tonnenmaat in 2050 bedraagt dan ongeveer 3200 ton (tegenover ongeveer 2400 ton in 2019).

De (weinige) beschikbare informatie suggereert dat de beladingsgraad constant bleef, of zelfs lichtjes daalde. Ook de doorzetting van deze trend lijkt niet houdbaar op de lange termijn. Om een duurzame groei te kunnen realiseren moet de binnenvaart haar capaciteit efficiënter inzetten en moet de beladingsgraad stijgen. Er wordt een gemiddelde toename van de beladingsgraad van 0,5% per jaar vooropgesteld. Dit komt neer op een stijging van de gemiddelde totale beladingsgraad (leegvaart inbegrepen) met ongeveer 17% in 31 jaar (d.w.z. van 37% in 2019 tot 43% in 2050).

De bovenstaande aannames en de resulterende groei van het binnenvaartvervoer en verkeer in 2050 zijn in de onderstaande tabel samengevat.

Tabel 1: Prognose van binnenvaartvervoer en -verkeer zonder ECA-project tot 2050

	Gemiddelde groei per jaar	Groei 2019-2050
Totaal vervoerde lading (ton)	+1,3%	+49,2%
Gemiddeld laadvermogen (ton)	+1,0%	+36,1%
Gemiddelde beladingsgraad (%)	+0,5%	+16,7%
Gemiddelde lading per schip (ton)	+1,5%	+58,9%
Totaal aantal schepen (aantal)	-0,2%	-6,1%
Totaal laadvermogen (ton)	+0,8%	+27,9%

Deze groeifactoren worden toegepast op het verkeers- en vervoersvolume in 2019 van alle sluizen.

⁵ De globale beladingsgraad is gelijk aan de ratio van de vervoerde lading en het laadvermogen van alle scheepsreizen (geladen en lege reizen). Ze is gelijk aan het product van de gemiddelde beladingsgraad van geladen reizen en het percentage geladen reizen ten opzichte van alle reizen.

4.2 IMPACT VAN ECA-PROJECT OP BINNENVAARTVOLUMES

Het uitgangspunt voor de bepaling van de impact van het ECA-project op het containerbinnenvaartvolume is de projectdefinitie in het voorkeursbesluit van de Vlaamse Regering. Het ECA-project heeft een tweevoudige impact op het containerbinnenvaartvolume:

- de creatie van bijkomende containerbehandelingscapaciteit (maritieme containers en daaruit voortvloeiend ook binnenvaarcontainers (sectie 4.2.1);
- verhoging van het modaal aandeel van de binnenvaart in het hinterlandvervoer van containers van 34% in 2019 naar 42% in 2050 (sectie 4.2.2).

De berekend impact van ECA op het containerbinnenvaartvolume is vervolgens verdeeld over de verschillende sluizen (sectie 4.2.3) en omgezet in scheepsbewegingen (sectie 4.2.4). Deze laatste vormen de input voor de sluiscapaciteitsanalyse (behandeld in hoofdstuk 5).

4.2.1 Creatie van extra containercapaciteit

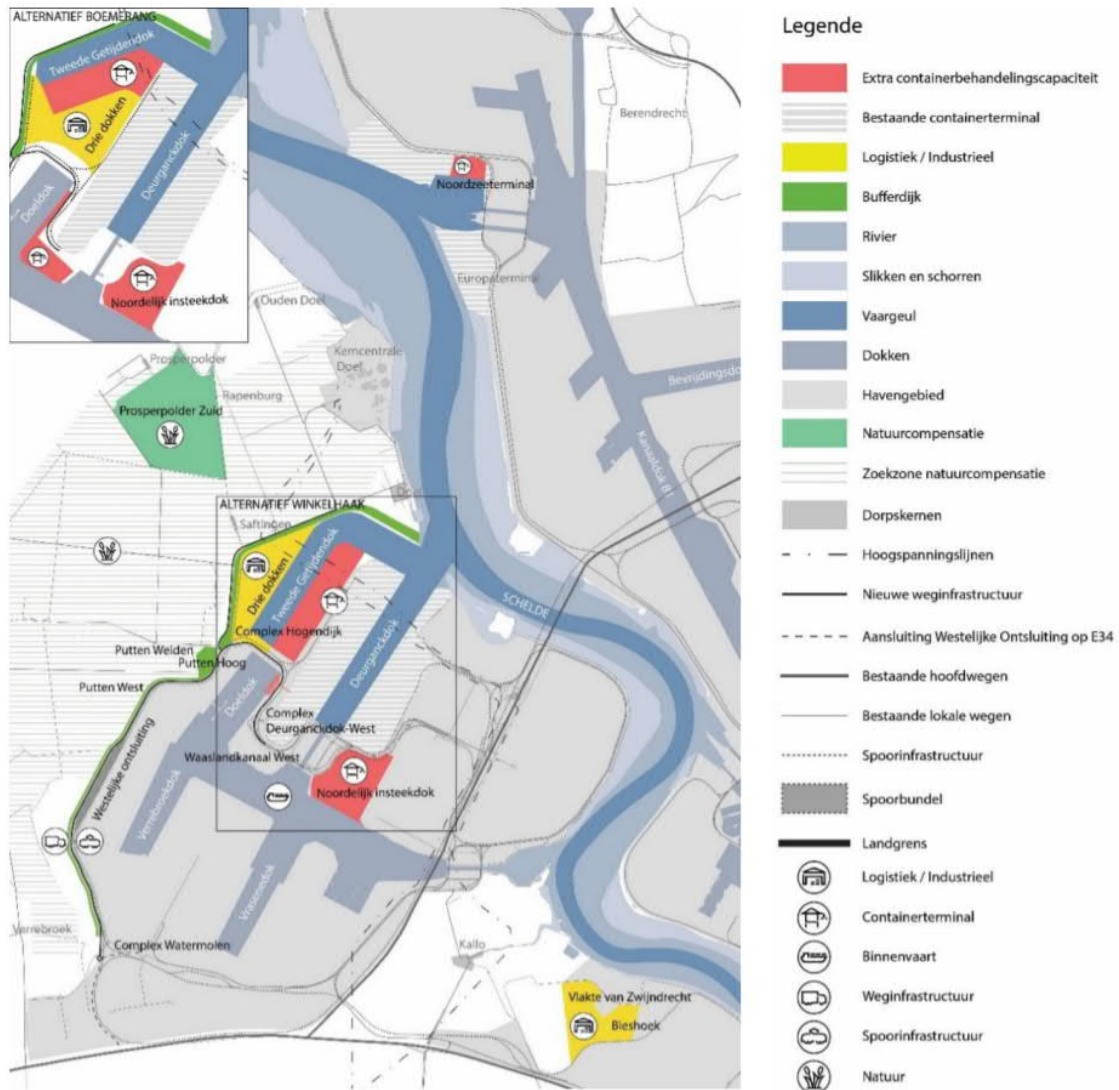
Het ECA-project behelst de ontwikkeling van een nieuwe terminal aan het Tweede Getijdendok en aanpassingen aan de bestaande capaciteit van de Noordzeeterminal en de terminal aan het Noordelijk Insteekdok.

De ingrepen zijn als volgt (zie Figuur 1 op de volgende pagina):

- aanleg van Tweede Getijdendok;
- reconfiguratie van Deurganckdok-West (verlies van kaaimuur door aanleg van tweede getijdendok en verschuiving van overslag van binnenvaartcontainers naar Doeldok, waardoor er meer capaciteit voor overslag van maritieme containers beschikbaar komt);
- inrichting van containerterminal aan het westelijk einde van Waaslandkanaal met twee binnenvaartligplaatsen aan het Doeldok);
- demping van Noordelijk Insteekdok voor de aanleg van een containerterminal;
- uitbreiding van de Noordzeeterminal.

Voor het Tweede Getijdendok zijn twee inrichtingsalternatieven ontwikkeld: de 'Winkelhaak' en de 'Boemerang' (beide weergegeven in de figuur). In de sluiscapaciteitsanalyse is van het Boemerang-alternatief uitgegaan. De containerbehandelingscapaciteit is iets groter in dit alternatief, en er is ook meer binnenvaartcapaciteit achter de sluizen in de Waaslandhaven gelegen. Het Boemerang-alternatief kan dus als maatgevend voor de evaluatie van de sluiscapaciteit gelden.

Figuur 1: ECA-project met twee inrichtingsalternatieven



In de projectonderzoeksnota (PON) zijn twee ramingen van de impact van het ECA-project op de containerbehandelingscapaciteit gepresenteerd, respectievelijk uitgaande van een laag en hoog transshipmentpercentage (zie bovenste deel van Tabel 2 en Tabel 3 op de volgende pagina).

Import-export terminals zijn gericht op de bediening van het achterland en hebben daardoor een relatief lager transshipmentpercentage. Hubterminals vervullen daarnaast een rol als Europese transshipmentcentrum dat transcontinentale containerstromen via een Europees netwerk van feederlijnen verdeelt. Voor het Tweede Getijdendok is het nog niet duidelijk of het voor een import-exportterminal of een hubterminal zal worden gebruikt. Daarom zijn beide scenario's berekend.

In het hoog transshipment scenario is voor het Tweede Getijdendok hetzelfde transshipmentpercentage verondersteld als voor Deurganckdok West vandaag, dat een hubfunctie vervult (54%). In het laag transshipment scenario is een transshipmentpercentage van 11% verondersteld, wat overeenstemt met het huidige transshipmentpercentage op Deurganckdok Oost en de Scheldeterminals. Voor de binnenvaart bedraagt de capaciteit 1,35 miljoen TEU in het hoog transshipment scenario en 1,66 miljoen TEU in het laag transshipment scenario. In het hoog transshipmentpercentage is minder binnenvaartcapaciteit nodig omdat de transshipmentcontainers niet naar het hinterland vervoerd worden.

Ten behoeve van het capaciteitsonderzoek is deze capaciteit verdeeld over de verschillende terminals. Daarvoor is gebruik gemaakt van gegevens in het rapport van TBA6. Het doel is om een onderscheid te kunnen maken tussen de additionele ECA-capaciteit in de Waaslandhaven en aan de Scheldezijde. De resultaten van de verdeling zijn in de onderste delen van Tabel 2 en Tabel 3 weergegeven.

Tabel 2: Verdeling nieuwe capaciteit van ECA in laag transshipment scenario

	Zeevaart	Binnenvaart	Totaal
Capaciteit ECA-project in PON			
Tweede Getijdendok	3,130,004	1,169,996	4,300,000
Demping Noordelijk Insteekdok	655,117	244,883	900,000
Uitbreiding Noordzeeterminal	655,117	244,883	900,000
Totaal	4,440,238	1,659,762	6,100,000
Waarvan Tweede Getijdendok			
5a' Waaslandkanaal West + Doeldok	700,000	339,618	1,039,618
Extra capaciteit DGD-West + 2GT	2,430,004	830,378	3,260,382
Totaal	3,130,004	1,169,996	4,300,000
Waarvan Demping Noordelijk Insteekdok			
5b Demping Noordelijk Insteekdok	509,044	311,105	820,149
Extra capaciteit DGD-Oost	146,073	-66,222	79,851
Totaal	655,117	244,883	900,000
Verdeling ECA-capaciteit voor/achter sluisen			
Voor sluisen (Scheldezijde)	3,231,194	1,009,039	4,240,233
Achter sluisen (Waaslandhaven)	1,209,044	650,723	1,859,767
Totaal	4,440,238	1,659,762	6,100,000

Bron: Berekeningen op basis van informatie over alternatief 9 in TBA (2018) en Projectonderzoeksnota (PON, 2020)

Tabel 3: Verdeling nieuwe capaciteit van ECA in hoog transshipment scenario

	Zeevaart	Binnenvaart	Totaal
Capaciteit ECA-project in PON			
Tweede Getijdendok	4,441,837	858,163	5,300,000
Demping Noordelijk Insteekdok	655,117	244,883	900,000
Uitbreiding Noordzeeterminal	655,117	244,883	900,000
Totaal	5,752,071	1,347,929	7,100,000
Waarvan Tweede Getijdendok			
5a' Waaslandkanaal West + Doeldok	700,000	339,618	1,039,618
Extra capaciteit DGD-West + 2GT	3,741,837	518,545	4,260,382
Totaal	4,441,837	858,163	5,300,000
Waarvan Demping Noordelijk Insteekdok			
5b Demping Noordelijk Insteekdok	509,044	311,105	820,149
Extra capaciteit DGD-Oost	146,073	-66,222	79,851
Totaal	655,117	244,883	900,000
Verdeling ECA-capaciteit voor/achter sluisen			
Voor sluisen (Scheldezijde)	4,543,027	697,206	5,240,233
Achter sluisen (Waaslandhaven)	1,209,044	650,723	1,859,767
Totaal	5,752,071	1,347,929	7,100,000

Bron: Berekeningen op basis van informatie over alternatief 9 in TBA (2018) en Projectonderzoeksnota (PON, 2020)

6 TBA (2018), Complex Project Extra Containercapaciteit Antwerpen – Capaciteitsanalyse en operationaliteitsonderzoek - V002

De creatie van extra containerbehandelingscapaciteit is een noodzakelijke voorwaarde voor de creatie van extra containervolumes, maar is op zichzelf niet voldoende. Er moet ook vraag voor de extra capaciteit zijn. Ten behoeve van de Strategische Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse (S-MKBA) van het ECA-project zijn drie vraaggedreven prognoses voor het hoog transshipment scenario opgesteld. In twee van de drie prognoses wordt de ECA-capaciteit al voor 2050 volledig benut.⁷ Ten behoeve van de sluiscapaciteitsanalyse kan dus een binnenvaartvolume gelijk aan de capaciteit beschouwd worden. Dat volume is immers maatgevend voor 2050.

4.2.2 Verhoging van het modaal aandeel van de binnenvaart

Het complex project ECA verwezenlijkt bovendien een verschuiving van de modale verdeling, waarbij het aandeel van de binnenvaart in het hinterlandvervoer van containers stijgt van 34% naar 42% zowel op de nieuwe/uitgebreide als de bestaande terminals. Deze modale verschuiving leidt tot stijging van het binnenvaartcontainervervoer met bijna 700.000 TEU (zie Tabel 4). De modale verschuiving is verondersteld om al in 2030 bereikt te zijn. Na 2030 stijgt het modaal aandeel van de binnenvaart niet verder, conform de prognose in de S-MKBA.

De toename van het hinterlandvervoer op de bestaande terminals als gevolg van een modale verschuiving overlapt ten dele met de autonome prognose zonder ECA op basis van de langetermijnprognose van het Federaal Planbureau (FPB) in hoofdstuk 4.1. De prognose van het FPB houdt al een modale verschuiving ten voordele van de binnenvaart in. Om dubbeltellingen te vermijden is de stijging van de modale verdeling in de prognose van het FPB afgetrokken van de groei van de modale verdeling in het ECA-projectscenario. Dit resulteert in een correctie met 35%, waardoor slechts 65% van de ECA volumes de capaciteitsanalyse meegenomen zijn.

Tabel 4: Extra binnenvaartvolumes op bestaande terminals ten gevolge van modale verschuiving

	Totaal	Correctie (65%)
Bijkomende binnenvaartvolumes	TEU	TEU
Laag transshipment scenario	656,164	426,507
Hoog transshipment scenario	691,840	449,696

Bron: Berekeningen op basis van gegevens in PON (2020) en B. Laïne et al. (2019)

Deze volumes worden gegenereerd op de bestaande Deurganckdok- en Scheldeterminals, en bevinden zich dus volledig aan de Scheldezijde.

Totaal extra binnenvaartvolume door ECA

Tabel 5 toont een overzicht van het totale extra binnenvaartcontainervolume gegenereerd door het complex project ECA, met een onderscheid tussen het laag en hoog transshipment scenario.

Tabel 5: Bijkomend binnenvaartvolume door ECA in 2050

	Totaal (TEU)
Laag transshipment scenario	2.086.269
Hoog transshipment scenario	1.797.625

Bron: Tabel 2, Tabel 3 en Tabel 4

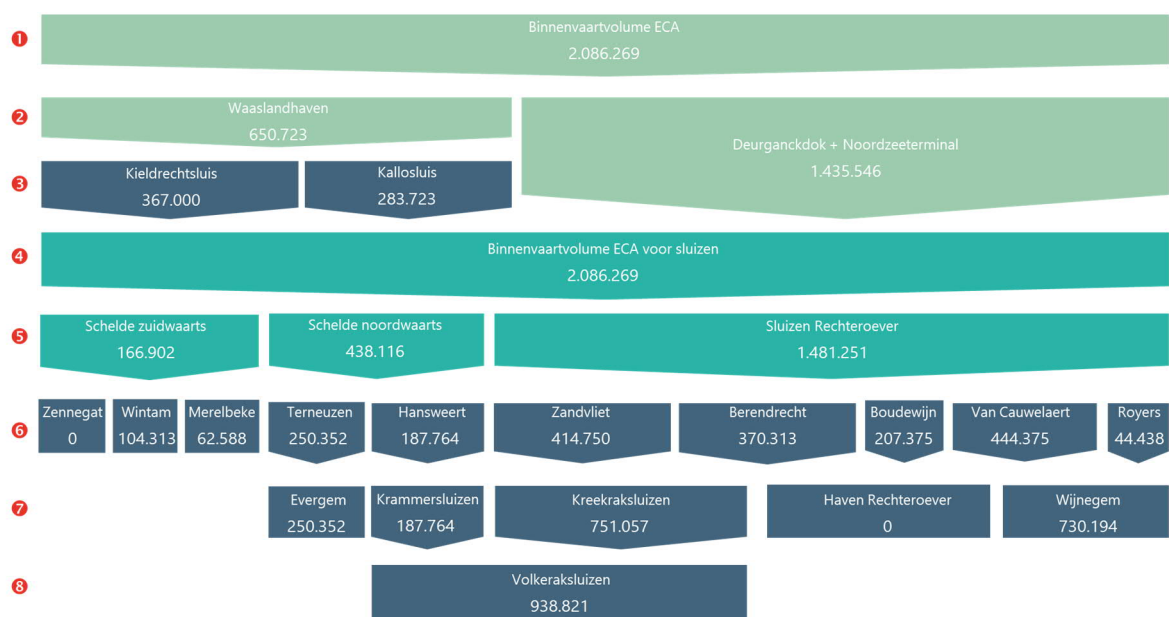
⁷ ECSA (2018), Complex Project Extra Containerbehandelingscapaciteit Havengebied Antwerpen (CP ECA) - Geïntegreerd onderzoek - Ontwerprapport Strategische Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse (S-MKBA). In het rapport is geen prognose van het binnenvaartcontainervolume van het ECA-project gepresenteerd, maar enkel van het maritieme containervolume. Het binnenvaartcontainervolume kan echter eenvoudig uit het maritieme containervolume afgeleid worden met behulp van het transshipmentpercentage en het modale aandeel van de binnenvaart in het hinterlandvervoer.

4.2.3 Verdeling van volumes over de sluisen

In de PON is enkel een prognose of capaciteitsraming van het totale binnenvaartcontainervolume opgesteld. Er is geen analyse van de herkomst en bestemming van deze containers gemaakt. Een extra analyse is dus nodig om het door ECA gegenereerde containervolume te verdelen over de sluisen in de scope van deze studie.

De onderstaande figuur toont de resultaten van deze analyse voor de maximale prognose van 2.086.269 TEU (laag transshipment scenario). Voor het hoog transshipment scenario geldt dezelfde verdeling, maar dan met proportioneel lagere volumes. De nummers aan de linkerzijde van de figuur verwijzen naar de toelichting in de rest van deze sectie.

Figuur 2: Verdeling van ECA-binnenvaartcontainers over de sluisen



1 De prognose van het totale binnenvaartcontainervolume dat door het ECA-project wordt gegenereerd, bedraagt 2.086.269 TEU. Deze totale prognose bestaat uit de 1.659.762 TEU bijkomende binnenvaartcapaciteit, dat overeenstemt met de binnenvaartcapaciteit in het laag transshipment scenario in de PON, en de 426.507 TEU ten gevolge van het stijgend modaal aandeel van de binnenvaart.

2 Het totale volume wordt verdeeld tussen de ECA-componenten in de Waaslandhaven en aan de Scheldezijde. Voor de nieuwe capaciteit, namelijk de 1.659.762 TEU, geldt de verdeling volgens de percentages in het onderste deel van Tabel 2, waaruit blijkt dat 39% van de nieuwe binnenvaartcontainercapaciteit zich achter de sluisen in de Waaslandhaven bevindt. De bijkomende capaciteit ten gevolge van het verhoogde modale aandeel, 426.507 TEU, bevindt zich volledig voor de sluisen.

3 De binnenvaartcontainers die in de Waaslandhaven behandeld worden, moeten via de Kieldrechtsluis en de Kallosluis van/naar de Scheldezijde geschut worden. De verdeling wordt bepaald op basis van het laadvermogen in TEU van de containerbinnenvaartschepen die in 2019 door beide sluisen geschut worden (gegevens verstrekt door Havenbedrijf Antwerpen).

4 Na schutting via de Kieldrechtsluis en de Kallosluis bevinden alle binnenvaartcontainers zich voor de sluisen aan de Scheldezijde.

5 Van de Schelde kunnen de containers drie richtingen uit:

- stroomafwaarts in noordelijke richting,
- stroomopwaarts in zuidelijke richting of
- in oostelijke richting via de sluisen van de Rechteroever.

De verdeling tussen deze richting is geraamd op basis van twee gegevensbronnen: (i) de gegevens in Eurostat over het vervoer van containers tussen de provincie Antwerpen enerzijds, en de andere provincies van België en andere regio's in Europa anderzijds; en (ii) telgegevens over de vaarrichtingen van de binnenvaartcontainerschepen (verstrekkt door het Havenbedrijf Antwerpen). Deze twee bronnen zijn niet volledig consistent, maar laten niettemin toe om een vrij coherente raming te maken van de containerstromen in de drie bovengenoemde richtingen.

⑥ Vervolgens moeten deze richtingen over de sluizen verdeeld worden.

- De containers die stroomopwaarts in zuidelijke richting vervoerd worden, zijn toebedeeld aan de sluizen van Wintam en Merelbeke. Alle containers met herkomst/bestemming in Brussel en de provincies Vlaams Brabant en Henegouwen verlopen via Wintam. De overige zijn aan de sluis van Merelbeke toebedeeld. Op dit moment passeert er geen noemenswaardige containertrafiek door de sluis van Dendermonde. In de hier gerapporteerde analyse is er geen containervolume aan de sluis van Dendermonde toebedeeld. Dit zou eventueel wel kunnen indien er langs de Dender een containerterminal aangelegd wordt
- De containers die stroomafwaarts in noordelijke richting vervoerd worden, zijn verdeeld over de sluizen van Terneuzen (met herkomst/bestemming in de provincies Oost-Vlaanderen en West-Vlaanderen, Nederland en Frankrijk) en Hansweert (met herkomst/bestemming in Nederland en Duitsland).
- De containers in oostelijke richting die via de sluizen van de Rechteroever geschut worden zijn over deze sluizen verdeeld op basis van het geschutte laadvermogen in TEU in 2019 (sluisgegevens verstrekt door Haven van Antwerpen). Daarbij is ook rekening gehouden met de herkomst en bestemming van de containervolumes. Bijvoorbeeld: containers die via de Kreekraksluizen vervoerd worden, worden hoofdzakelijk in de Zandvlietluis en Berendrechtsluis geschut.

⑦ In deze rij van de figuur komen de sluizen in tweede orde aan bod.

- De containers die via Terneuzen varen worden ook aan de sluis van Evergem toebedeeld. Er is dus geen rekening gehouden met eventuele lading en lossing langs het kanaal Gent-Terneuzen.
- De containers die via Hansweert varen, passeren ook door de Krammersluizen.
- De containers met herkomst/bestemming langs Albertkanaal en verder, passeren langs de sluizen van Wijnegem.
- De bepaling van het volume dat via de Kreekraksluizen vervoerd wordt, is al boven onder ⑤ toege-licht.

⑧ Tenslotte komen de stromen van Hansweert en Kreekrak samen in de Volkeraksluizen.

4.2.4 Omzetting in scheepsbewegingen

De hierboven beschreven prognoses moeten van TEU in scheepsbewegingen omgezet worden. In de S-MKBA is uitgegaan van een gemiddelde lading van 150 TEU per schip. In de voorliggende analyse is een er een onderscheid gemaakt per sluis.

Tabel 6: Aannames over gemiddelde lading en laadvermogen per schip

	Gemiddelde lading per schip (TEU)	Gemiddeld laadvermogen (ton)
Nederlandse sluizen & sluizen Wijnegem	150	2500
Andere Vlaamse sluizen	100	1500

4.3 PROGNOSE INBEGREPEN ECA

De onderstaande tabel toont de resultaten van de prognose in het laag transshipmentscenario. De prognose betreft het laadvermogen van de passerende schepen (in ton), omdat deze variabele bepalend is voor de capaciteitsbezetting van de sluisen.

Tabel 7: Resultaten van prognose van binnenvaartverkeer door de sluisen (laadvermogen in ton)
Laag transshipment scenario

	Basisjaar 2019	Autonome groei zonder ECA 2019-2050	ECA laag transshipment 2050	Aandeel ECA in groei tot 2050
Vlaamse sluisen				
Merelbeke	3.900.445	1.086.781	938.821	46%
Evergem	36.174.033	10.079.171	3.755.284	27%
Dendermonde	900.638	250.945	-	-
Wintam	25.361.818	7.066.564	1.564.702	18%
Duffel	693.312	193.177	-	-
Zennegat	724.820	201.956	-	-
Wijnegem	56.621.241	15.776.377	12.169.902	44%
Nederlandse sluisen				
Hansweert	95.864.322	26.710.677	3.129.403	10%
Krammersluisen	94.313.454	26.278.558	3.129.403	11%
Kreekraksluisen	190.017.239	52.944.504	12.517.613	19%
Volkeraksluisen	284.642.509	79.309.944	15.647.017	16%
Sluisen haven Antwerpen				
Berendrechtsluis	35.973.821	10.023.386	6.171.879	38%
Boudewijnsluis	35.291.633	9.833.308	3.456.252	26%
Kallosluis	27.063.262	7.540.637	4.728.721	39%
Kieldrechtsluis	25.727.504	7.168.455	6.116.666	46%
Royerssluis	13.931.300	3.881.678	740.625	16%
Van Cauwelaertsluis	71.530.455	19.930.531	7.406.254	27%
Zandvlietluis	40.039.098	11.156.094	6.912.504	38%

* 2018 voor Nederlandse sluisen. De gegevens voor 2019 waren nog niet beschikbaar

Bron: Basisjaar: De Vlaamse Waterweg, Rijkswaterstaat en Havenbedrijf Antwerpen. Prognose en impact ECA: eigen berekeningen.

De volumes in het basisjaar zijn afkomstig uit statistieken verstrekt door De Vlaamse Waterweg, Rijkswaterstaat en het Havenbedrijf Antwerpen voor respectievelijk de sluisen in Vlaanderen, Nederland en de haven van Antwerpen.

De tweede kolom toont de prognose in 2050 zonder ECA. De bedragen in deze kolom slaan op de toename van het laadvermogen van de passerende schepen vanaf het basisjaar tot 2050. Ze zijn berekend door het toepassen van de groeipercentages in Tabel 1 op het laadvermogen in het basisjaar.

De daaropvolgende kolom toont het laadvermogen van het binnenvaartverkeer dat door het ECA-project gegenereerd zal worden. De bedragen in deze kolom zijn berekend zoals uitgelegd in sectie 4.2. Ze slaan op het laag transshipment scenario waarbij de totale capaciteit van het ECA-project benut is.

De laatste kolom toont het aandeel van het ECA project in de totale groei van het binnenvaartverkeer (gemeten in laadvermogen) tot 2050.

In de haven van Antwerpen varieert de impact van ECA tussen 16% (Royerssluis) tot 46% (Kieldrechtsluis). De impact op de Kieldrechtsluis en Kallosluis is relatief groot omdat ongeveer 39% van de binnenvaartcapaciteit van het ECA-project – volgens het laag transshipment scenario – achter deze sluisen in de

Waaslandhaven gelegen is. De verdeling over de sluizen van Rechteroever is gebaseerd op de waargenomen verdeling van de schuttingen van containerbinnenvaartschepen in 2019. De Royerssluis wordt vooral door nationaal transitvervoer gebruikt en komt daardoor minder aan bod. Maar indien de capaciteitsbezetting van de overige sluizen te groot wordt, kan de Royerssluis een deel van het verkeer overnemen, vooral voor de stromen van en naar Albertkanaal en het zuidelijke deel van Rechteroever. Men kan verwachten dat na de renovatie van de Royerssluis een groter deel van het binnenvaartvervoer langs die weg geschut wordt.

De resultaten in het hoog transshipment scenario zijn in onderstaande tabel weergegeven. De cijfers voor het basisjaar en de autonome groei zijn hetzelfde als in het hoog transshipment. De cijfers van de ECA-impact zijn iets kleiner, omdat het binnenvaartcontainervolume in het hoog transshipment scenario 14% lager is dan in het laag transshipment scenario (zie Tabel 5).

Tabel 8: Resultaten van prognose van binnenvaartverkeer door de sluizen (laadvermogen in ton)
Hoog transshipment scenario

	Basisjaar 2019	Autonome groei zonder ECA 2019-2050	ECA hoog transshipment 2050	Aandeel ECA in groei tot 2050
Vlaamse sluizen				
Merelbeke	3.900.445	1.086.781	808.931	43%
Evergem	36.174.033	10.079.171	3.235.725	24%
Dendermonde	900.638	250.945	-	-
Wintam	25.361.818	7.066.564	1.348.219	16%
Duffel	693.312	193.177	-	-
Zennegat	724.820	201.956	-	-
Wijnegem	56.621.241	15.776.377	10.486.147	40%
Nederlandse sluizen				
Hansweert	95.864.322	26.710.677	2.696.438	9%
Krammersluizen	94.313.454	26.278.558	2.696.438	9%
Kreekraksluizen	190.017.239	52.944.504	10.785.751	17%
Volkeraksluizen	284.642.509	79.309.944	13.482.189	15%
Sluizen haven Antwerpen				
Berendrechtsluis	35.973.821	10.023.386	5.317.974	35%
Boudewijnsluis	35.291.633	9.833.308	2.978.066	23%
Kallosluis	27.063.262	7.540.637	4.728.721	39%
Kieldrechtsluis	25.727.504	7.168.455	6.116.666	46%
Royerssluis	13.931.300	3.881.678	638.157	14%
Van Cauwelaertsluis	71.530.455	19.930.531	6.381.569	24%
Zandvlietluis	40.039.098	11.156.094	5.956.131	35%

* 2018 voor Nederlandse sluizen. De gegevens voor 2019 waren nog niet beschikbaar

Bron: Basisjaar: De Vlaamse Waterweg, Rijkswaterstaat en Havenbedrijf Antwerpen. Prognose en impact ECA: eigen berekeningen.

5 ANALYSE VAN DE SLUISCAPACITEIT

Voor de analyse van de sluizen in de haven van Antwerpen is een aparte aanpak ontwikkeld, omdat het Kooman-model hier niet voor geschikt is. De kernpunten van de aanpak en de resultaten van de analyse zijn gepresenteerd in sectie 5.1.

Voor de analyse van de rivier- en kanaalsluizen in Vlaanderen en Nederland is, net als in de capaciteitsstudie van 2009, het Kooman-model gebruikt. De kernpunten van de aanpak en de resultaten van de analyse zijn gepresenteerd in sectie 5.2. Een technische toelichting van het Kooman-model en het overzicht van de inputdata voor het model zijn in Bijlage 10.2 opgenomen.

5.1 SLUIZEN IN DE HAVEN VAN ANTWERPEN

Deze sluizen kunnen niet met het Kooman-model bestudeerd worden omwille van twee eigenschappen die niet in het Kooman-model voorzien zijn.

- De sluizen worden gemengd door zeevaart en binnenvaart gebruikt.
- De sluizen werken als een systeem. Als er congestie aan een bepaalde sluis is, kunnen schepen mits beperkt omvaren een andere sluis gebruiken.

Daarom is een rekenmodel ontwikkeld waarmee de impact van de groei van zeevaart- en binnenvaartverkeer op de capaciteitsbezetting van de sluizen geraamd kan worden. Dit rekenmodel is beschreven in bijlage 10.3.

De gehanteerde capaciteitsmaatstaf is de gemiddelde kolkbezetting. Dat is de verhouding tussen de oppervlakte van de schepen in een schutting (lengte maal breedte, zonder met de vormfactor rekening te houden) en de kolkoppervlakte (lengte maal breedte).

De onderstaande tabellen tonen de gemiddelde kolkbezetting in 2019 (waargenomen) en de geraamde gemiddelde kolkbezetting in 2050. De situatie in 2050 houdt rekening met:

- de autonome groei van het binnenvaartvervoer (zoals beschreven in sectie 4.1);
- de impact van het ECA-project op het binnenvaartvervoer, uitgaande van het maximale ECA-volume (sectie 4.2);
- de groei van de zeevaart (hiervoor is de volgende groei tussen 2019 en 2050 verondersteld: constant aantal schepen en 50% toename van gemiddelde bruto tonnenmaat en kolkinname per schip, resulterende in een totale groei van de bruto tonnenmaat met 50%; uitzondering is de Roverssluis waar er geen groei van de zeevaart voorzien is);

en dit voor het laag transshipment en het hoog transshipment scenario.

Voor de analyse van de gemiddelde kolkbezetting gaan we wat dieper in detail verder op de resultaten van de analyse waarbij het laag transshipment scenario van ECA is meegenomen, omdat dit scenario de grootste binnenvaartvolumes genereert.

Voor alle sluizen is er een aanzienlijke stijging van de gemiddelde kolkbezetting tussen 2019 en 2050 van alle sluizen behalve de Roverssluis waar zich zelfs een lichte daling voordoet. De reden is dat voor de Roverssluis geen groei van de zeevaart verondersteld is, en dat slechts een heel klein deel van de ECA-containers via de Roverssluis vervoerd worden.

In 2050 bedraagt de gemiddelde kolkbezetting rond 40-50%. De hoogste bezetting reedt op bij de Van Cauwelaertsluis (62%). Voor de interpretatie van deze uitkomsten moet opgemerkt worden dat een gemiddeld kolkbezetting van 100% haalbaar noch wenselijk is. Als de gemiddelde kolkbezetting toeneemt (dus meer en/of grotere schepen in een schutting) stijgt ook de duur van een schutting. Dus een deel van de capaciteitswinst van een grotere kolkbezetting gaat verloren door langere schuttijd waardoor er minder schuttingen in een jaar uitgevoerd kunnen worden. Bij een te hoge kolkbezetting gaat de jaarlijkse capaciteit terug dalen.

Het rechterluik van de tabel toont de gemiddelde schuttijd in 2019 (waargenomen) en 2050 (berekend met de functionele relaties beschreven in sectie 0). Als gevolg van de toegenomen gemiddelde kolkbezetting is er ook een forse toename van de gemiddelde schuttijd. Hierbij moet aangestipt worden dat de impact van extra zeevaart op de gemiddelde schuttijd veel groter is dan die van extra binnenvaart.

Tabel 9: Resultaten van capaciteitsanalyse in het laag transshipment scenario

Autonome groei + maximaal ECA-volume in 2050	Gemiddelde kolkbezetting		Gemiddelde schuttijd (uren)	
	2019	2050	2019	2050
Berendrechtsluis	22%	52%	1.44	2.29
Boudewijnsluis	30%	56%	1.19	1.54
Kallosluis	24%	43%	1.00	1.22
Kieldrechtsluis	16%	33%	1.06	1.44
Royerssluis	34%	30%	0.69	0.61
Van Cauwelaertsluis	40%	62%	0.80	0.89
Zandvlietluis	24%	54%	1.37	2.10

Tabel 10: Resultaten van capaciteitsanalyse in het hoog transshipment scenario

Autonome groei + maximaal ECA-volume in 2050	Gemiddelde kolkbezetting		Gemiddelde schuttijd (uren)	
	2019	2050	2019	2050
Berendrechtsluis	22%	52%	1.44	2.28
Boudewijnsluis	30%	55%	1.19	1.54
Kallosluis	24%	43%	1.00	1.22
Kieldrechtsluis	16%	33%	1.06	1.44
Royerssluis	34%	30%	0.69	0.61
Van Cauwelaertsluis	40%	61%	0.80	0.88
Zandvlietluis	24%	53%	1.37	2.08

De conclusie is dat de gecombineerde impact van de autonome groei en het ECA-project een aanzienlijke stijging van de bezetting van de sluiscapaciteit veroorzaakt. Vooral de impact op de gemiddelde schuttijd is groot, maar die is vooral het gevolg van de veronderstelde groei van de zeevaart. Het ECA-project creëert op zichzelf geen knelpunten.

5.2 RIVIER- EN KANAALSLUIZEN

Het Kooman-model is een analytisch sluiscapaciteitsmodel geïmplementeerd in Excel. De maximale capaciteit van de sluis is een functie van de afmetingen van de sluis (die bepalen hoeveel schepen van elke grootteklasse tegelijkertijd in de sluis passen), de werkingsuren en de gemiddelde grootte van de passerende schepen (die bepaalt hoe volledig de sluis gevuld kan worden). Daarenboven bevat het Kooman-model functies die de totale passeertijd (wachten, invaren, schutten en uitvaren) berekenen in functie van de capaciteitsbezetting. Als de capaciteitsbezetting stijgt, dan verhoogt de tijd van het in- en uitvaren (omdat er meer schepen in een schutting zijn). Bij een nog verdere toename van de capaciteitsbezetting stijgt de waarschijnlijkheid dat een schip niet met de eerstvolgende schutting meekan en op de volgende schutting moet wachten (overligtijd). De functionele relaties tussen passeertijd en de capaciteitsbezetting zijn geraamd op basis van waarnemingen van enkele Nederlandse sluisen, oorspronkelijk in 1972 en 1973 en nadien bijgewerkt voor grotere types van schepen en sluisen.

Het Kooman-model is oorspronkelijk bedoeld voor de analyse van een sluis met een enkele kolk. In de huidige Excel-implementatie is de mogelijkheid voorzien om sluisen met meerdere kolken van gelijke afmetingen te bestuderen. Enkele sluiscomplexen in Vlaanderen hebben echter kolken van verschillende afmetingen. Voor deze sluisen is het vervoersvolume opgesplitst in verhouding tot de theoretisch maximale capaciteit van elke kolk.

Tabel 11 presenteert een overzicht van de capaciteit van de sluisen in het scenario van laag transshipment in 2050. De capaciteitscijfers zijn berekend met het Kooman-model en gaan uit van de gemiddelde scheepsgrootte in 2050. De theoretische capaciteit stemt overeen met 100% capaciteitsbezetting; De operationele capaciteit gaat uit van de maximaal haalbare capaciteitsbezetting volgens het Kooman-model (van 65% tot 75%).

Tabel 11: Vergelijking theoretische en operationele capaciteit rivier- en kanaalsluisen in 2050

		Lengte	Breedte	Theoretische capaciteit	Operationele capaciteit
		(m)	(m)	(miljoen ton laadvermogen)	
Vlaamse sluisen					
Merelbeke	2 kolken	180	18	32,7	21,9
Evergem	grote kolk	230	25	70,2	43,8
	kleine kolk	136	16	36,6	22,9
Dendermonde		168	16	25,8	17,3
Wintam		250	25	131,2	76,1
Duffel*		136	16	18,5	12,4
Zennegat		52	7,8	2,3	1,6
Wijnegem	duwvaartsluis	200	24	66,5	38,6
	noorder- en middensluis	136	16	64,1	37,2
Nederlandse sluisen					
Hansweert	2 kolken	280	24	301,7	174,9
Krammer	2 kolken	285	24	216,0	144,5
Kreekrak	2 kolken	320	24	394,3	263,8
Volkerak	3 kolken	330	24	599,9	347,9

* De kleine sluis van Duffel niet meegenomen in de analyse (vooral voor recreatievaart)

Tabel 12 geeft een overzicht van de evoluties in het gemiddeld laadvermogen (ton) en het totaal laadvermogen (miljoen ton) per sluis. Dit wordt zowel weergegeven voor het hoog transshipment scenario als het laag transshipment scenario.

Tabel 12: Prognose van geschat laadvermogen in 2050

Evoluties laadvermogen 2050 (HT & LT)		Gemiddeld laadvermogen (ton)			Totaal laadvermogen (miljoen ton)		
		2019	HT - 2050	LT - 2050	2019	HT - 2050	LT - 2050
Vlaamse sluizen							
Merelbeke		690	991	999	3,90	5,80	5,93
Evergem	grote kolk	1.276	1.719	1.716	22,49	30,76	31,09
	kleine kolk	1.276	1.719	1.716	13,69	18,73	18,92
Dendermonde		658	896	896	0,90	1,15	1,15
Wintam		1.873	2.481	2.471	25,36	33,78	34,00
Duffel		720	980	980	0,69	0,89	0,89
Zennegat		512	549	549	0,72	0,93	0,93
Wijnegem	duwvaartsluis	1.970	2.995	2.990	30,95	45,31	46,23
	noorder- en middensluis	1.970	2.249	2.249	25,67	37,57	38,33
Nederlandse sluizen							
Hansweert		2.400	3.245	3.242	95,86	125,27	125,70
Krammer		2.446	3.305	3.302	94,31	123,29	123,72
Kreekrak		2.875	3.822	3.809	190,02	253,75	255,48
Volkerak		2.706	3.623	3.613	284,64	377,43	379,60

De volgende tabel presenteert de kernresultaten van de capaciteitsanalyse. Het linkerdeel van de resultaatentabel bevat de evolutie van de verhouding tussen intensiteit (laadvermogen van passerende schepen) en capaciteit (theoretische capaciteit), of de IC-verhouding. Het rechterluik toont de evolutie van de gemiddelde passeertijd.

Tabel 13: Resultaten van capaciteitsanalyse van rivier- en kanaalsluizen

Autonome groei + maximaal ECA-volume 2050 (HT & LT)		IC-verhouding			Gemiddelde passeertijd (min)		
		2019	HT - 2050	LT - 2050	2019	HT - 2050	LT - 2050
Vlaamse sluizen							
Merelbeke		0,12	0,18	0,18	95	96	96
Evergem	grote kolk	0,36	0,44	0,44	50	57	58
	kleine kolk	0,41	0,51	0,52	48	61	62
Dendermonde		<10	<10	<10	17	17	17
Wintam		0,22	0,26	0,26	39	40	40
Duffel		<10	<10	<10	20	20	20
Zennegat		0,31	0,40	0,40	48	49	49
Wijnegem	duwvaartsluis	0,53	0,68	0,70	112	141	145
	noorder- en middensluis	0,41	0,59	0,60	68	91	93
Nederlandse sluizen							
Hansweert		0,37	0,42	0,42	35	37	37
Krammer		0,49	0,57	0,57	76	83	84
Kreekrak		0,57	0,64	0,65	46	54	55
Volkerak		0,57	0,63	0,63	39	46	47

Logischerwijze stijgt de capaciteitsbezetting in alle sluizen. In een paar sluizen komt men daarbij dicht tegen de operationele capaciteitsgrenzen.

- In de kleine kolk van Evergem bereikt de IC-verhouding een waarde van 0,52. Er is echter nog reserve in de grote kolk. Een andere verdeling van het verkeer over beide kolken geeft een aanvaardbare

bezettingsgraad. Zoals boven uitgelegd is het Kooman-model niet geschikt voor de analyse van sluizen met twee ongelijke kolken. Dit probleem is opgelost door beide kolken apart te bestuderen, waarbij het verkeer in verhouding tot de theoretische capaciteit verdeeld is. Maar die verdeling blijkt niet optimaal.

- Een gelijkaardige situatie doet zich voor in het sluiscomplex van Wijnegem. Voor de duwvaartsuis wordt in 2050 in beide scenario's (hoog én laag transshipment) een hoge IC-verhouding bereikt, en ook de geraamde passeertijden nemen fors toe.
- De Nederlandse sluizen, voornamelijk de Kreekrak- en Volkeraksluizen, kennen vandaag al een vrij hoge capaciteitsbezetting. Deze neemt verder toe. De impact wordt getemperd door de schaalvergroting van de scheepvaart, waardoor de capaciteit van de sluizen toeneemt. Indien de beladingsgraad en de schaalvergroting minder gunstig evolueren dan in de prognose, ontstaan er capaciteitsknelpunten.

6 IDENTIFICATIE VAN KNELPUNTEN WEGENS BEPERKINGEN VAN DOORVAARHOOGTE ONDER BRUGGEN

Behalve de sluiscapaciteit kunnen ook bruggen een mogelijk knelpunt voor de containerbinnenvaart van en naar Antwerpen vormen. Het betreft beperkingen van de doorvaarhoogte onder vaste bruggen.

Een commercieel leefbare containervaart die met het wegvervoer kan concurreren vereist dat met 3 lagen containers gevaren kan worden. Op corridors met grote volumes (Schelde-Rijnverbinding en Albertkanaal) is vaart met 4 lagen aangewezen.

Om een gemiddeld goede doorgang van schepen met 3 lagen containers via de binnenvaart te verzekeren, is een vrije hoogte onder bruggen van 7m vereist. Voor schepen met 4 lagen bedraagt de vereiste vrije hoogte 9,1m.⁸

Rijn-Scheldeverbinding en Kanaal door Zuid-Beveland

De bruggen richting het noorden (Nederland) vormen geen knelpunt voor de bijkomende containertrafiek. Alle bruggen beschikken over een vrijs hoogte van 9,1m, waardoor containervaart met 4 lagen mogelijk is.

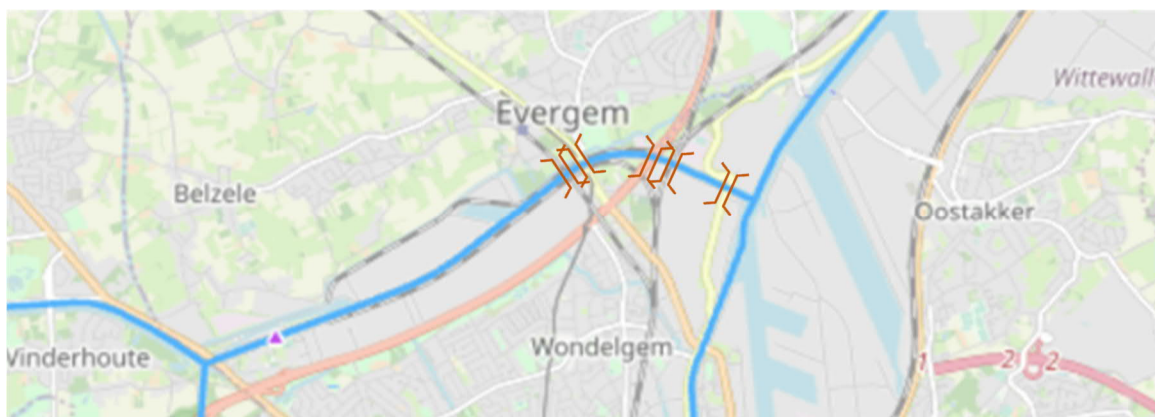
Albertkanaal

Alle bruggen over het Albertkanaal worden verhoogd om een vrije doorvaarhoogte van 9,1 m te verzekeren. 43 van de 62 bruggen zijn al verhoogd en 14 andere bruggen in uitvoeringsfase. Na de afronding van het opwaarderingsprogramma zal containervaart met 4 lagen tot Luik en via de Maas tot in Nederland mogelijk zijn. Dit is belangrijk om de beladingsgraad van containerschepen te kunnen verhogen.

Route via Kanaal Gent-Terneuzen tot Evergem

Wegens gabarietbeperking op de Boven-Zeeschelde varen de meeste schepen met bestemming Oost- en West-Vlaanderen via de Schelde en het kanaal Gent-Terneuzen naar de Ringvaart om Gent.

Op het traject langs de Schelde en het kanaal Gent-Terneuzen zijn geen vaste bruggen aanwezig. Voor het stuk op de Ringvaart om Gent voor de sluis van Evergem zijn er vijf vaste bruggen met een lagere doorvaarthoogte dan 7m, namelijk de Eversteinbrug W18 (6,95m), de Eversteinspoorbrug S6 (6,67m), de Industriebrug – R4 (6,67m), de Waalbrug (6,87m) en de Heinakkerspoorbrug S5 (6,80m). Het verschil met 7 meter is klein, zodat onder sommige omstandigheden schepen met 3 lagen containers toch onder de brug passen (wanneer de schepen voldoende diep in het water liggen). Maar gemiddeld genomen is de doorvaarthoogte onvoldoende.



⁸ Normen vastgelegd in RESOLUTION No. 92/2 ON NEW CLASSIFICATION OF INLAND WATERWAYS van de Europese Conferentie van Ministers van Vervoer (CEMT). De werkelijk vereiste doorvaarthoogte kan variëren. Mits schepen diep in het water liggen en een krappe veiligheidsmarge gehanteerd wordt, volstaat soms een nipt lagere doorvaarthoogte. Indien de belading van het schip relatief licht is (bijvoorbeeld veel lege containers) en/of indien er high-cube containers vervoerd worden, is een grotere doorvaarthoogte nodig.

Via Boven-Zeeschelde en Zeekanaal Brussel-Schelde

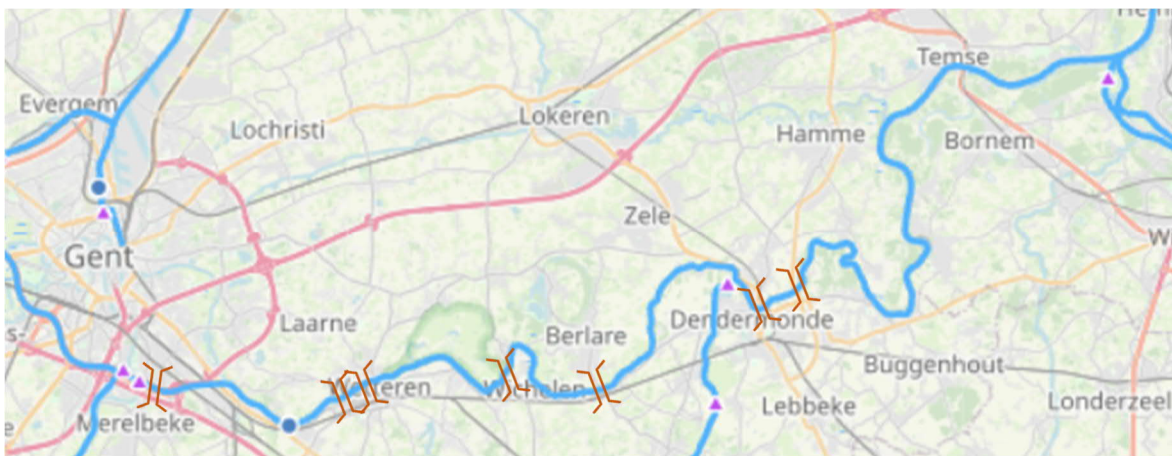
Op deze route varen kleine zeeschepen tot de voorhaven van Brussel. Daardoor is overal een doorvaart-hoogte van 32 meter verzekerd.

Via Boven-Zeeschelde tot sluis van Merelbeke

Op de Boven-Zeeschelde zijn geen knelpunten tot Dendermonde. Daar bevinden zich twee vaste bruggen met een beperkte doorvaarthoogte: de Vlassenbroekbrug en de Spoorbrug Dendermonde met een respectievelijke doorvaarthoogte van 6,19m en 6,36.

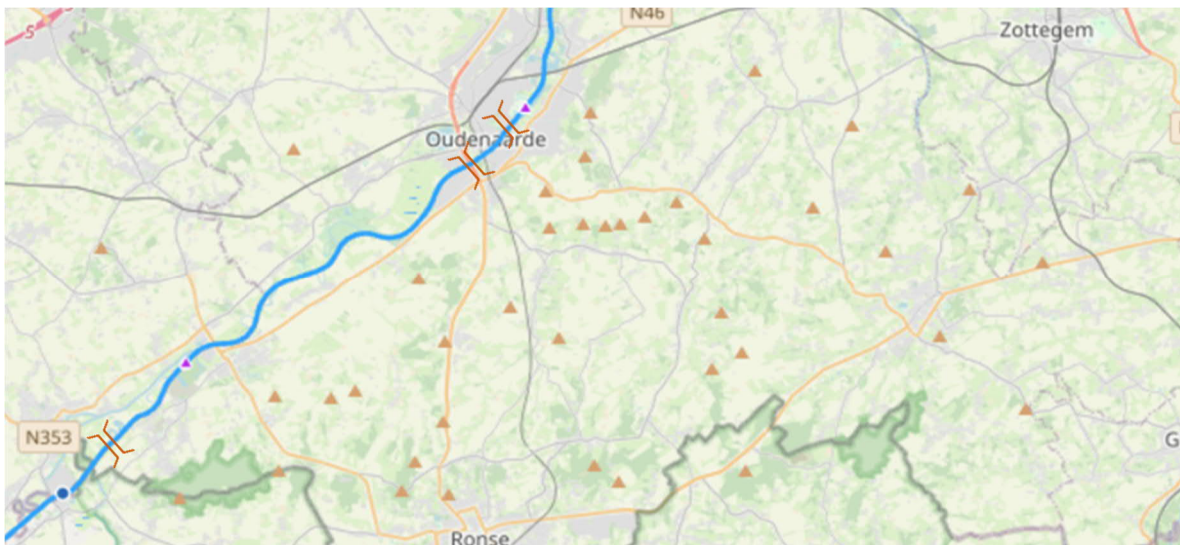
Ook op het verdere traject zijn er bruggen met een ontoereikende doorvaarthoogte voor containervaart met drie lagen: twee bruggen ter hoogte van Berlare – de Schoonaardebrug en de Uitbergenbrug – en twee in Wetteren – de Voetgangersbrug en de Wetterenbrug.

Tenslotte is er even voor de sluis van Merelbeke de Bergwijkbrug W13, een vaste brug met een vrije hoogte van 6,29m.



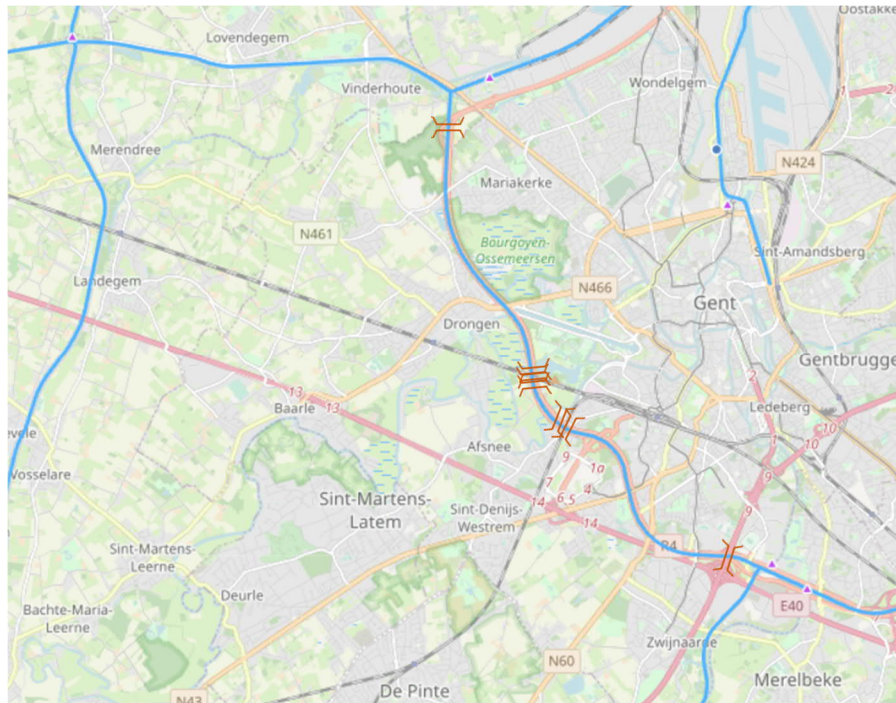
Boven-Schelde

Vanuit Merelbeke kan zonder problemen worden doorgevaren op de Bovenschelde tot in Oudenaarde. Daar bevinden zich twee bruggen op dezelfde locatie – de spoorbrug van lijn 86 (Ronse-Gent) en de brug in de Kleine ring – die niet onder de gewenste 7 meter vrije hoogte vallen: respectievelijk 6,84m en 6,98m. Ook de brug van de Waterhoek in Kluisbergen even voor de AVCT-containerterminal is met een vrije hoogte van 6,81m iets te laag. Verder richting Frankrijk zijn er geen knelpunten meer.



Via de Ringvaart om Gent naar de Leie

Op de Ringvaart tussen Merelbeke en de Leie bevinden zich zeven vaste bruggen met een doorvaarthoogte iets lager dan 7m. Dit zijn de Klaverbladbrug E17 (6,89m), de Buchtenspoorbrug S2 (6,78m), de Buchtenbrug W6 (6,68m), de Blaarmeersenspoorbrug S1 (6,71), de Blaarmeersenbruggen (beiden 6,75m) en de Speybrug W2 (6,80m).

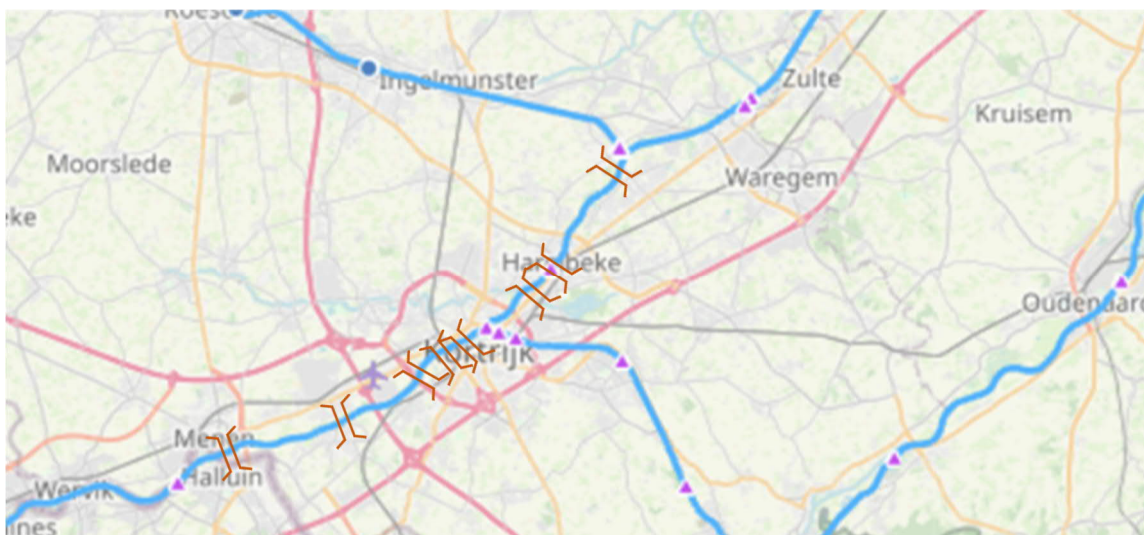


Leie

Op de Leie zijn er geen problemen van doorvaarthoogte tot aan de River Terminal Wielsbeke (RTW). Het eerste knelpunt treedt op bij ter hoogte van de brug van Ooigem-Desselgem, met een doorvaarthoogte van slechts 5,33m. Dit is slechts voldoende voor containervaart met twee lagen.

Van daar tot aan de Alpro containerterminal in Wevelgem zijn er knelpunten in Harelbeke, Kuurne en Kortrijk. Het gaat in totaal om vijf bruggen: de Hogebrug Harelbeke (6,04m), de Kuurnebrug (6,53m), de Ronde van Vlaanderenbrug (6,88m), de spoorbrug Drie duikers (5,68m) en de brug van Bissegem-Marke (5,09m).

Van daar tot aan de Franse grens zijn er nog twee bruggen met een lage doorvaarthoogte: de brug van Wevelgem-Lauwe (4,76m) en de brug ter hoogte van de Rijselstraat in Menen (5,49m).



7 GEVOELIGHEIDSANALYSE

De impact van ECA op het binnenvaartvolume en de bezetting van de sluiscapaciteit is minder belangrijk dan de impact van de verwachte autonome groei van het binnenvaartvervoer. Dit blijkt uit de prognoses gepresenteerd in Tabel 7 en Tabel 8 in sectie 4.3.

Een cruciale parameter van de autonome groeiprognoze is de aanname met betrekking tot de gemiddelde beladingsgraad. In de prognose is verondersteld dat de gemiddelde beladingsgraad met 0,5% per jaar zou toenemen. Dit komt neer op een stijging van de gemiddelde beladingsgraad (leegvaart inbegrepen) van 37% in 2019 tot 43% in 2050.

Deze aanname impliceert een trendbreuk in vergelijking met het verleden. In de afgelopen dertig jaren daalde de gemiddelde beladingsgraad van de binnenvaartschepen van en naar de haven van Antwerpen van 40% in 1985 naar 37% (sinds 2020). Niettemin is in de prognose van een stijging van de beladingsgraad uitgegaan omdat dit voor de duurzaamheid van een verdere groei van de binnenvaart noodzakelijk is.

Om het belang van deze parameter aan te tonen is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij de gemiddelde beladingsgraad van het binnenvaartvervoer zonder ECA constant blijft in plaats van met 0,5% per jaar groeit. De impact op de autonome groei van het binnenvaartverkeer is getoond in de onderstaande tabel.

In de basisprognose daalt het aantal schepen omdat er ondanks de toename van het vervoersvolume er door de stijgende beladingsgraad toch minder schepen nodig zijn. Indien de beladingsgraad echter constant blijft, stijgt het aantal schepen. Over de periode 2019-2050 is er een toename van het aantal reizen met bijna 10% in plaats van een daling met 6%. Het totaal laadvermogen van de scheepsreizen stijgt met 49% tegenover slechts 28% in de basisprognose. De aanname van een constante beladingsgraad resulteert dus in een aanzienlijk groter scheepvaartvolume (gemeten met laadvermogen) en sluisbelasting.

Tabel 14: Prognose van binnenvaartvervoer en -verkeer zonder ECA-project in 2050
Gevoeligheidsanalyse zonder groei van de gemiddelde beladingsgraad

De gewijzigde aannames zijn in vet gedrukt. De aannames in de basisprognose staan tussen haakjes.

	Gemiddelde groei per jaar	Groei 2019-2050
Totaal vervoerde lading (ton)	+1,3%	+49,2%
Gemiddeld laadvermogen (ton)	+1,0%	+36,1%
Gemiddelde beladingsgraad (%)	+0% (+0,5%)	+ 0% (+16,7%)
Gemiddelde lading per schip (ton)	+1% (+1,5%)	+36,1% (+58,9%)
Totaal aantal schepen (aantal)	+0,3% (–0,2%)	+9,6% (–6,1%)
Totaal laadvermogen (ton)	+1,3% (+0,8%)	+49,2% (+27,9%)

Tabel 15 op de volgende pagina toont de prognose van het vervoer door de bestudeerde sluizen in het laag transshipment scenario. In vergelijking met de basisprognose in Tabel 7 is de autonome groei zonder ECA aanmerkelijk groter. De impact van ECA is ongewijzigd, en is dus minder belangrijk in verhouding tot de autonome groei.

Tabel 15: Resultaten van prognose van binnenvaartverkeer door de sluizen (laadvermogen in ton)
Laag transshipment scenario - Gevoeligheidsanalyse zonder groei van beladingsgraad

	Basisjaar 2019	Autonome groei zonder ECA 2019-2050	ECA laag transshipment 2050	Aandeel ECA in groei tot 2050
Vlaamse sluizen				
Merelbeke	3.900.445	1.920.681	938.821	33%
Evergem	36.174.033	17.813.034	3.755.284	17%
Dendermonde	900.638	443.497	-	-
Wintam	25.361.818	12.488.819	1.564.702	11%
Duffel	693.312	341.405	-	-
Zennegat	724.820	356.920	-	-
Wijnegem	56.621.241	27.881.771	12.169.902	30%
Nederlandse sluizen				
Hansweert	95.864.322	47.206.085	3.129.403	6%
Krammersluizen	94.313.454	46.442.397	3.129.403	6%
Kreekraksluizen	190.017.239	93.569.429	12.517.613	12%
Volkeraksluizen	284.642.509	140.165.372	15.647.017	10%
Sluizen haven Antwerpen				
Berendrechtsluis	35.973.821	17.714.445	6.171.879	26%
Boudewijnsluis	35.291.633	17.378.518	3.456.252	17%
Kallosluis	27.063.262	13.326.654	4.728.721	26%
Kieldrechtsluis	25.727.504	12.668.892	6.116.666	33%
Royerssluis	13.931.300	6.860.134	740.625	10%
Van Cauwelaertsluis	71.530.455	35.223.456	7.406.254	17%
Zandvlietluis	40.039.098	19.716.293	6.912.504	26%

* 2018 voor Nederlandse sluizen. De gegevens voor 2019 waren nog niet beschikbaar

Bron: Basisjaar: De Vlaamse Waterweg, Rijkswaterstaat en Havenbedrijf Antwerpen. Prognose en impact ECA: eigen berekeningen.

De grotere autonome groei van het binnenvaartverkeer leidt tot een grotere belasting van de sluis capaciteit. Voor de sluizen in de haven van Antwerpen is de impact relatief bescheiden (zie Tabel 16). De reden is dat deze sluizen zowel voor zeevaart als binnenvaart gebruikt worden, zodat een toename van enkel het binnenvaartvervoer een minder grote impact heeft. De uitzondering is de Van Cauwelaertsluis, die in grote mate voor het schutten van binnenvaartschepen dient waardoor de impact groter is. De gemiddelde kolkbezetting stijgt bijna tot 80%. In de Royerssluis blijft veel capaciteit beschikbaar (waarbij zonder een eventuele vergroting van de sluis gerekend is). De Royerssluis is minder centraal gelegen voor binnenvaartverkeer van en naar de containerterminals. Maar als de Van Cauwelaertsluis vol loopt, vormt de Royerssluis, mits renovatie, een goed alternatief met een beperkte omvaartafstand.

Tabel 16: Resultaten van capaciteitsanalyse in het laag transshipment scenario
Gevoeligheidsanalyse zonder groei van beladingsgraad

B2050: Basisprognose G2050: Gevoeligheidsanalyse zonder groei van beladingsgraad

Autonome groei + maximaal ECA-volume in 2050	Gemiddelde kolkbezetting			Gemiddelde schuttijd (uren)		
	2019	B2050	G2050	2019	B2050	G2050
Berendrechtsluis	22%	52%	58%	1,44	2,29	2,41
Boudewijnsluis	30%	56%	64%	1,19	1,54	1,63
Kallosluis	24%	43%	46%	1,00	1,22	1,25
Kieldrechtsluis	16%	33%	37%	1,06	1,44	1,52
Royerssluis	34%	33%	37%	0,69	0,66	0,65
Van Cauwelaertsluis	40%	62%	78%	0,80	0,89	0,96
Zandvlietluis	24%	54%	62%	1,37	2,10	2,23

Voor de riviersluizen is de impact aanmerkelijk groter, vooral voor de sluisen die al in de basisprognose dicht bij of op de operationele capaciteitsgrens liggen.

In de basisprognose bereikt het sluiscomplex van Wijnegem al een hoge IC-verhouding met een significante verhoging van de passeertijden tot gevolg. In de gevoeligheidsanalyse is de capaciteitsbezetting nog groter en overstijgt de 70% die doorgaans als operationeel maximum beschouwd wordt. Dit resultaat benadrukt het belang van de verhoging van de bruggen van het Albertkanaal waardoor vierlaagse containervaart mogelijk is en de beladingsgraad van de schepen verhoogd kan worden. Zonder verhoging van de gemiddelde beladingsgraad dringt de bouw van een vierde sluis in Wijnegem zich op.

De Nederlandse sluisen, voornamelijk de Kreekrak- en Volkeraksluisen, zitten in de basisprognose tegen 2050 dicht tegen de operationele capaciteitsgrens van 70%. In de gevoeligheidsanalyse zonder verhoging van de beladingsgraad gaan ze daarboven. Dat is niet het gevolg van het ECA-project, maar toont aan dat de gewenste modale verschuiving ten voordele van de binnenvaart zonder een verhoging van de beladingsgraad niet duurzaam is.

Tabel 17: Resultaten van capaciteitsanalyse van rivier- en kanaalsluizen in het laag transshipmentscenario
Gevoeligheidsanalyse zonder groei van beladingsgraad

B2050: Basisprognose G2050: Gevoeligheidsanalyse zonder groei van beladingsgraad

Autonome groei + maximaal ECA-volume 2050 (HT & LT)		IC-verhouding			Gemiddelde passeertijd (min)		
		2019	B2050	G2050	2019	B2050	G2050
Vlaamse sluisen							
Merelbeke		0,12	0,18	0,21	95	96	97
Evergem	grote kolk	0,36	0,44	0,51	50	58	69
	kleine kolk	0,41	0,52	0,60	48	62	75
Dendermonde		<10	<10	<10	17	17	17
Wintam		0,22	0,26	0,30	39	40	41
Duffel		<10	<10	<10	20	20	20
Zennegat		0,31	0,40	0,46	48	49	56
Wijnegem	duwvaartsluis	0,53	0,70	0,79	112	145	184
	noorder- en middensluis	0,41	0,60	0,68	68	93	111
Nederlandse sluisen							
Hansweert		0,37	0,42	0,48	35	37	44
Krammer		0,49	0,57	0,67	76	84	95
Kreekrak		0,57	0,65	0,75	46	55	72
Volkerak		0,57	0,63	0,73	39	47	62

8 ALGEMEEN BESLUIT

De analyse bestaat uit drie delen:

- prognose van het binnenvaartvervoer, inbegrepen de impact van het ECA-project (hoofdstuk 4);
- analyse van de impact van de groei van het binnenvaartvervoer op de sluiscapaciteit (hoofdstuk 5).
- Identificatie van de knelpunten voor de containervaart veroorzaakt door beperkingen van de doorvaarthoogte onder bruggen.

De conclusies van de prognose zijn als volgt.

- Over het algemeen geldt voor de rivier- en kanaalsluizen dat de impact van de autonome groei van de binnenvaart (zonder ECA) belangrijker is dan de impact van het ECA-project. Dit is echter minder het geval voor de sluizen Merelbeke en Wijnegem. Voor deze twee sluizen betreft het aandeel van het ECA-project in de groei van het binnenvaartvervoer respectievelijk zelfs 46% en 44%. In het geval van de sluis Merelbeke is het resultaat wel gevoelig voor de aanname met betrekking tot de verdeling van het verkeer richting Oost- en West-Vlaanderen en Frankrijk tussen de route via de Boven-Zeeschelde en de route via het Kanaal Gent-Terneuzen.
- Voor de sluizen van de haven van Antwerpen is de impact van ECA groter. Bij vier van de zeven sluizen is het aandeel van ECA in de verwachte binnenvaartgroei groter dan 30%. De verdeling van het binnenvaartvervoer over de sluizen is gebaseerd op de in 2019 waargenomen verdeling (rekening houdende met de herkomst en bestemming van de containers, zodat, bijvoorbeeld, voor stromen van/naar de Rijn-Scheldeverbinding de Berendrecht en Zandvlietsluizen een groter aandeel hebben).

De conclusies van de capaciteitsanalyse zijn als volgt.

- De capaciteitsbezetting van de rivier- en kanaalsluizen neemt overal toe tussen 2019 en 2050. Dat is logisch gezien de stijging van het binnenvaartvervoer. De stijging leidt niet tot het ontstaan van knelpunten. Aandachtspunten zijn wel de Nederlandse sluizen (Kreekrak en Volkerak) waar de capaciteitsbezetting nu al hoog is. Ook de duwvaartsluis in Wijnegem evolueert naar een hoge bezettingsgraad, maar er is nog reserve in de beide andere sluizen van dat complex.
- Deze conclusie is sterk gevoelig voor aannames met betrekking tot de autonome groei, aangezien de autonome groei verantwoordelijk is voor het grootste deel van de toename van het binnenvaartverkeer. Een cruciale parameter is de gemiddelde beladingsgraad van de binnenvaartschepen. In de basisprognose is verondersteld dat de beladingsgraad in de toekomst licht zal stijgen. Indien daarentegen een constante beladingsgraad verondersteld wordt (wat overeenstemt met de recente trend) dan wordt voor meerdere sluizen de operationele capaciteitsgrens van 70% bezettingsgraad overschreden. Dat is het geval voor het sluiscomplex van Wijnegem, de Kreekraksluizen en de Volkeraksluizen. Dat is niet zozeer het gevolg van het ECA-project, maar wel van de autonome groei van het binnenvaartvervoer. Het toont aan dat de gewenste modale verschuiving ten voordele van de binnenvaart zonder een verhoging van de beladingsgraad niet duurzaam is.
- Voor de capaciteitsbezetting van de sluizen in de haven van Antwerpen wordt een forse toename voorspeld, met een aanzienlijke stijging van de schuttijden tot gevolg. Deze stijging is het gecombineerde gevolg van drie factoren: groei van de zeevaart, autonome groei van de binnenvaart en impact van het ECA-project. Een statistische analyse van de schuttijd suggereert dat de impact van de zeevaart op de schuttijd veel groter is dan die van de binnenvaart. Het ECA-project veroorzaakt op zichzelf geen knelpunten.

De conclusies van de analyse van de doorvaarthoogte onder bruggen zijn als volgt.

- Op drie belangrijke binnenvaartcorridors vanuit de haven van Antwerpen kan nu al of zeer binnenkort zonder problemen met vier lagen containers gevaren worden: (i) Rijn-Scheldeverbinding richting Nederland, en dan via de Rijn naar Duitsland; (ii) Albertkanaal, na de afronding van het programma voor de verhoging van de bruggen; en (iii) Boven-Zeeschelde en Zeekanaal Schelde-Brussel (tot de voorhaven van Brussel).

- Op de vierde belangrijke corridor (richting Oost- en West-Vlaanderen en Frankrijk) ondervindt de containervaart wel beperkingen wegens doorvaarthoogte.

Op de route langs de Boven-Zeeschelde is de vrije doorvaarthoogte al ter hoogte van Dendermonde beperkt tot iets meer dan 6 meter, wat ontoereikend is voor containervaart met 3 lagen.

Omwille van dit knelpunt en ook omwille van gabarietbeperkingen op de Boven-Zeeschelde varen de meeste schepen op deze corridor om via het Zeekanaal Gent-Terneuzen. Via deze laatste route wordt een vrije doorvaarthoogte van net geen 7 meter geboden tot aan de containerterminals van Avelgem (op Bovenschelde) en Wielsbeke (op Leie). Op de noorder- en westervakken van de Ringvaart om Gent (nodig om respectievelijk de Leie en de Bovenschelde te bereiken) zijn er een tiental vaste bruggen waarvan de vrije hoogte tussen 6,7 en 7 meter ligt. Ook op de Bovenschelde zijn er drie bruggen die juist geen 7 meter halen. Op de Leie wordt een doorvaarthoogte van 7 meter tot aan de containerterminal van Wielsbeke verzekerd. Verder naar het zuiden valt de doorvaarthoogte terug naar 6 of zelfs maar 5 meter (brug van Bissegem-Marke).

9 AFKORTINGEN

ECA	Extra Containercapaciteit Antwerpen
FPB	Federaal Planbureau
HT-scenario	Hoog transshipment scenario
IC-verhouding	Intensiteit-capaciteitsverhouding
LT-scenario	Laag transshipment scenario
MKBA	Maatschappelijke kosten-batenanalyse
PON	Projectonderzoeksnota
S-MKBA	Strategische maatschappelijke kosten-batenanalyse
TEU	Twenty foot equivalent unit

10 BIJLAGEN

10.1 INPUTGEGEVENS VOOR DE PROGNOSE

10.1.1 Eurostat

Tabel 18: Containervervoer van/naar provincie Antwerpen (TEU)

Aanvoer	2016	2017	2018	Gemiddelde
Brussel	13.041	12.219	14.992	13.417
Antwerpen	357.364	388.413	305.057	350.278
Limburg	23.284	24.929	23.196	23.803
Oost-Vlaanderen	41.335	40.080	90.697	57.371
Vlaams-Brabant	23.087	27.847	32.732	27.889
West-Vlaanderen	57.098	40.520	14.265	37.294
Henegouwen	11.358	11.359	12.266	11.661
Luik	35.758	40.348	46.505	40.870
Namen	-	-	-	-
Duitsland	238.801	192.078	167.297	199.392
Frankrijk	24.337	34.167	39.876	32.793
Nederland	399.628	425.774	417.256	414.219

Afvoer	2016	2017	2018	Gemiddelde
Brussel	13.023	12.511	15.773	13.769
Antwerpen	357.364	388.413	305.057	350.278
Limburg	24.068	24.602	25.894	24.855
Oost-Vlaanderen	28.192	45.864	93.430	55.829
Vlaams-Brabant	22.225	27.618	33.076	27.640
West-Vlaanderen	59.158	37.556	15.655	37.456
Henegouwen	14.754	11.945	15.328	14.009
Luik	32.242	48.332	48.743	43.106
Namen	-	-	-	-
Duitsland	487.903	477.441	489.170	484.838
Frankrijk	87.714	116.081	122.200	108.665
Nederland	464.523	501.081	532.820	499.475

10.1.2 Havenbedrijf Antwerpen

Tabel 19: Herkomst-bestemming van binnenvaartcontainervervoer door sluisen van haven van Antwerpen (TEU-capaciteit)

	WLH	GDG	ST	RO	Noord	Oost	West	Zuid	Totaal
Waaslandhaven	12.585	61.441	27.320	143.293	174.870	33.204	19.829	32.647	505.189
Deurganckdok	102.158			258.350	202.501	64.229			627.238
Scheldterminals	43.711			166.093	183.240	28.340	336		421.720
Rechteroever	110.320	221.780	158.061		52.995	450	84.681	99.574	727.861
Noord	118.729	153.284	104.421	33.746	4.797	4.926	5.698	133.162	558.763
Oost	36.656	50.514	30.524	784	11.036		26.284	31.851	187.649
West	17.219	620		67.632	3.977	17.734	357	2.238	109.777
Zuid	14.820			28.607	38.957	16.993	2.165	1.172	102.714
Totaal	456.198	487.639	320.626	698.505	672.373	165.876	139.350	300.788	3.241.355

Tabel 20: Telpunten vaarrichtingen Havenbedrijf Antwerpen

Periode	Geen informatie	Albertkanaal	Coördinatiepunt	Noordlandbrug	PIZ
Sept-nov 2019	14.00%	30.00%	16.00%	34.00%	7.00%
2019	5.00%	33.00%	20.00%	34.00%	8.00%
2020 tot aug	9.00%	34.00%	16.00%	34.00%	6.00%

10.2 KOOMAN-MODEL

Figuur 3: Gebruikersinterface van het Kooman-model

Sluisgegevens

Merelbekesluis

kolkengte

180 m

kolkbreedte

18 m

opp. invaartprofiel

55 m2

opp. uitvaartprofiel

55 m2

aantal kolken

2

afstand kolk - opstelruimte

50 m

afstand kolk - terug

50 m

bedieningstijd schutproces

49 minuten

openingsstijd (bediende uren)

101,4 uren/week

verkeersaanbod: random

☐

of geclusterd

☐

aandeel geladen schepen heen

0,447823

aandeel geladen schepen terug

0,643257

percentage tgv kleinvaart

5 %

Max grootte passerende schepen (DVK laadvermogenklasse):

CVB richtl correctie Max klasse

2 7 9

= AI - L (lusafstand - scheepslengte)

(nivelleren + openen/sluiten deuren)

(bij 5% reductie ivm nachтваart is continu bediend 163,8 uur)

lvcw =

0,75

representatieve week:

2,15%

toelaatbaar (Kooman), afh. openingsstijd en al of niet geclusterd aanbod

van jaarintensiteit in aantal passages (Kooman: 2,15%)

- vul de witte vakjes in

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

- dit werkblad bevat de uitgewerkte Kooman methode

Bij gemiddeld laadvermogen vloot

690 ton

Bereken

de theoretische capaciteit (uurcapaciteit * uren per jaar):

32,4 mln ton per jaar

de toelaatbare intensiteit la (volgens berekening Kooman)

21,7 mln ton per jaar

Bij een aankomstpatroon type:

relatief gelijkmatig

<

>

geldt dan:

bij intensiteit

3,9 mln ton per jaar is de gemiddelde passeertijd

95 minuten

en de I/C verhouding

0,120

bij gemiddelde passeertijd

95 minuten is de intensiteit

4 mln ton per jaar

en de I/C verhouding

0,137

bij I/C verhouding

0,137 is de intensiteit

4 mln ton per jaar

en de gemiddelde passeertijd

95 minuten

De berekeningsmethode is gebaseerd op de Rijkswaterstaat Communication No 22 van Kooman en de Bruijn, 1975. (app. IV).

Figuur 4: Overzicht technische parameters per sluis

Kenmerken	Eenheid	Vlaamse sluisen							Nederlandse sluisen			
		Merelbeke	Evergem	Dendermonde	Wintam	Duffel	Zen-negat	Wijnegem*	Hansweert	Krammer	Kreekrak	Volkerak
Kolk lengte	m	180	136 / 230	168	250	136	52	136 / 200	280	285	320	330
Kolkbreedte	m	18	16 / 25	16	25	16	8	16 / 24	24	24	24	24
Aantal kolken	#	2	2	1	1	1	1	3	2	2	2	3
Invaarprofiel	m²	55	49 / 76	41	221	41	19	55 / 83	175	149	149	149
Uitvaarprofiel	m²	55	49 / 76	41	221	41	19	55 / 83	175	149	149	149
Afstand kolk-opstelruimte heen	m	50	55 / 85	55	75	60	60	70 / 100	100	100	100	235
Afstand kolk-opstelruimte terug	m	50	55 / 85	55	75	60	60	70 / 100	100	100	100	235
Bedieningstijd schutproces	min	49	17	17	15	20	20	32 / 35	15	30	10	9
Bediende uren sluis per week	u	101,4	136,5	101,4	163,8	88,7	59,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8
Maximale scheepsgrootte (dvk-laadvermogenklasse)	dvk	max. 9	max. 8 / max. 10	max. 8	max. 10	max. 8	max. 3	max. 8 / max. 10	max. 10	max. 10	max. 10	max. 10
Aandeel geladen schepen heen	%	57%	80%	76%	76%	37%	91%	69%	60%	39%	65%	53%
Aandeel geladen schepen terug	%	83%	47%	25%	54%	56%	32%	54%	48%	32%	59%	48%
Capaciteitsreductie door kleinvaart	%	5%	5%	10%	5%	5%	10%	5%	5%	5%	5%	5%
Verkeersaanbod (random / geclusterd)		Random	Random	Random	Random	Random	Random	Random	Random	Geclusterd	Geclusterd	Random
Toelaatbare intensiteit in aantal passages (vermenigvuldigd met capaciteit op weekbasis)		0,75	0,70	0,75	0,65	0,75	0,75	0,65	0,65	0,75	0,75	0,65
Aantal passages representatieve week op jaartotaal	%	2,15%	2,15%	2,15%	2,15%	2,15%	2,15%	2,15%	2,15%	2,15%	2,15%	2,15%

*Wijnegem heeft 2 identieke kleine kolken.

10.3 METHODE VAN DE CAPACITEITSANALYSE VAN DE SLUIZEN IN DE HAVEN VAN ANTWERPEN

In deze bijlage is de aanpak van de capaciteitsanalyse van de sluizen in de haven van Antwerpen toegelicht.

- Eerst zijn, als achtergrond, gegevens over de schuttingen in 2019 gepresenteerd.
- De gebruikte capaciteitsmaatstaf is de kolkinnname door de schepen in verhouding tot de maximaal beschikbare kolkoppervlakte in een jaar. Gegevens over de kolkinnname en -bezetting in 2019 zijn gepresenteerd in sectie 10.3.2.
- De maximale kolkcapaciteit in een jaar is het product van de kolkoppervlakte (een vast gegeven) en het aantal schuttingen dat in een jaar uitgevoerd kan worden. Dat laatste is geen vast gegeven, want als de gemiddelde kolkbezetting toeneemt (dus meer en/of grotere schepen in een schutting) stijgt ook de duur van een schutting. Dus een deel van de capaciteitswinst van een grotere kolkbezetting gaat verloren door langere schuttijd waardoor er minder schuttingen in een jaar uitgevoerd kunnen worden. Deze interdependentie is bestudeerd op basis van de database van schuttingen in 2019. Op deze wijze is een functionele relatie tussen de kolkinnname en de schuttijd bepaald. Die analyse is toegelicht in sectie 10.3.3.
- Met behulp van die relatie kan de impact van de groei van binnenvaartvervoer (aantal en laadvermogen van schepen, resulterend in een kolkinnname) op de totale capaciteit bepaald worden. De uitgangspunten van de capaciteitsanalyse zijn toegelicht in sectie 10.3.4. De resultaten van de analyse zijn beschreven in de hoofdttekst (in sectie 5.1).
- Sectie 10.3.5 bevat technische detailgegevens over de aparte sluizen en de bepalende factoren van sluiscapaciteit (kolkgrootte, kolkbezetting en schuttijd).

10.3.1 Gegevens over schuttingen in 2019

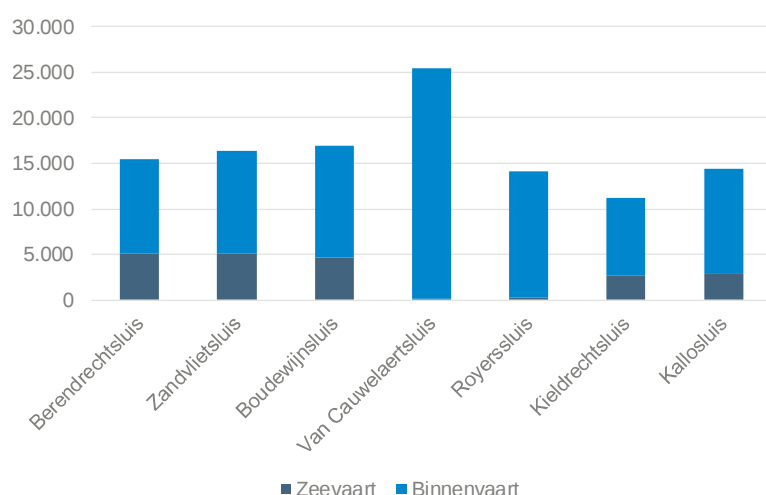
Als achtergrondinformatie zijn hieronder enkele kerngegevens over de geschutte schepen in 2019 gepresenteerd. Deze gegevens zijn berekend op basis van een database van schuttingen verstrekt door Havenbedrijf Antwerpen.

In 2019 werden in alle sluizen van de haven van Antwerpen ongeveer 114.000 schepen en konvooien⁹ geschut, waarvan 21.000 zeeschepen en 93.000 binnenvaartschepen.¹⁰ Figuur 5 toont de verdeling van de geschutte schepen over de verschillende sluizen. De Van Cauwelaertsluis heeft in 2019 het grootste aantal schepen geschut: ongeveer 25.000, vrijwel uitsluitend binnenvaartschepen. De Berendrecht-, Zandvliet- en Boudewijnsluizen hebben elk ongeveer 15.000 schepen geschut, waarvan 5000 zeeschepen en iets meer dan 10.000 binnenvaartschepen. Ook in de Royerssluis werden ongeveer 15.000 schepen geschut, maar dan vrijwel uitsluitend binnenvaartschepen (waaronder meer dan 2000 niet-vrachtvoerende schepen). Op de Linkeroever schutte de Kallosluis bijna 15.000 schepen en de Kieldrechtsluis iets meer dan 10.000 schepen, waarvan telkens ongeveer 3000 zeeschepen.

⁹ Konvooien worden als één eenheid geteld. Deze eenheid bestaat uit een duwboot of sleepboot en één of meerdere duwbakken of pontons.

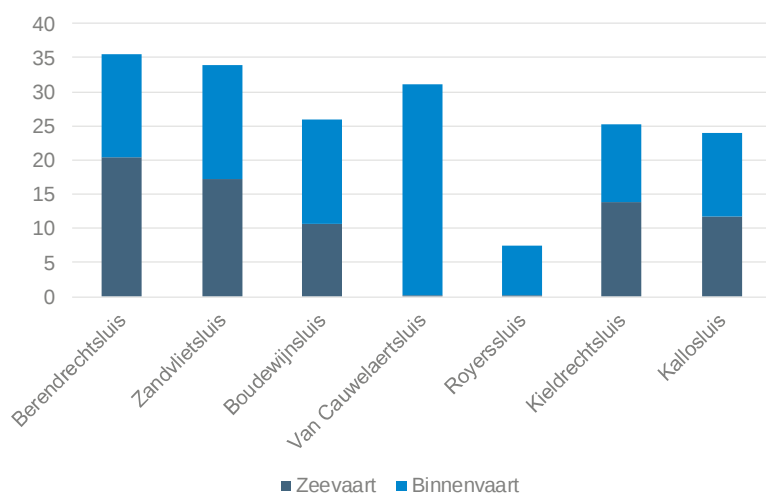
¹⁰ In het totaal van de binnenvaart zijn ongeveer 3500 niet-vrachtvoerende schepen inbegrepen (werkschepen, recreatieve vaartuigen, losvarende duw- en sleepboten...).

Figuur 5: Aantal geschutte schepen in 2019



Figuur 6 toont de kolkinname van de geschutte schepen. De kolkinname is berekend door de vermenigvuldiging van de lengte en de breedte van de geschutte schepen en konvooien. Er is dus geen rekening met de vormfactor gehouden. De zo berekende kolkinname bedroeg in 2019 bijna 185 miljoen m², waarvan 75 miljoen m² door zeeschepen en 110 miljoen m² door binnenvaartschepen en -konvooien. De Berendrechtsluis en de Zandvlietluis realiseerden de grootste schuttingprestatie in termen van kolkinname, gevolgd door de Van Cauwelaertsluis. In de Royerssluis worden als gevolg van de beperkte sluisafmetingen hoofdzakelijke kleinere schepen geschut (waaronder veel niet-vrachtvoerende schepen), zodat de schuttingprestatie in termen van kolkinname het kleinste van alle sluizen is.

Figuur 6: Kolkinname van geschutte schepen in 2019 (miljoen m²)



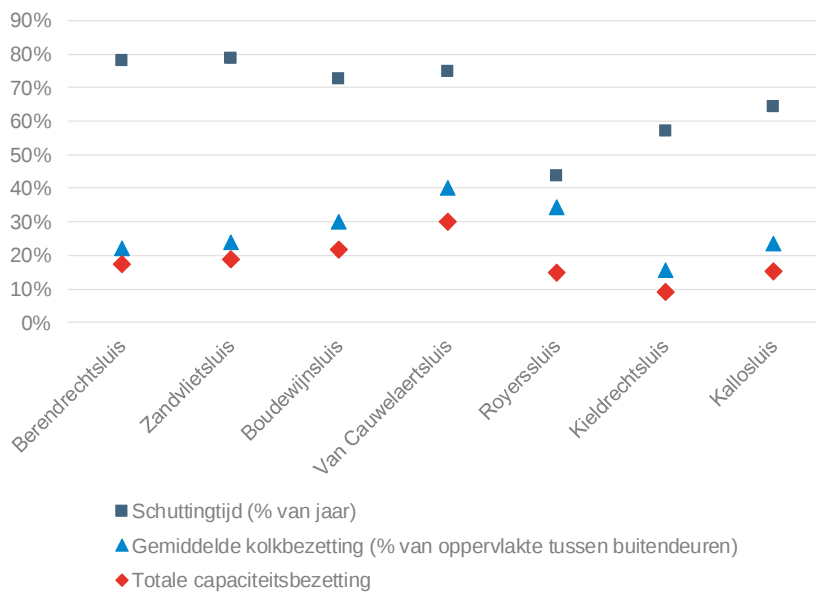
10.3.2 Capaciteitsbezetting van sluizen in 2019

De capaciteitsbezettingsgraad volgt uit de vermenigvuldiging van twee factoren:

- de verhouding tussen het aantal actieve uren (d.w.z. schuttingstijd) en het totaal aantal uren in een jaar;
- de verhouding tussen de gemiddelde kolkinname van de schepen in een schutting en de kolkoppervlakte.

Figuur 7 toont deze twee factoren en hun product voor alle sluizen.

Figuur 7: Capaciteitsbezetting van sluizen in 2019



In vier van de zeven sluizen (Berendrecht, Zandvliet, Boudewijn en Van Cauwelaert) werden bijna 80% van de uren in een jaar door schuttingen in beslag genomen. De Royerssluis kende de laagste activiteitsgraad: slechts in minder dan de helft van het aantal uren in een jaar was de sluis in een schutting.

De gemiddelde kolkinnname bij schuttingen varieerde tussen 16% (Kieldrechtsluis) en 40% (Van Cauwelaertsluis).

De resulterende totale capaciteitsbezetting (product van beide bovenvermelde factoren) lag tussen 15% en 20% in vijf van de zeven sluizen. In de Van Cauwelaertsluis was ze aanmerkelijk hoger (30%), in de Kieldrechtsluis aanmerkelijk lager (9%).

Dit betekent echter niet dat het scheepvaartverkeer nog 5 tot 10 maal kan stijgen vooraleer de capaciteitsgrens bereikt is, en wel om twee redenen.

- Ten eerste is een capaciteitsbezetting van 100% niet haalbaar. Schuttingen kunnen niet meteen op elkaar volgen, zodat er tussen schuttingen niet-actieve tijd is. Ook onderhoudswerkzaamheden kunnen tijdelijke stilstand van de sluis veroorzaken. Voorts kan de kolk niet steeds 100% gevuld zijn. Er gelden veiligheidsafstanden, en het is onwaarschijnlijk dat de schepen die zich voor een schutting aanbieden de kolk altijd exact opvullen. Af en toe moeten de binnendeuren getest worden, en dan is slechts een kleinere kolk beschikbaar. De maximaal haalbare capaciteitsgrenzen zijn een onderwerp voor bespreking met het Havenbedrijf Antwerpen. Maar als we voorlopig aannemen dat de maximale grens voor beide factoren 80% is (80% actieve tijd en 80% kolkoppervlakte), dan is de maximaal haalbare totale capaciteitsbezetting 64%.¹¹
- Ten tweede leidt een groter aantal schepen in een schutting tot een langere schuttingtijd. De winst van een groter kolkinnname gaat dus deels verloren aan een langere schuttingtijd, waardoor het maximale aantal schuttingen in een jaar daalt. Om de interactie tussen kolkinnname en schuttingtijd te analyseren hebben we een simulatie-model gemaakt. In de volgende paragraaf worden de bepalende factoren van de schuttingstijd besproken.

10.3.3 Bepalende factoren van schuttingstijd

We hebben met behulp van regressieanalyse het verband bestudeerd tussen enerzijds de gemiddelde duur van een schutting en anderzijds het aantal en de kolkinnname van de geschutte schepen. We hebben verschillende combinaties van

¹¹ We hebben de analyse van de capaciteitsbezetting apart voor de daguren (6-22) en nachturen (22-6) uitgevoerd. De resultaten zijn in hoofdstuk 10.3.5 weergegeven. Hieruit blijkt dat de intensiteit van de schuttingen in de nachturen slechts een beetje lager is dan in de daguren. Het verschil is wel groter voor de binnenvaart en voor de sluizen die overwegend binnenvaartschepen schutten (Van Cauwelaertsluis en Royerssluis). Dit is een andere reden waarom, althans voor binnenvaart, een activiteitsgraad van 100% over een jaar niet mogelijk is.

verklarende variabelen uitgetoetst. De beste resultaten werden verkregen door het aantal en de kolkname van zeeschepen en binnenvaartschepen als verklarende variabelen op te nemen. De onderstaande tabel toont de coëfficiënten van de lineaire regressie.¹²

Tabel 21: Lineaire regressie

Afhankelijke variabele is schuttingstijd (in uren)

Verklarende variabelen	Berendrecht-sluys	Zandvliet-sluys	Boudewijn-sluys	Van Cauwelaert-sluys	Royers-sluys	Kieldrecht-sluys	Kallosluys
Intercept	0,689	0,653	0,666	0,577	0,449	0,546	0,561
Aantal zeeschepen in schutting	0,183	0,225	0,169	0,201	0,360	0,324	0,309
Aantal binnenvaartschepen in schutting	0,032	0,028	0,028	0,028	0,038	0,045	0,039
Kolkname door zeeschepen (1000 m ²)	0,102	0,103	0,117	0,123	-0,092	0,069	0,074
Kolkname door binnenvaartschepen (1000 m ²)	0,014	0,022	0,028	0,033	0,078	0,019	0,017
Aangepaste R ²	76%	73%	61%	33%	23%	69%	65%

Alle regressiecoëfficiënten hebben een hoge statistische significantie (p-waarde minder dan 1%). De verklarende kracht van de regressies (aangepaste R²) varieert echter. Ze is vrij goed voor de grootste sluisen: de Berendrecht-sluys, de Zandvliet-sluys en de Kieldrecht-sluys. In die gevallen kan ongeveer 70% of meer van de schuttingsduur door de verklarende variabelen verklaard worden. Voor de Boudewijnsluis en de Kallosluys daalt de verklarende kracht tot 60-65%. Voor de beide sluisen die vooral binnenvaartschepen schutten (Van Cauwelaertsluis en Royerssluis) is de verklarende kracht echter laag. De plots van de schuttingstijd, aantal geslachte schepen en kolkname van geslachte schepen in hoofdstuk 10.3.5 vertonen inderdaad veel outliers. De waarde van de coëfficiënten van de regressievergelijkingen van de Van Cauwelaertsluis en de Royerssluis liggen wel in de buurt van die van de andere sluisen.¹³ Daarom hebben we ondanks de lage R²-waarde de regressies toch verder gebruikt.

Merk op dat in alle regressievergelijkingen de coëfficiënten van de binnenvaartvariabelen veel lager zijn dan die van de zeevaartvariabelen. Een extra zeeschip of een extra 1000 m² kolkname door een zeeschip heeft een veel grotere impact op de schuttingstijd dan een extra binnenvaartschip of een extra 1000 m² kolkname door een binnenvaartschip.

10.3.4 Analyse van impact van groeiscenario op capaciteitsbezetting

We hebben de regressievergelijkingen in Tabel 21 in een Excel-rekenblad gemodelleerd om de impact van een grotere kolkbezetting op de schuttingsduur te kunnen bepalen.

Dit rekenmodel hebben we gebruikt om de haalbaarheid van het volgende groeiscenario te toetsen:

- aantal en kolkname van zeeschepen stijgen respectievelijk met 0% en 50% ten opzichte van de waarde in 2019 (het aantal schepen blijft dus constant, terwijl de gemiddelde grootte toeneemt, overeenkomstig de trends in de laatste decennia);
- aantal en kolkname van binnenvaartschepen evolueren in overeenstemming met de prognose beschreven in hoofdstuk 4;
- de totale schuttingsduur (in uren per jaar) blijft hetzelfde als in 2019 (bij de meeste sluisen was die al redelijk hoog, zodat geen grote toename meer mogelijk is).

¹² In sectie 10.3.5 hierna zijn alle regressies getoond, inbegrepen die met andere combinaties van verklarende variabelen. Voor de analyse is regressiespecificatie (6) gekozen, omdat die het grootste verklarend vermogen heeft. Tabel 21 toont de resultaten van specificatie (6) voor alle sluisen.

¹³ Behalve de negatieve coëfficiënt voor de kolkname van zeeschepen in de regressie voor de Royerssluis. Deze coëfficiënt is contra-intuïtief, maar dat is in dit geval niet erg belangrijk want het aantal door de Royerssluis geslachte zeeschepen is zeer klein.

10.3.5 Detailgegevens en -resultaten per sluis

10.3.5.1 Berendrechtssluis

Afmetingen van de sluis

	Waarde	Eenheid
Lengte tussen de buitendeuren	500	m
Lengte tussen de binnendeuren	450	m
Breedte van de sluis	68	m
Kolkoppervlakte tussen de buitendeuren	34.000	m ²
Kolkoppervlakte tussen de binnendeuren	30.600	m ²

Schutgegevens (2019)

	Daguren (6u-22u)	Nachturen (22u-6u)	Totaal (alle uren)
Aantal schuttingen	3.239	1.442	4.735
Gemiddelde schuttijd (u:min)	1:26	1:29	1:27
Totale schuttijd (uren)	4.698	2.138	6.837
Procent van totaal aantal uren in jaar	80,5%	73,2%	78,0%

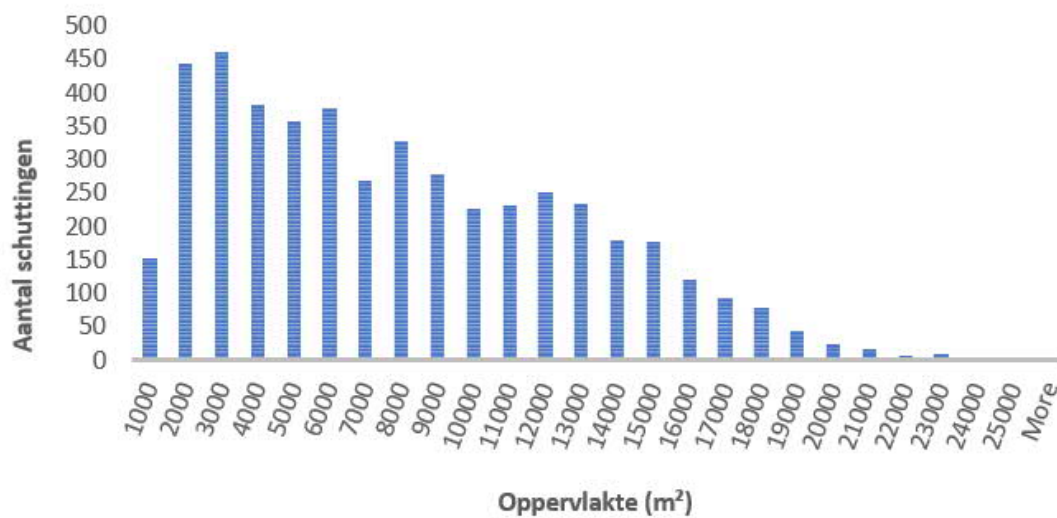
Aantal geschutte schepen (2019)

	Waarde	Eenheid
Aantal zeeschepen	5.104	#
Aantal vrachtvoerende binnenschepen (inbegrepen konvooien)	10.255	#
Aantal niet-vrachtvoerende binnenschepen	69	#

Analyse bezettingsgraad van de sluis (2019)

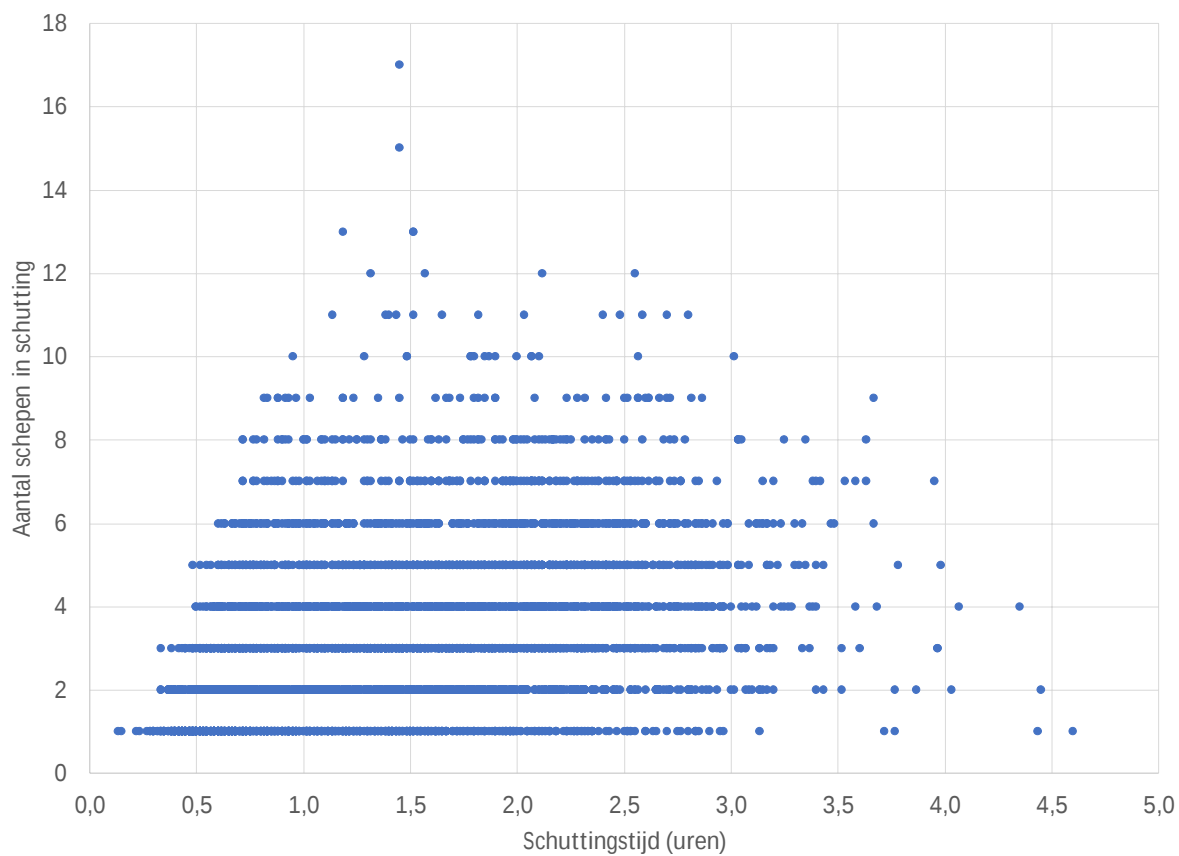
Ingenomen kolkoppervlakte in procent	Type schepen			
Gemiddelde tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	12,3%	10,4%	0,0%	22,8%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	13,8%	6,7%	0,0%	20,4%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	12,7%	9,3%	0,0%	22,1%
Gemiddelde tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	13,7%	11,7%	0,0%	25,4%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	15,3%	7,4%	0,0%	22,7%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	14,2%	10,4%	0,0%	24,5%
Maximum tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	0	74,1%	0	74,1%
Maximum tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	0	82,3%	0	82,3%

Frequentieverdeling van ingenomen kolkoppervlaktes

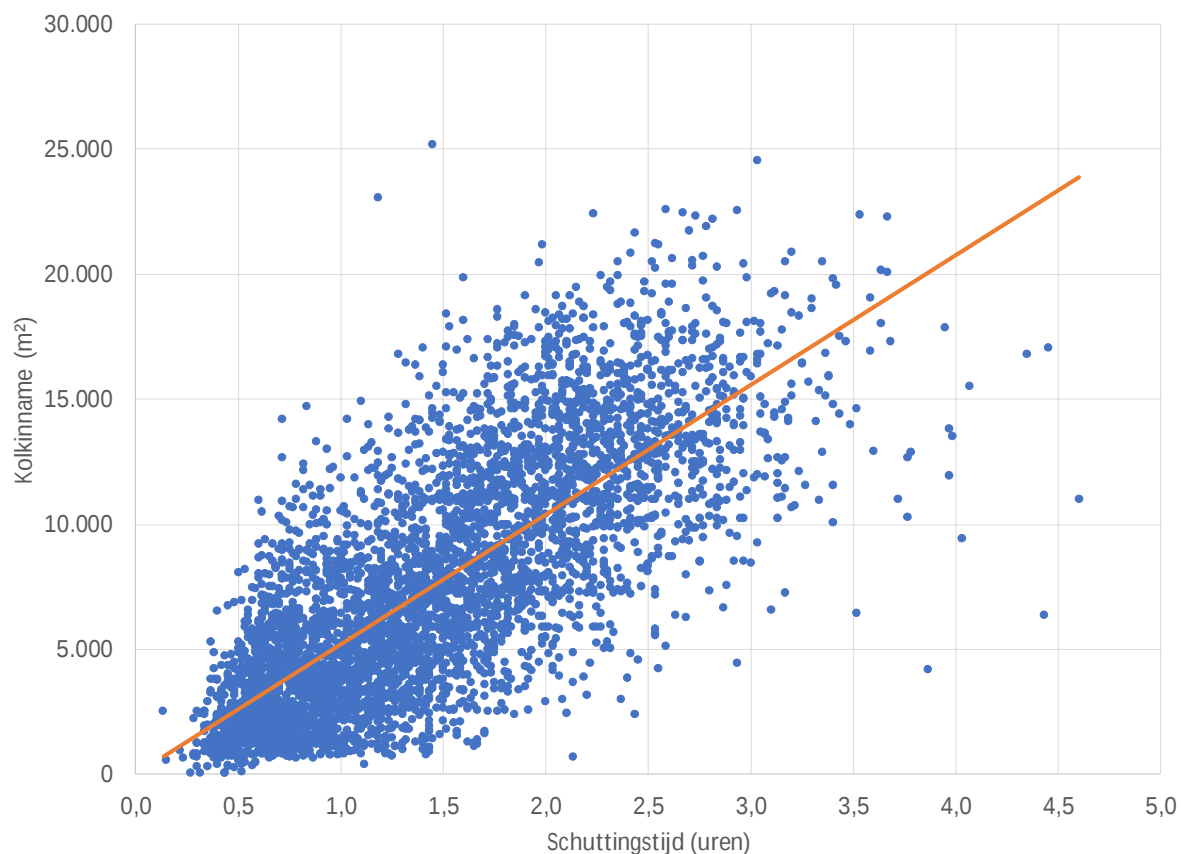


Relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal en kolkinnname van schepen in schutting

Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal schepen in schutting



Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en kolkinnname van schepen in schutting



Lineaire regressieresultaten

Afhankelijke variabele: gemiddelde schuttingstijd (in uren).

Verklarende variabelen: aantal schepen in schutting, oppervlakte van schepen in schutting.

Alle coëfficiënten hebben een p-waarde van minder dan 1% (99% statistisch significant).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Intercept	1,005	0,816	0,591	0,750	0,695	0,689
Totaal aantal schepen in schutting	0,135				-0,085	
Aantal zeeschepen in schutting		0,515				0,183
Aantal binnenvaartschepen in schutting		0,033				0,032
Kolkoppervlakte totaal (1000 m²)			0,114		0,137	
Kolkoppervlakte zeeschepen (1000 m²)				0,136		0,102
Kolkopp. binnenvaartschepen (1000 m²)				0,033		0,014
Aangepaste R2	14%	59%	59%	72%	62%	76%

10.3.5.2 Zandvlietsluis

Afmetingen van de sluis

	Data	Eenheid
Lengte tussen de buitendeuren	500	m
Lengte tussen de binnendeuren	450	m
Breedte van de sluis	57	m
Kolkoppervlakte tussen de buitendeuren	28.500	m²
Kolkoppervlakte tussen de binnendeuren	25.650	m²

Schutgegevens (2019)

	Daguren (6u-22u)	Nachturen (22u-6u)	Totaal (alle uren)
Aantal schuttingen	3.444	1.575	5.019
Gemiddelde schuttijd (u:min)	1:21	1:25	1:22
Totale schuttijd (uren)	4.669	2.227	6.897
Procent van totaal aantal uren in jaar	80,0%	76,3%	78,7%

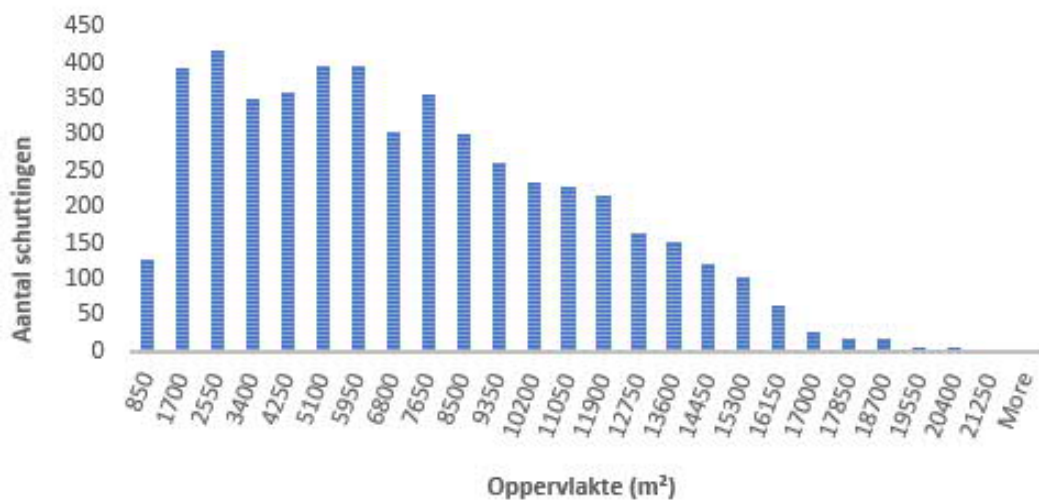
Aantal geschutte schepen (2019)

	Waarde	Eenheid
Aantal zeeschepen	5.108	#
Aantal vrachtvoerende binnenschepen (inbegrepen konvoaien)	11.155	#
Aantal niet-vrachtvoerende binnenschepen	82	#

Analyse bezettingsgraad van de sluis (2019)

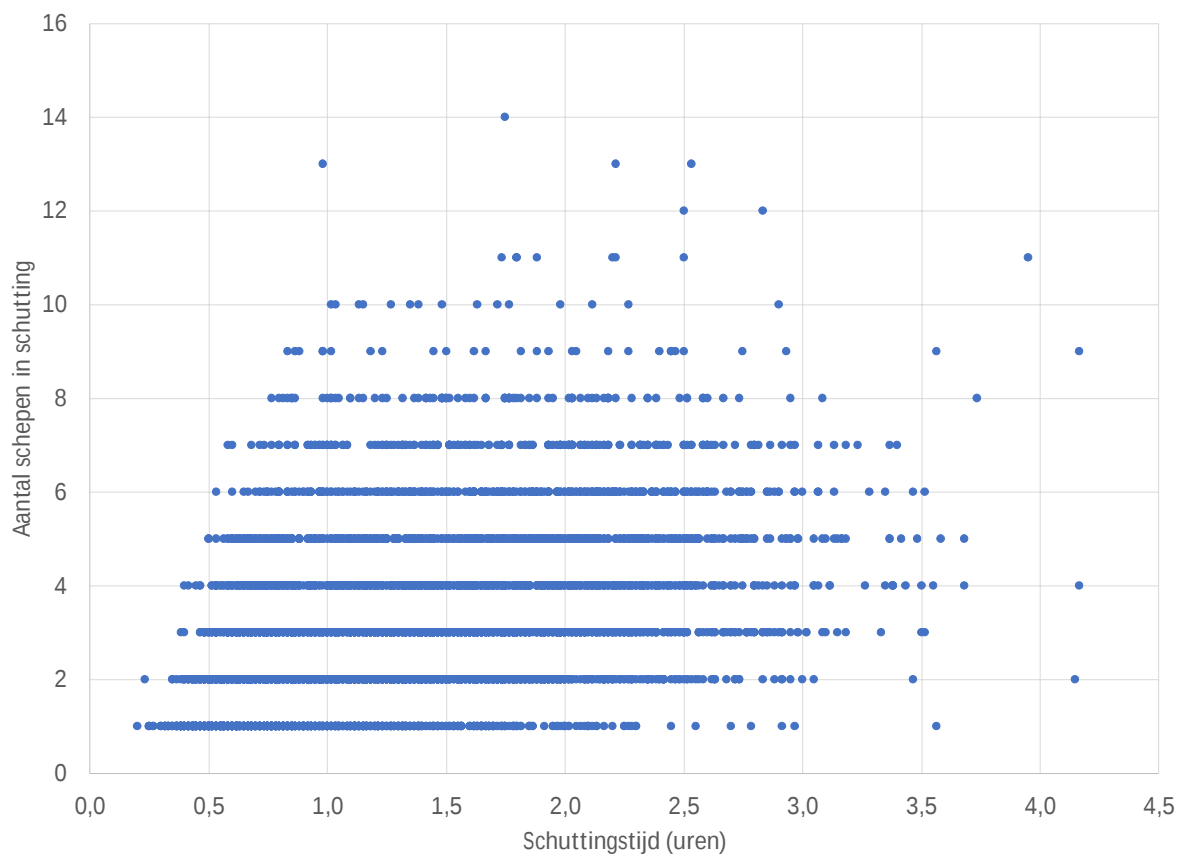
Ingenomen kolkoppervlakte in procent	Type schepen			
Gemiddelde tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	11,7%	13,0%	0,0%	24,7%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	12,8%	9,0%	0,0%	21,8%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	12,0%	11,7% ¹	0,0%	23,8%
Gemiddelde tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	13,0%	14,4%	0,0%	27,5%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	14,2%	10,0%	0,1%	24,2%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	13,4%	13,00%	0,0%	26,4%
Maximum tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	46,5%	30,3%	0%	76,8%
Maximum tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	51,6%	33,7%	0%	85,3%

Frequentieverdeling van ingenomen kolkoppervlaktes (2019)

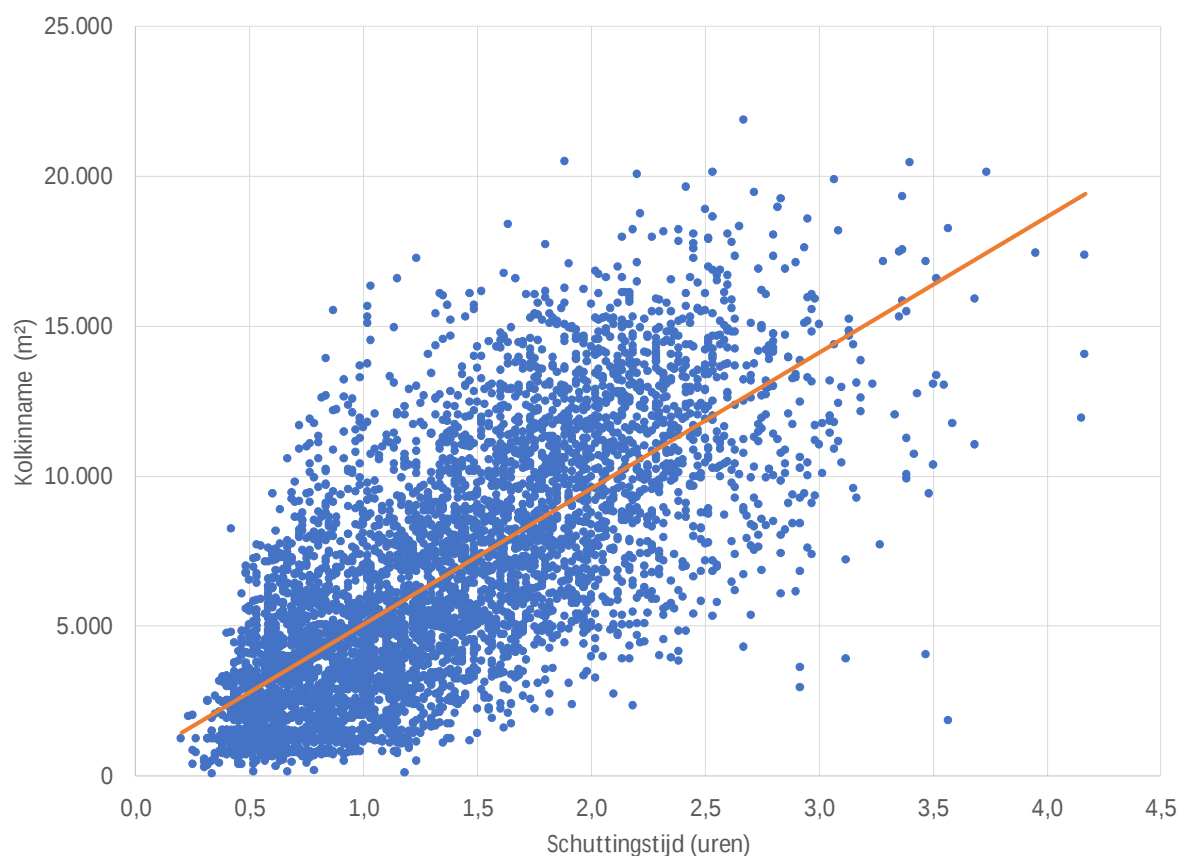


Relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal en kolkiname van schepen in schutting

Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal schepen in schutting



Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en kolkiname van schepen in schutting



Lineaire regressieresultaten

Afhankelijke variabele: gemiddelde schuttingstijd (in uren).

Verklarende variabelen: aantal schepen in schutting, oppervlakte van schepen in schutting.

Alle coëfficiënten hebben een p-waarde van minder dan 1% (99% statistisch significant).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Intercept	0,896	0,721	0,597	0,720	0,678	0,653
Totaal aantal schepen in schutting	0,147				-0,089	
Aantal zeeschepen in schutting		0,530				0,225
Aantal binnenvaartschepen in schutting		0,051				0,028
Kolkoppervlakte totaal (1000 m²)			0,115		0,146	
Kolkoppervlakte zeeschepen (1000 m²)				0,154		0,103
Kolkopp. binnenvaartschepen (1000 m²)				0,038		0,022
Aangepaste R2	18%	63%	52%	70%	55%	73%

10.3.5.3 Boudewijnsluis

Afmetingen van de sluis

	Waarde	Eenheid
Lengte tussen de buitendeuren	360	m
Lengte tussen de binnendeuren	320	m
Breedte van de sluis	45	m
Kolkoppervlakte tussen de buitendeuren	16.200	m ²
Kolkoppervlakte tussen de binnendeuren	14.400	m ²

Schutgegevens (2019)

	Daguren (6u-22u)	Nachturen (22u-6u)	Totaal (alle uren)
Aantal schuttingen	3.671	1.663	5.334
Gemiddelde schuttijd (u:min)	1:12	1:11	1:11#
Totale schuttijd (uren)	4.403	1.958	6.361
Procent van totaal aantal uren in jaar	75,4%	67,1%	72,6%

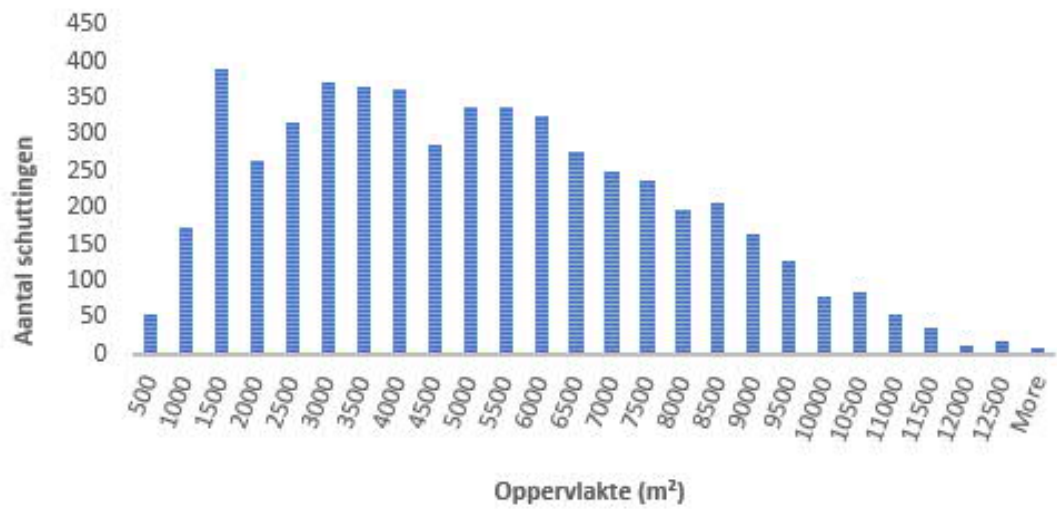
Aantal geschutte schepen (2019)

	Waarde	Eenheid
Aantal zeeschepen	4.722	#
Aantal vrachtvoerende binnenschepen (inbegrepen konvoaien)	11.891	#
Aantal niet-vrachtvoerende binnenschepen	270	#

Analyse bezettingsgraad van de sluis (2019)

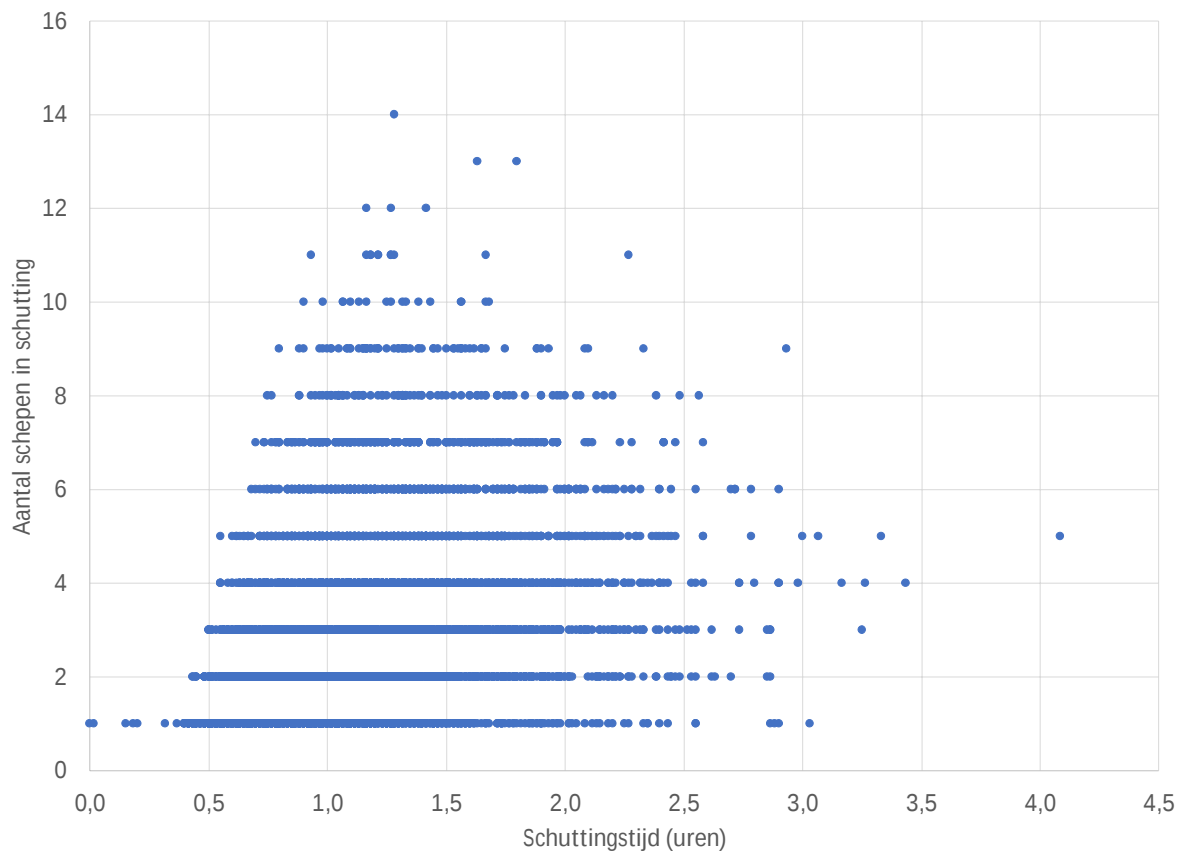
Ingenomen kolkoppervlakte in procent	Type schepen			
Gemiddelde tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	12,1%	20,3%	0,1%	32,6%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	12,9%	11,1%	0,2%	24,2%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	12,4%	17,5%	0,1%	30,0%
Gemiddelde tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	13,7%	22,9%	0,1%	36,7%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	14,5%	12,5%	0,2%	27,2%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	13,9%	19,6%	0,2%	33,7%
Maximum tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	8,9%	73,1%	0,5%	82,5%
Maximum tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	10,0%	82,3%	0,6%	92,9%

Frequentieverdeling van ingenomen kolkoppervlaktes

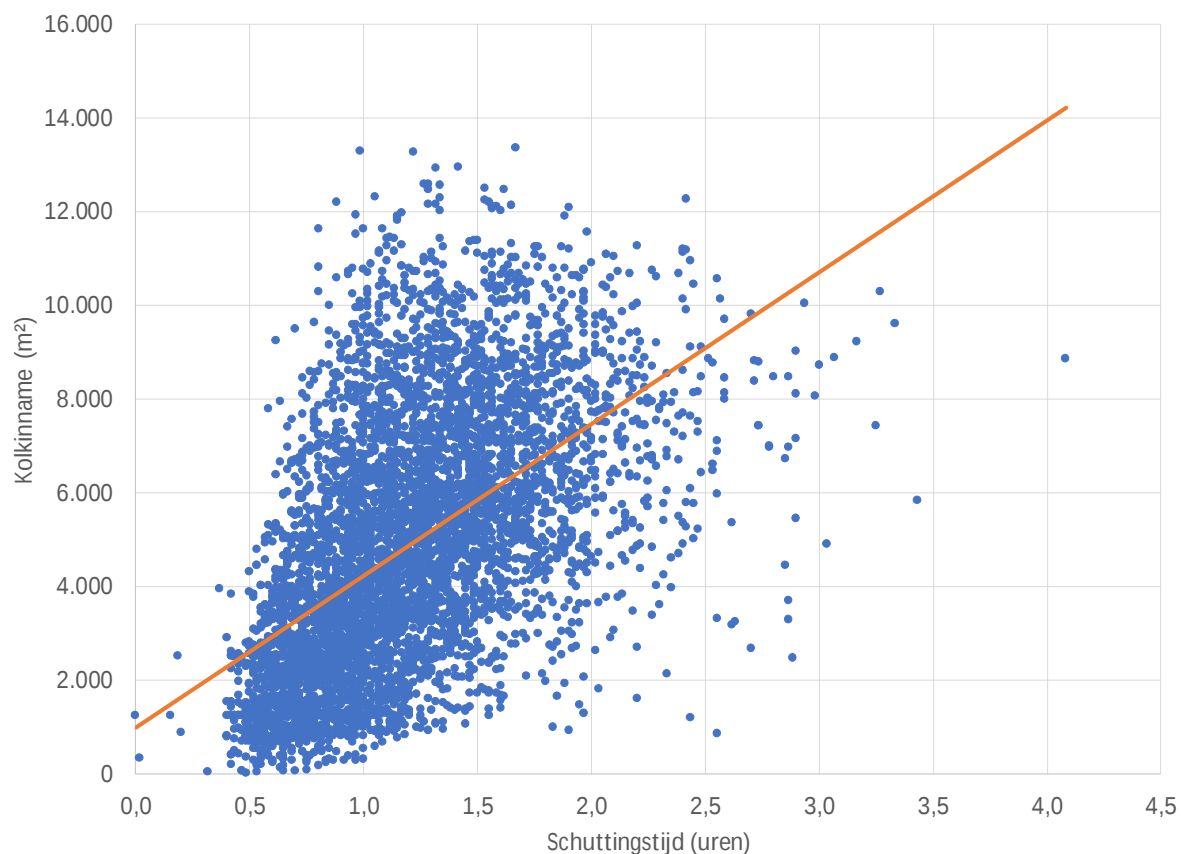


Relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal en kolkinname van schepen in schutting

Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal schepen in schutting



Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en kolkinnname van schepen in schutting



Lineaire regressieresultaten

Afhankelijke variabele: gemiddelde schuttingstijd (in uren).

Verklarende variabelen: aantal schepen in schutting, oppervlakte van schepen in schutting.

Alle coëfficiënten hebben een p-waarde van minder dan 1% (99% statistisch significant).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Intercept	0,970	0,730	0,755	0,704	0,773	0,666
Totaal aantal schepen in schutting	0,071				-0,072	
Aantal zeeschepen in schutting		0,395				0,169
Aantal binnenvaartschepen in schutting		0,049				0,028
Kolkoppervlakte totaal (1000 m²)			0,090		0,133	
Kolkoppervlakte zeeschepen (1000 m²)				0,176		0,117
Kolkopp. binnenvaartschepen (1000 m²)				0,047		0,028
Aangepaste R2	10%	53%	29%	57%	33%	61%

10.3.5.4 Van Cauwelaertsluis

Afmetingen van de sluis

	Waarde	Eenheid
Lengte tussen de buitendeuren	370	m
Lengte tussen de binnendeuren	350	m
Breedte van de sluis	35	m
Kolkoppervlakte tussen de buitendeuren	9450	m ²
Kolkoppervlakte tussen de binnendeuren	8750	m ²

Schutgegevens (2019)

	Daguren (6u-22u)	Nachturen (22u-6u)	Totaal (alle uren)
Aantal schuttingen	5.792	2.411	8.203
Gemiddelde schuttijd (u:min)	0:49	0:46	0:48
Totale schuttijd (uren)	4.703	1.843	6.546
Procent van totaal aantal uren in jaar	80,5%	63,1%	74,7%

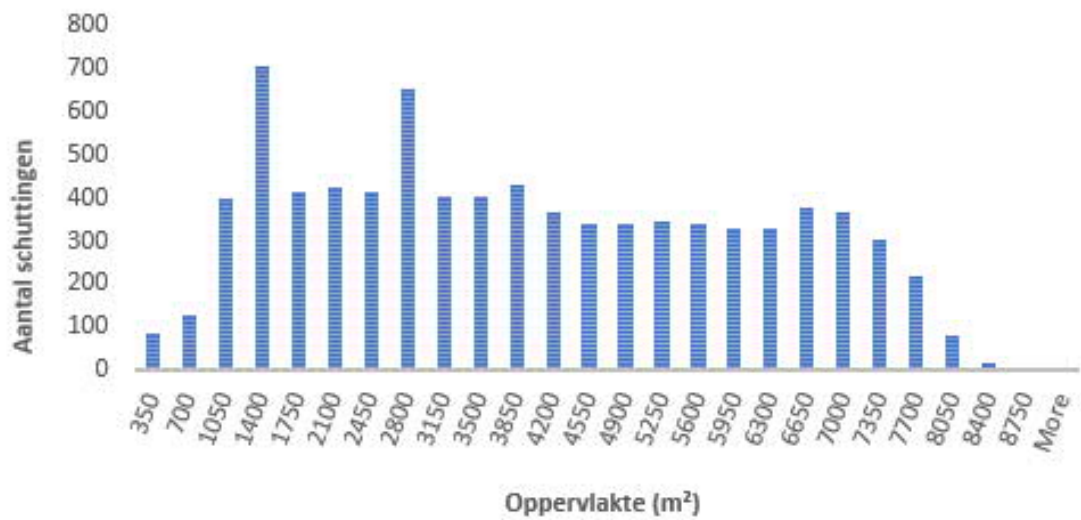
Aantal geschutte schepen (2019)

	Waarde	Eenheid
Aantal zeeschepen	171	#
Aantal vrachtvoerende binnenschepen (inbegrepen konvoaien)	24.702	#
Aantal niet-vrachtvoerende binnenschepen	542	#

Analyse bezettingsgraad van de sluis (2019)

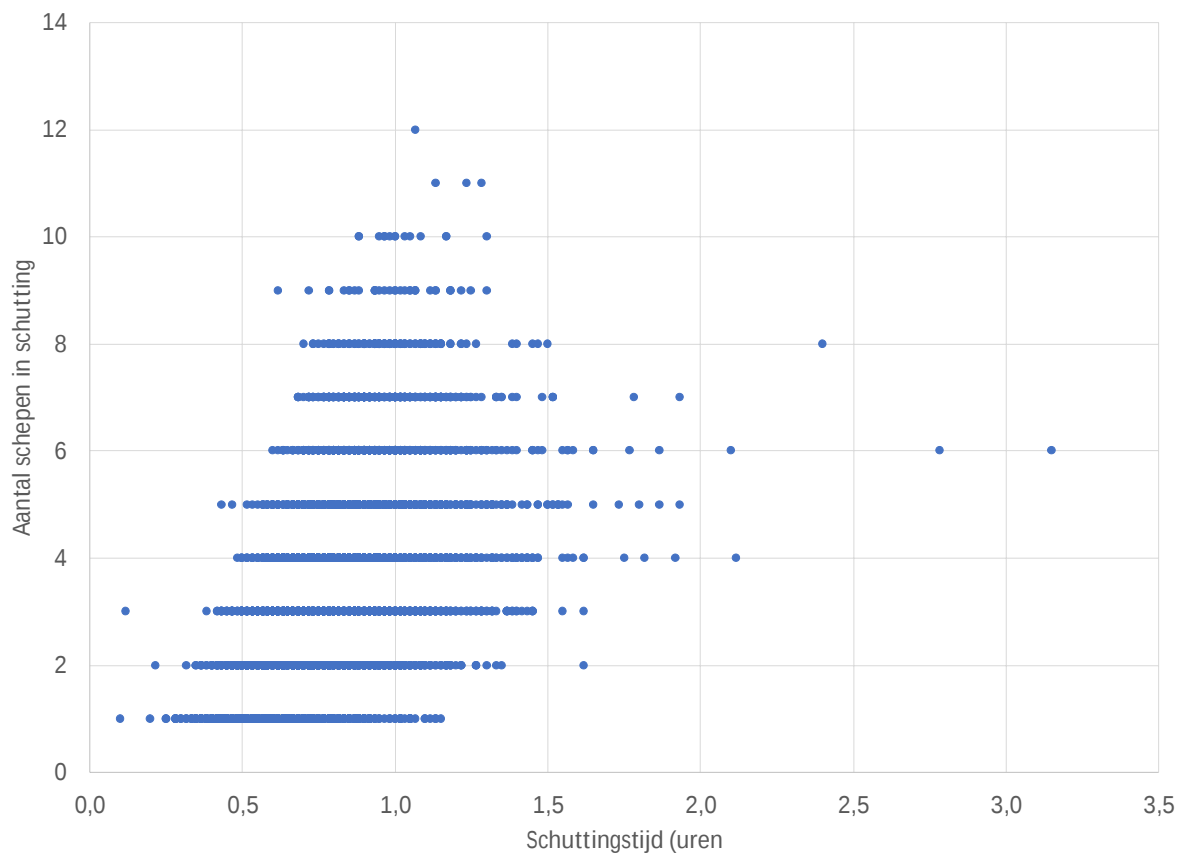
Ingenomen kolkoppervlakte in procent	Type schepen			
Gemiddelde tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	0,4%	43,6%	0,2%	44,3%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	0,1%	29,8%	0,4%	30,2%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	0,3%	39,5%	0,3%	40,1%
Gemiddelde tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	0,5%	51,2%	0,3%	51,95%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	0,1%	34,9%	0,5%	35,5%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	0,3%	42,7%	0,3%	43,3%
Maximum tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	0%	91,7%	0%	91,7%
Maximum tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	0%	99,0%	0%	99,0%

Frequentieverdeling van ingenomen kolkoppervlaktes

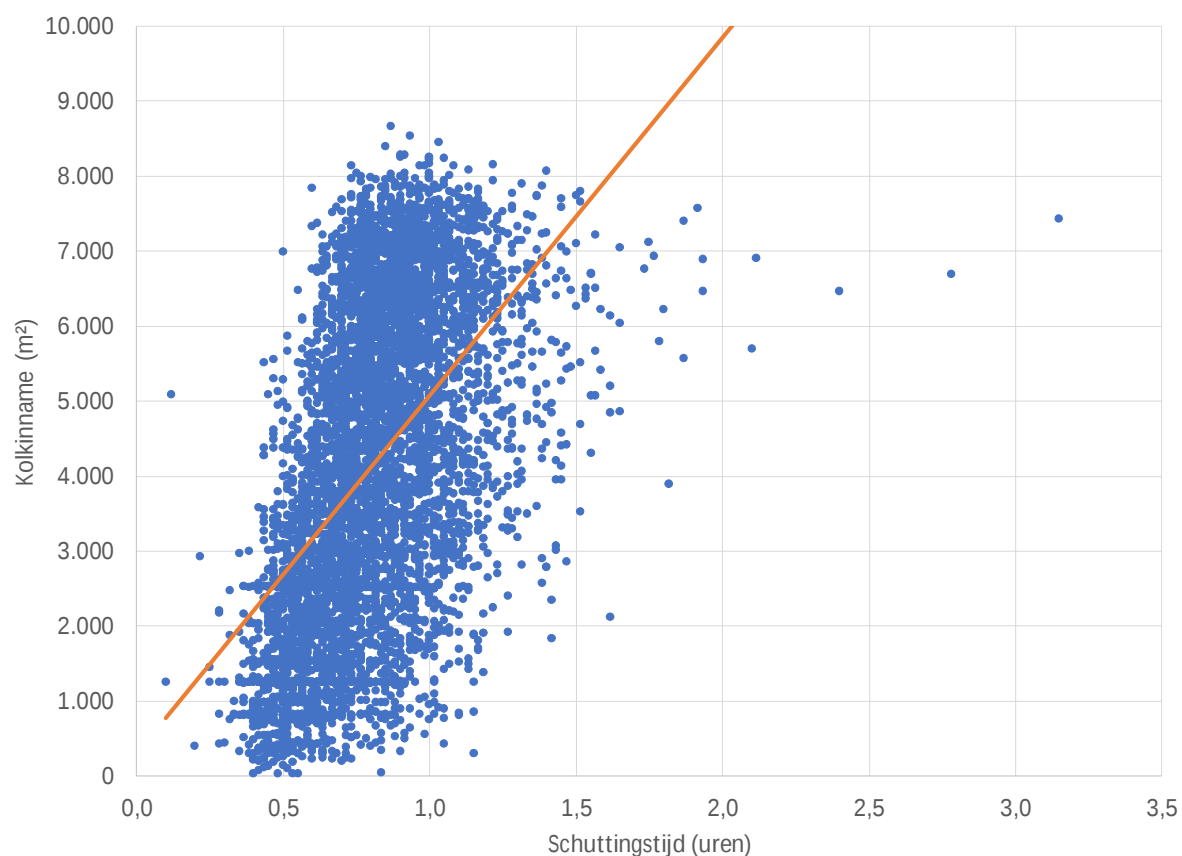


Relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal en kolkinname van schepen in schutting

Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal schepen in schutting



Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en kolkinnname van schepen in schutting



Lineaire regressieresultaten

Afhankelijke variabele: gemiddelde schuttingstijd (in uren).

Verklarende variabelen: aantal schepen in schutting, oppervlakte van schepen in schutting.

Alle coëfficiënten hebben een p-waarde van minder dan 1% (99% statistisch significant).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Intercept	0,604	0,607	0,581	0,584	0,573	0,577
Totaal aantal schepen in schutting	0,063				0,030	
Aantal zeeschepen in schutting		0,363				0,201
Aantal binnenvaartschepen in schutting		0,060				0,028
Kolkoppervlakte totaal (1000 m²)			0,057		0,035	
Kolkoppervlakte zeeschepen (1000 m²)				0,263		0,123
Kolkopp. binnenvaartschepen (1000 m²)				0,055		0,033
Aangepaste R2	25%	30%	27%	31%	28%	33%

10.3.5.5 Royerssluis

Afmetingen van de sluis

	Waarde	Eenheid
Lengte tussen de deuren	180	m
Breedte van de sluis	22	m
Kolkoppervlakte tussen de deuren	3960	m ²

Schutgegevens (2019)

	Daguren (6u-22u)	Nachturen (22u-6u)	Totaal (alle uren)
Aantal schuttingen	4.201	1.328	5.529
Gemiddelde schuttijd (u:min)	0:43	0:38	0:41
Totale schuttijd (uren)	2.975	842	3817
Procent van totaal aantal uren in jaar	51,0%	28,8%	43,6%

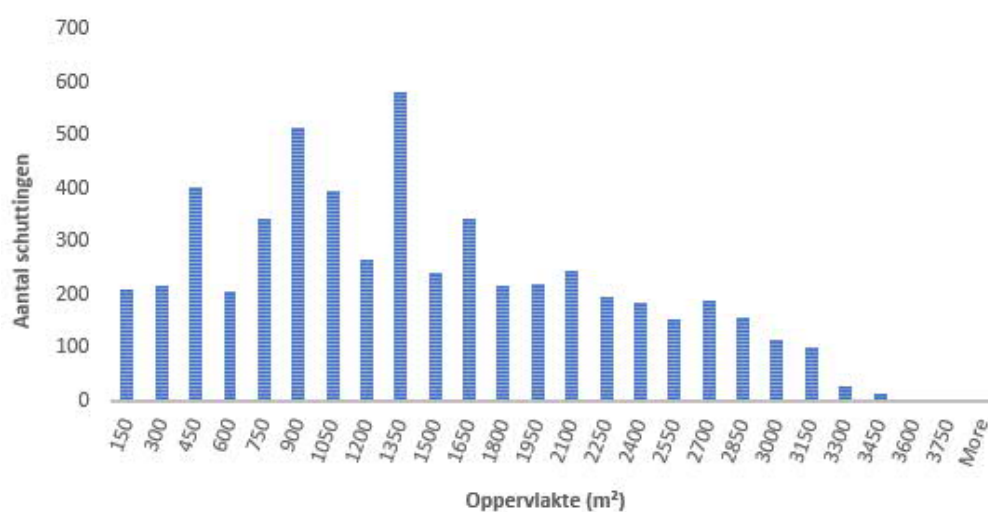
Aantal geschutte schepen (2019)

	Waarde	Eenheid
Aantal zeeschepen	215	#
Aantal vrachtvoerende binnenschepen (inbegrepen konvooien)	11.650	#
Aantal niet-vrachtvoerende binnenschepen	2.253	#

Analyse bezettingsgraad van de sluis (2019)

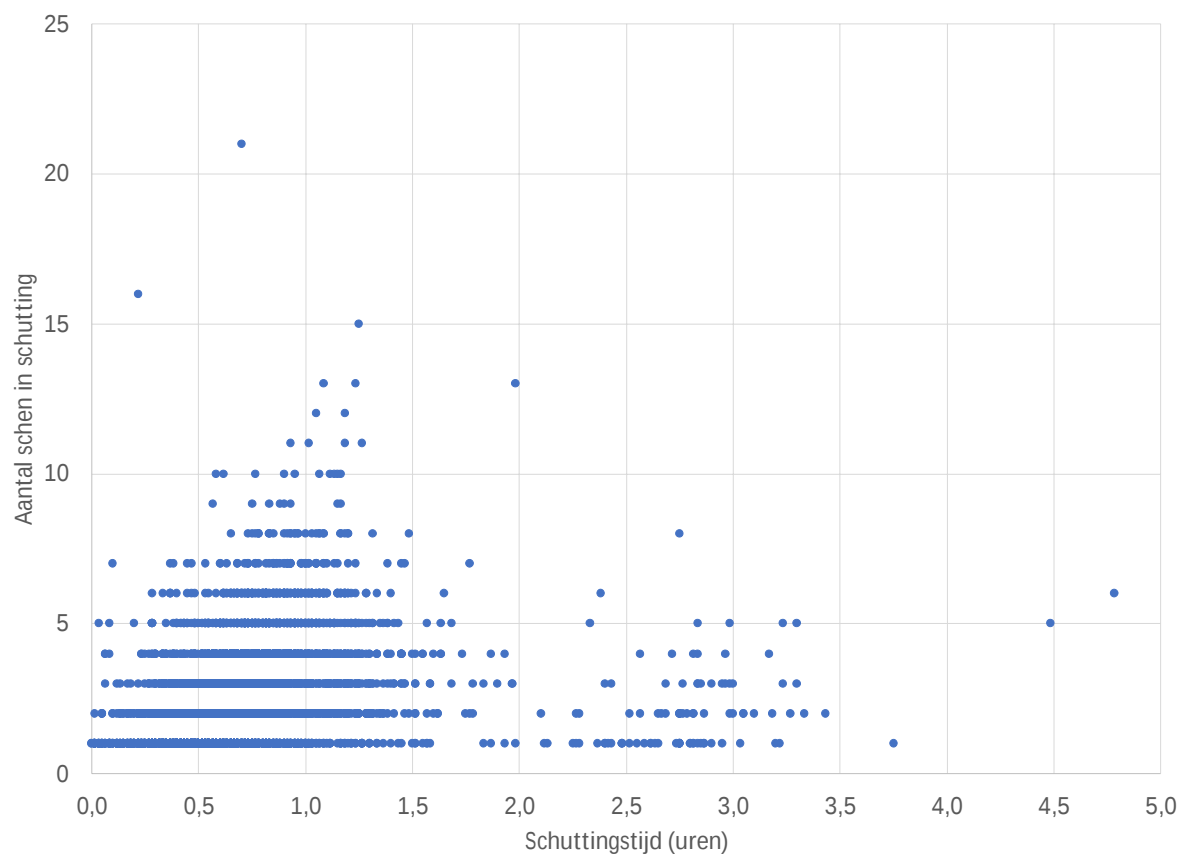
Ingenomen kolkoppervlakte in procent	Type schepen			
Gemiddelde	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	0,9%	33,5%	2,0%	36,4%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	1,1%	24,1%	2,1%	27,3%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	1,0%	31,2%	2,0%	34,2%
Maximum	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	0%	87,1%	0%	87,1%

Frequentieverdeling van ingenomen kolkoppervlakttes

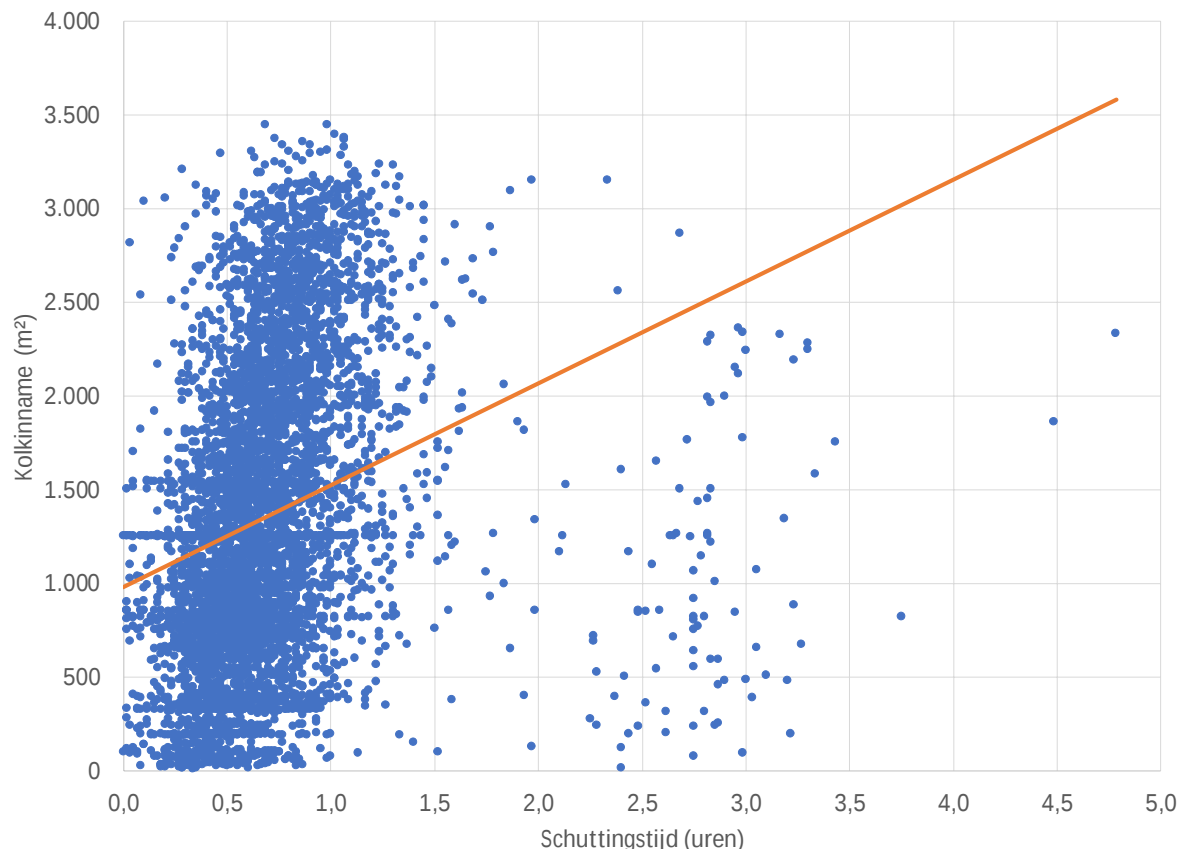


Relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal en kolkinname van schepen in schutting

Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal schepen in schutting



Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en kolkinnname van schepen in schutting



Lineaire regressieresultaten

Afhankelijke variabele: gemiddelde schuttingstijd (in uren).

Verklarende variabelen: aantal schepen in schutting, oppervlakte van schepen in schutting.

Alle coëfficiënten hebben een p-waarde van minder dan 1% (99% statistisch significant).

Voor de regressie zijn alle schuttingen met een schuttijd korter dan 0,1 uur en langer dan 1,5 uren verwijderd. Door het weglaten van deze extreme gegevenspunten verhoogde het verklarend vermogen van de regressie (gemeten met R^2) van 4-6% naar 19-23%, naargelang de functionele specificatie. Voor de Van Cauwelaertsluis is eveneens een regressieanalyse zonder extreme schuttijden uitgevoerd, maar in dat geval was er geen significante impact op het verklarend vermogen van de regressie. Daarom is in het geval van de Van Cauwelaertsluis (en de andere sluizen behalve de Royerssluis) de regressie op de volledige verzameling van schuttingen gebaseerd.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Intercept	0,498	0,492	0,467	0,465	0,453	0,449
Totaal aantal schepen in schutting	0,065				0,037	
Aantal zeeschepen in schutting		0,238				0,360
Aantal binnenvaartschepen in schutting		0,064				0,038
Kolkoppervlakte totaal (1000 m²)			0,136		0,081	
Kolkoppervlakte zeeschepen (1000 m²)				0,276		-0,092
Kolkopp. binnenvaartschepen (1000 m²)				0,133		0,078
Aangepaste R2	19%	20%	19%	20%	22%	23%

10.3.5.6 Kieldrechtsluis

Afmetingen van de sluis

	Waarde	Eenheid
Lengte tussen de buitendeuren	500	m
Lengte tussen de binnendeuren	450	m
Breedte van de sluis	68	m
Kolkoppervlakte tussen de buitendeuren	34.000	m ²
Kolkoppervlakte tussen de binnendeuren	30.600	m ²

Schutgegevens (2019)

	Daguren (6u-22u)	Nachturen (22u-6u)	Totaal (alle uren)
Aantal schuttingen	3.353	1.372	4.725
Gemiddelde schut tijd (u:min)	1:02	1:08	1:04
Totale schut tijd (uren)	3.453	1.560	5.013
Procent van totaal aantal uren in jaar	59,1%	53,4%	57,2%

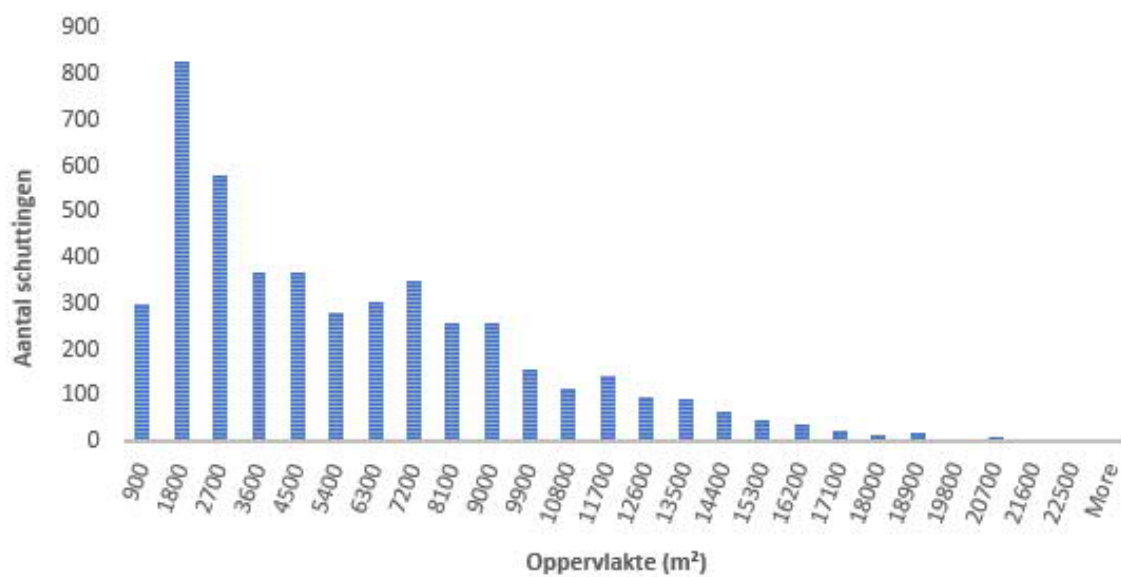
Aantal geschutte schepen (2019)

	Waarde	Eenheid
Aantal zeeschepen	2.719	#
Aantal vrachtvoerende binnenschepen (inbegrepen konvoaien)	8.476	#
Aantal niet-vrachtvoerende binnenschepen	65	#

Analyse bezettingsgraad van de sluis (2019)

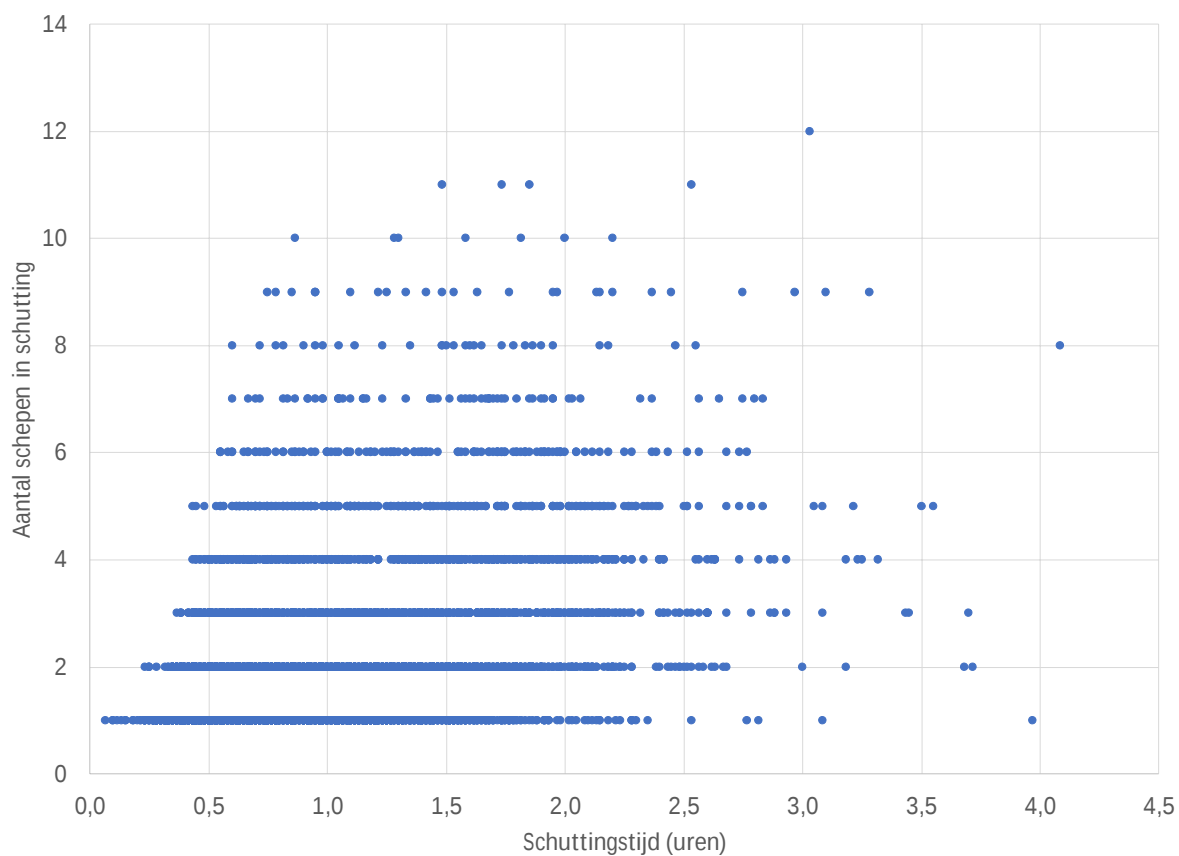
Ingenomen kolkoppervlakte in procent	Type schepen			
Gemiddelde tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	7,5%	8,0%	0,0%	15,5%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	11,2%	5,0%	0,0%	16,3%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	8,6%	7,1%	0,0%	15,7%
Gemiddelde tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	8,4%	8,8%	0,0%	17,2%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	12,5%	5,6%	0,0%	18,1%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	9,6%	7,9%	0,0%	17,5%
Maximum tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	41,5%	26,1%	0,0%	67,6%
Maximum tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	46,2%	28,9%	0,0%	75,1%

Frequentieverdeling van ingenomen kolkoppervlaktes

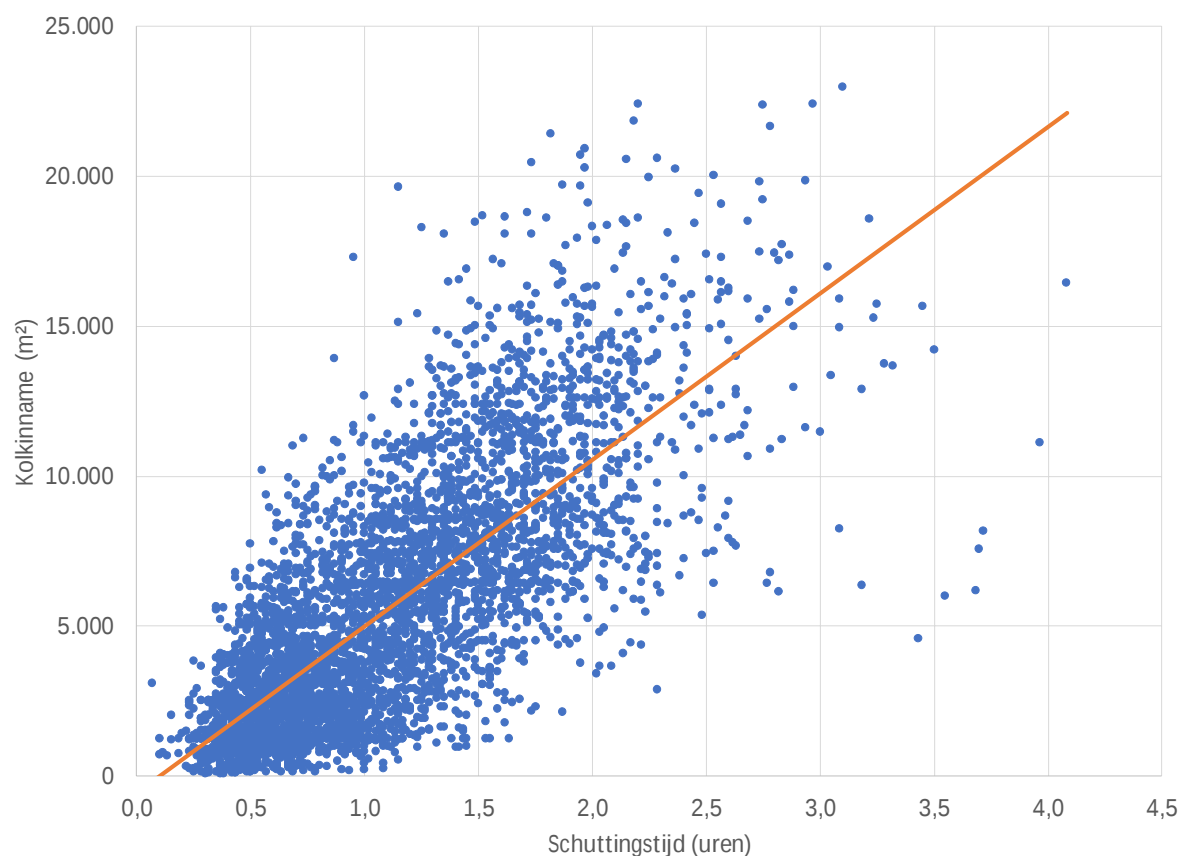


Relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal en kolkiname van schepen in schutting

Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal schepen in schutting



Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en kolkinnname van schepen in schutting



Lineaire regressieresultaten

Afhankelijke variabele: gemiddelde schuttingstijd (in uren).

Verklarende variabelen: aantal schepen in schutting, oppervlakte van schepen in schutting.

Alle coëfficiënten hebben een p-waarde van minder dan 1% (99% statistisch significant).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Intercept	0,728	0,570	0,503	0,599	0,559	0,546
Totaal aantal schepen in schutting	0,140				-0,054	
Aantal zeeschepen in schutting		0,651				0,324
Aantal binnenvaartschepen in schutting		0,064				0,045
Kolkoppervlakte totaal (1000 m²)			0,104		0,118	
Kolkoppervlakte zeeschepen (1000 m²)				0,121		0,069
Kolkopp. binnenvaartschepen (1000 m²)				0,045		0,019
Aangepaste R2	16%	64%	58%	65%	59%	69%

10.3.5.7 Kallosluis

Afmetingen van de sluis

	Waarde	Eenheid
Lengte tussen de buitendeuren	360	m
Lengte tussen de binnendeuren	320	m
Breedte van de sluis	50	m
Kolkoppervlakte tussen de buitendeuren	18.000	m ²
Kolkoppervlakte tussen de binnendeuren	16.000	m ²

Schutgegevens (2019)

	Daguren (6u-22u)	Nachturen (22u-6u)	Totaal (alle uren)
Aantal schuttingen	4.103	1.5436	5.646
Gemiddelde schuttijd (u:min)	0:59	1:03	1:00
Totale schuttijd (uren)	4.016	1.610	5.626
Procent van totaal aantal uren in jaar	68,8%	55,2%	64,2%

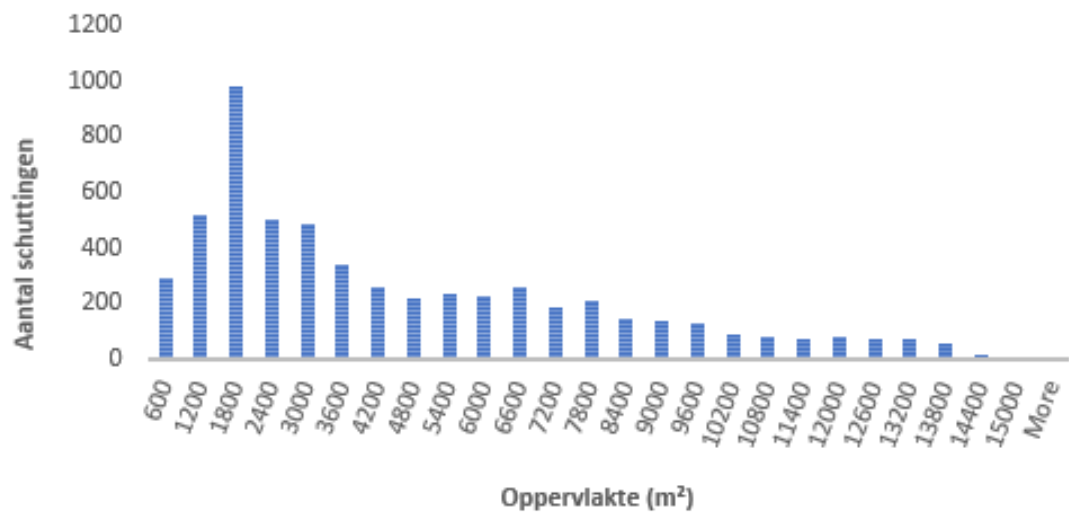
Aantal geschutte schepen (2019)

	Waarde	Eenheid
Aantal zeeschepen	3.006	#
Aantal vrachtvoerende binnenschepen (inbegrepen konvoaien)	11.176	#
Aantal niet-vrachtvoerende binnenschepen	196	#

Analyse bezettingsgraad van de sluis (2019)

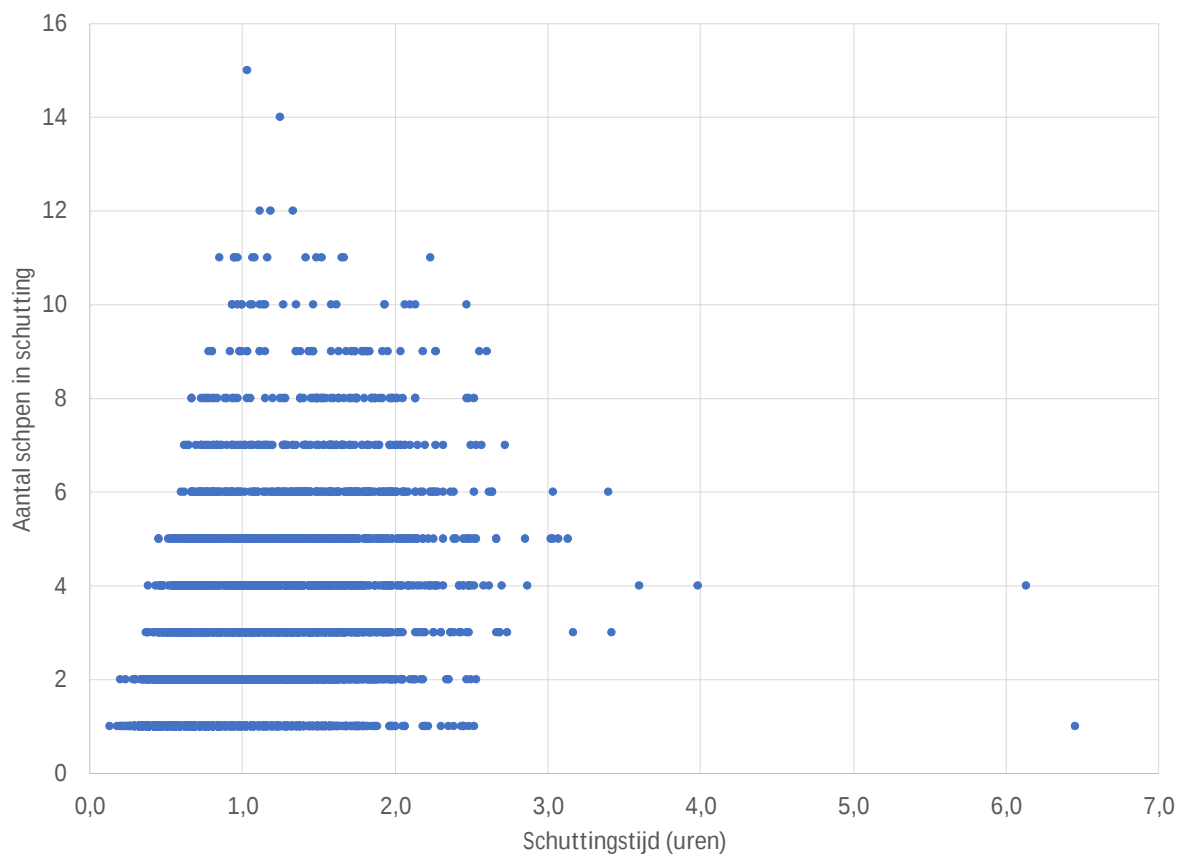
Ingenomen kolkoppervlakte in procent	Type schepen			
Gemiddelde tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	10,4%	13,5%	0,0%	24,0%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	14,6%	8,3%	0,0%	22,9%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	11,6%	12,1%	0,0%	23,7%
Gemiddelde tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Schuttingen tijdens daguren (6u-22u)	11,7%	15,2%	0,0%	27,0%
Schuttingen tijdens nachturen (22u-6u)	16,4%	9,3%	0,0%	25,7%
Alle schuttingen in een jaar (dag en nacht)	13,0%	13,6%	0,0%	26,6%
Maximum tussen buitendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	47,5%	37,2%	0,0%	84,7%
Maximum tussen binnendeuren	Zeevaart	Binnenvaart	Rest	Totaal
Van alle schuttingen in een jaar	53,4%	41,9%	0,0%	95,3%

Frequentieverdeling van ingenomen kolkoppervlaktes

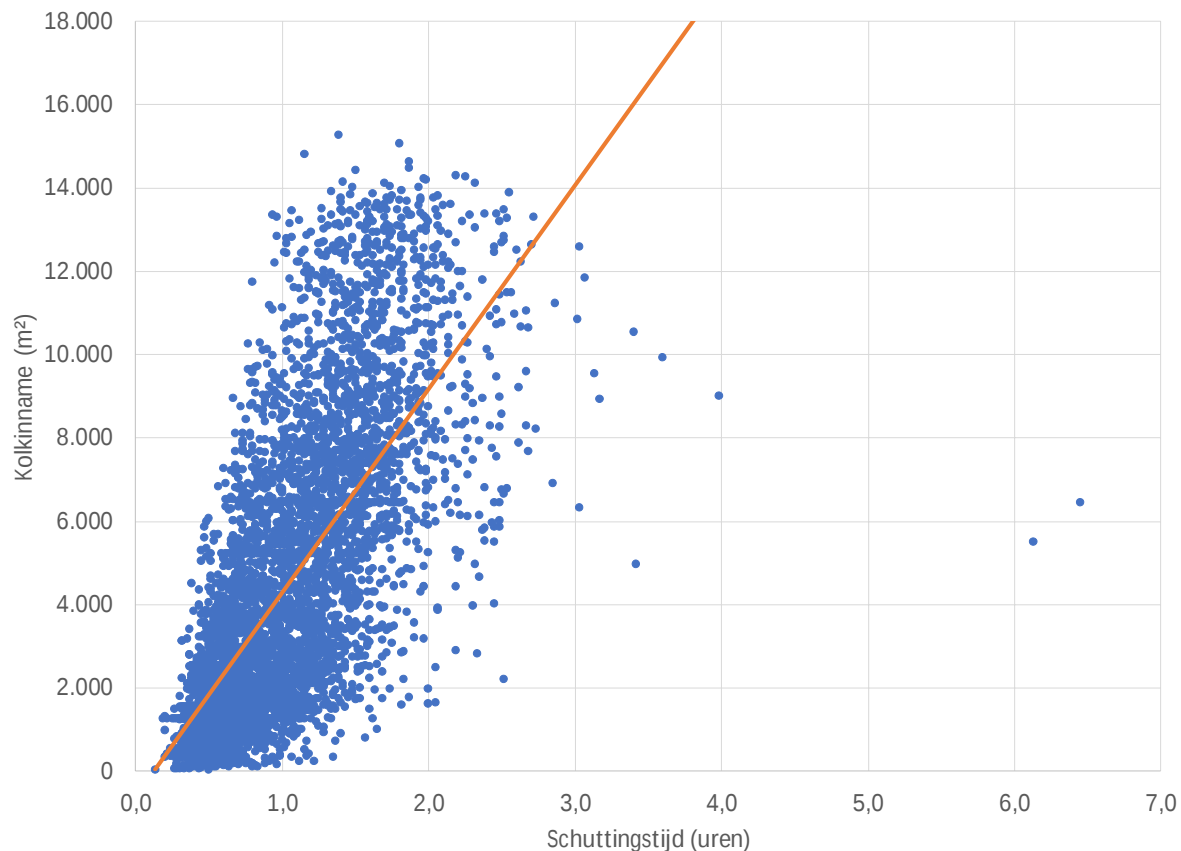


Relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal en kolkinname van schepen in schutting

Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en aantal schepen in schutting



Plot van relatie tussen gemiddelde schuttingstijd en kolkinnname van schepen in schutting



Lineaire regressieresultaten

Afhankelijke variabele: gemiddelde schuttingstijd (in uren).

Verklarende variabelen: aantal schepen in schutting, oppervlakte van schepen in schutting.

Alle coëfficiënten hebben een p-waarde van minder dan 1% (99% statistisch significant).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Intercept	0,704	0,577	0,557	0,615	0,595	0,561
Totaal aantal schepen in schutting	0,115				-0,045	
Aantal zeeschepen in schutting		0,569				0,309
Aantal binnenvaartschepen in schutting		0,058				0,039
Kolkoppervlakte totaal (1000 m²)			0,103		0,121	
Kolkoppervlakte zeeschepen (1000 m²)				0,135		0,074
Kolkopp. binnenvaartschepen (1000 m²)				0,046		0,017
Aangepaste R2	19%	60%	50%	59%	52%	65%