

## Oplegnotitie

**Aan**  
TKI-Deltatechnologie, SmartPort, Havenbedrijf Rotterdam

<b>Datum</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Aantal pagina's</b>
19 februari 2018	11201209-000-ZWS-0004	2
<b>Van</b>	<b>Doorkiesnummer</b>	<b>E-mail</b>
Rolien van der Mark	+31(0)88 335 7646	Rolien.vanderMark@deltares.nl

**Onderwerp**  
Verkenning CoVadem voor het Havenbedrijf Rotterdam

---

### 1.1 Achtergrond

De slimste en beste haven ter wereld. Dat wil Rotterdam in 2030 zijn. Europa's belangrijkste haven- en industrieel complex, koploper op het gebied van effectiviteit, kwaliteit en duurzaamheid. SmartPort heeft op basis van deze ambitie een programma opgezet waar samen met bedrijven, kennisinstellingen en het havenbedrijf Rotterdam verschillende onderzoeksprojecten worden opgestart. SmartPort treedt hierbij op als aanjager, organisator en financier van kennisontwikkeling en kennisdisseminatie in het havengebied in Rotterdam.

Vanuit deze achtergrond zijn er met het Havenbedrijf Rotterdam (HbR) / Smartport gesprekken gevoerd om te bezien of de CoVadem data van meerwaarde kunnen zijn om deze ambitie verdere invulling te geven. CoVadem (Coöperatieve Vaardiepte- en performance Meting) is een gezamenlijk initiatief vanuit MARIN, Deltares, BTB en Autena Marine voor een betrouwbare en moderne data- & informatiedienst voor alle vaarwegbeheerders en -gebruikers. In 2014 is het project CoVadem geïnitieerd met de inwinning en benutting van scheepsgegevens vanuit de binnenvaart. De informatie is gebaseerd op een netwerk van schepen die continue kielspeling en performance meten door echolood, beladingsmeter en GPS automatisch met elkaar te verbinden. Een beperkt gedeelte van de vloot is uitgerust met brandstofverbruikssensoren.

Afgelopen jaren is de geschiktheid van deze CoVadem meetgegevens getoetst aan multibeam metingen voor een beter inzicht in de morfologische ontwikkeling in het rivierengebied (Van der Mark et al., 2015). Recentelijk is een pilot uitgevoerd samen met Van Oord N.V. om te verkennen of de CoVadem metingen in combinatie met een morfologisch riviermodel toegevoegde waarde heeft bij het efficiënt en effectief onderhouden van de vaargeul in de rivier (Van der Mark, 2017). De resultaten waren positief.

### 1.2 CoVadem en Havenbedrijf Rotterdam

Een logische vervolgstap is nu om te bezien in hoeverre de CoVadem metingen voor het HbR toegevoegde waarde hebben. Daartoe is een gezamenlijk project (DEL059) opgezet met TKI-Deltatechnologie financiering, een cash bijdrage van SmartPort en een in-kind bijdrage van het HbR, waarin de volgende doelstelling is geformuleerd:

*Doel is het bepalen van de bruikbaarheid en het perspectief van de CoVadem data voor het Havenbedrijf Rotterdam met betrekking tot bodemligging en luchtemissie, met het oog op effectief asset management, betere benutting van de infrastructuur, en de ambitie op het gebied van duurzaamheid.*

### 1.3 Activiteiten

In gezamenlijk overleg tussen de TKI-partners Deltares, MARIN, HbR en SmartPort, zijn de volgende activiteiten gedefinieerd:

- 1 Verkennend onderzoek naar de bruikbaarheid (dekkingsgraad, nauwkeurigheid) van de uit scheepsgegevens afgeleide bodemligging ter ondersteuning van reguliere bodempeilingen en de bepaling van de onderhoudsbehoefte in de havenbekkens (trekker Deltares);
- 2 Verkenning naar verband tussen hydro-meteo condities en havenaanslibbing (trekker Deltares);
- 3 Uitrusten van een aantal HbR patrouilleschepen (RPA's) met een CoVadem-box, zodat de frequentie en dichtheid van de scheepsgegevens in het havengebied verder toenemen (trekker MARIN);
- 4 Onderzoek naar welke bijdrage de CoVadem data kan leveren aan het onderbouwen van aannames in het te ontwikkelen luchtmissiemodel voor de binnenvaart door HbR (trekker MARIN).

### 1.4 Rapportages

Elke activiteit heeft geresulteerd in een rapportage. De volgende rapportages zijn gemaakt:

- 1 Niesten, I. & R. van der Mark (2018). Verkenning naar de bruikbaarheid van CoVadem meetgegevens voor Havenbedrijf Rotterdam. Deltares-rapport met kenmerk 11201209-001-ZWS-0002.
- 2 Meshkati Shahmirzadi, M.E. & T. van Kessel (2018). Sedimentation in Achtste Petroleumhaven, Botlekhaven and Waalhaven within the first 6 months of 2017. Deltares-memo met kenmerk 11201209-003-ZWS-001.
- 3 Wirdum Van, M. & R. van der Mark (2018). Uitrusten van HbR patrouilleschepen met een CoVadem-box. Memo met kenmerk 11201209-002-ZWS-0001.
- 4 Cotteleer, A. (2017). CoVadem Eindrapport Onderdeel Emissies TKI HbR. MARIN-rapport.

Voorliggend document betreft activiteit / rapportage 4.

**MORE CARGO  
LESS FUEL**

**WATER DEPTH  
PREDICTIONS**

**EFFICIENT  
DREDGING**

**SECURE DATA**

**PERFORMANCE  
INSIGHT**



CoVadem  
Eindrapport Onderdeel Emissies TKI HbR

Opgesteld door:  
Anke Cotteleer (MARIN)  
22 december 2017

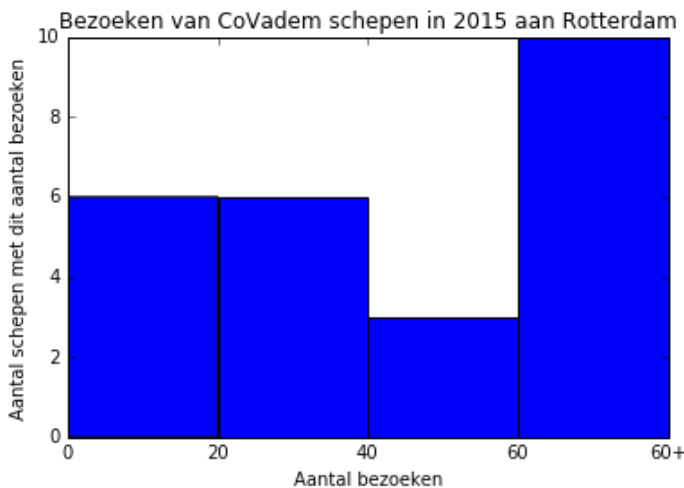


## INHOUD

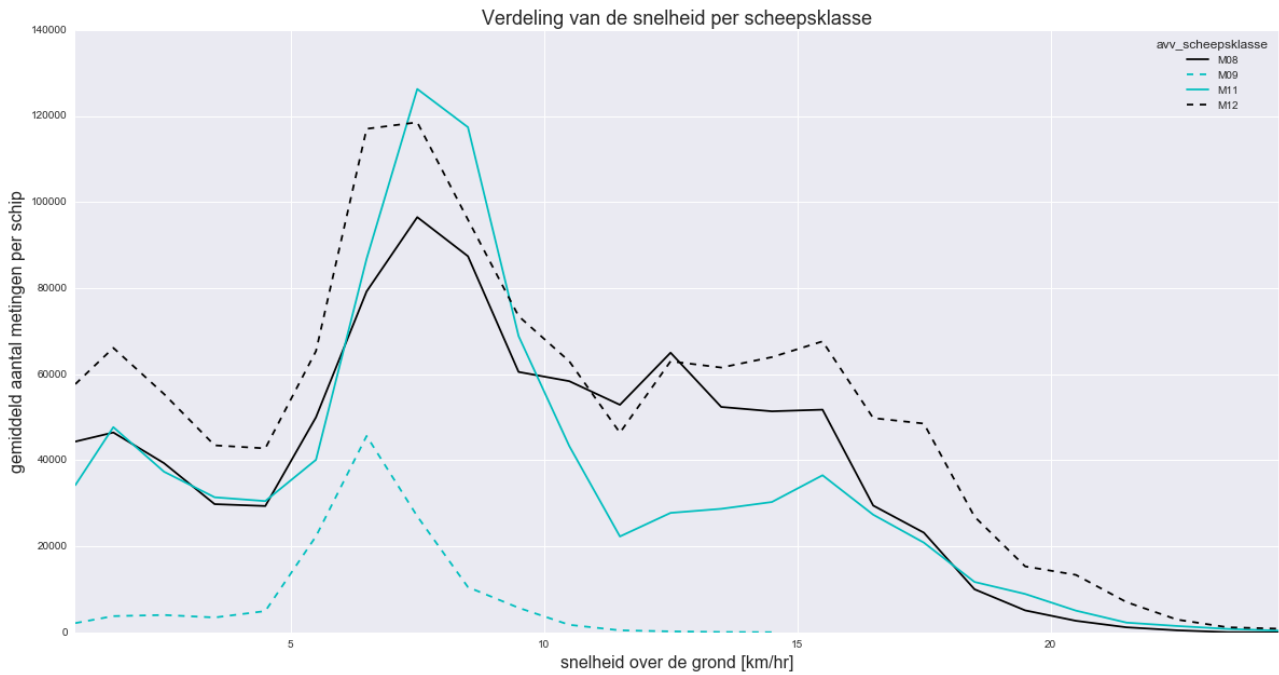
Samenvatting.....	3
Inleiding.....	5
CoVadem metende vloot en meetsystemen .....	5
CoVadem gegevens voor project HbR .....	6
Emissiemodel HbR.....	6
Doelstelling .....	7
Gebruikte gegevens.....	8
Tijdsperiode .....	8
Gebiedsafbakening.....	8
Scheepstype indeling.....	8
Uitgevoerde werkzaamheden en tussenresultaten .....	10
Informatie toevoegen aan de CoVadem schepen .....	10
Meetgegevens selecteren en opdelen in reizen .....	10
Inkomen/uitgaan/verhalen .....	11
Bezoeken per jaar per schip .....	11
Toevoegen diepgang en belading tijdens het stilliggen.....	12
Categoriseren van schepen op basis van beladingsgraad waarmee schepen het gebied invaren/uitvaren .....	12
Verband tussen beladingsgraad en snelheid .....	14
Aggregeren van de gegevens .....	14
Presentatie en discussie van de eindresultaten .....	15
Conclusies .....	19
Aanbevelingen .....	21

## SAMENVATTING

Om een beeld te krijgen van de relevantie van CoVadem voor Havenbedrijf Rotterdam, heeft deze studie gekeken naar het aantal bezoeken van schepen uit de CoVadem vloot aan de Rotterdamse Haven. Onderstaand figuur geeft aan dat een groot deel van de motor vrachtschepen die in deze studie meegenomen zijn tientallen keren per jaar de Rotterdamse Haven aandoen. De selectie van CoVadem schepen zoals voor dit onderzoek gebruikt (ongeveer 25 schepen) realiseert meer dan 1% van het totaal aantal bezoeken aan de Rotterdamse haven door de binnenvaart. Waar jaarlijks duizenden schepen het havengebied bezoeken is de conclusie dat de CoVadem vloot interessant is voor Havenbedrijf Rotterdam. Met het oog op de verwachte uitbreiding van metende schepen zal het aandeel havenbezoeken door CoVadem-schepen alleen maar verder toenemen.



Het tweede doel van de studie was om op basis van CoVadem metingen jaargemiddelde statistische waarden te leveren van snelheden en diepgangen (inclusief beladingsgraad) van binnenvaartschepen per scheepstype. Deze jaargemiddelde waarden zijn bepaald, en beschikbaar gemaakt in een tabel met geaggregeerde gegevens van de CoVadem schepen binnen het gebied van Havenbedrijf Rotterdam. Deze gegevens kunnen gebruikt worden als invoer voor een door het Havenbedrijf op te stellen emissiemodel voor de binnenvaart. Een voorbeeld van de verdeling van de scheepssnelheid over de grond voor de verschillende scheepsklassen zijn hieronder te zien.



Wij adviseren om, in samenwerking met TNO en HbR, een vervolgonderzoek uit te voeren. Vrijwel elke data-doorsnede is mogelijk op de CoVadem data. Alleen door een vervolgstudie samen met de voorgestelde partijen uit te werken kan de analyse van praktijkgegevens treffend worden aangepast aan de vereisten van het model en andersom.

## INLEIDING

Dinsdag 12 september 2017 is bij Havenbedrijf Rotterdam (HbR) de startbijeenkomst gehouden voor het werkpakket luchtmissies binnen het TKI project waarbij gekeken wordt naar de bruikbaarheid van CoVadem data voor HbR. Dit werkpakket valt binnen het algemene plan waarvan het voorstel beschreven staat in het memo van 3 april 2017 met als onderwerp: "TKI Voorstel Covadem HbR". In dit rapport is een rapportage van de werkzaamheden en de bevindingen van dit werkpakket te vinden.

### *CoVadem metende vloot en meetsystemen*

Een van de belangrijkste doelen van CoVadem is het leveren van actuele waterdieptes op basis van kielspelingsmetingen. Om dit te kunnen bereiken heeft CoVadem op dit moment ongeveer 50 actief metende schepen. Om de waterdiepte met voldoende dekking te kunnen leveren is het doel om binnen aanzienlijke tijd op te schalen naar een vloot bestaande uit tenminste 250 schepen.

De CoVadem schepen zijn in eerste instantie geselecteerd op het regelmatig varen op de Waal. Een deel van de vloot doet ook regelmatig Rotterdamse haven aan. De vloot bestaat uit relatief veel containerschepen. De deelnemende ondernemers zijn over het algemeen wat vooruitstrevender dan de gemiddelde binnenvaartondernemer.

Ten behoeve van de waterdiepte-informatie leveren de deelnemende schepen ten minste gegevens van de gps, echolood en beladingsmeters. Om te voorkomen dat het systeem in de praktijk niet door de binnenvaartsector geadopteerd wordt, kiest CoVadem er strategisch voor om de technische vereisten aan boord zo laagdrempelig mogelijk te houden. Daarom wordt waar mogelijk gebruik gemaakt van de reeds beschikbare sensoren. Het doel van de waterdiepte metingen van CoVadem is niet om de meest nauwkeurige metingen uit te voeren, maar om door middel van een hoge meetfrequentie continue informatie te kunnen verstrekken, voorspellingen te verbeteren en inzicht te kunnen geven in de trends.

Binnenvaarttankers gebruiken over het algemeen beladingsmeters die op dit moment niet door CoVadem uitgelezen kunnen worden. Vandaar dat deze nog nauwelijks deel uitmaken van de metende vloot. Er wordt gewerkt aan een methode om tankers in de toekomst toch toe te kunnen voegen aan de CoVadem vloot.

Optioneel kunnen er bij de metende schepen flow-meters aangesloten worden om brandstofverbruik te meten. Op dit moment zijn er zo'n 5 schepen die brandstofverbruik leveren aan de CoVadem database. Deze gegevens zijn vooral bedoeld om op individueel niveau inzicht te geven in het verbruik. Hiervoor wordt een systeem gebruikt waarvoor temperatuurverschil tussen aanvoer en retourleidingen gecorrigeerd wordt en waarbij

ook de retourstroom van niet gebruikte brandstof gemeten wordt. Op die manier ontstaat een betrouwbaar beeld van het werkelijke verbruik.

### ***CoVadem gegevens voor project HbR***

De basisafspraken tussen CoVadem en de deelnemende schepen is dat er zonder toestemming van de schipper/eigenaar alleen gegevens gebruikt kunnen worden voor onderzoek die niet herleidbaar zijn tot individuele binnenvaartondernemers, tenzij door de ondernemer in kwestie toestemming is gegeven voor het gebruik van herleidbare data. In dit project hebben wij ons beperkt tot de geaggregeerde data van diepgang- en snelheidsgegevens.

### ***Emissiemodel HbR***

HbR heeft voor de zeevaart een model om de luchtmissies te berekenen op basis van AIS data. De wens is om iets soortgelijks op te stellen voor binnenvaartschepen. Aangezien HbR voor binnenvaartschepen over veel minder gegevens beschikt dan voor zeeschepen is het idee ontstaan om te onderzoeken welke bijdrage er vanuit CoVadem data geleverd kan worden aan het onderbouwen van aannames in het te ontwikkelen model.



## DOELSTELLING

Het hoofddoel van het onderdeel "Emissies TKI HbR" is het onderzoeken welke bijdrage er vanuit CoVadem data geleverd kan worden aan het onderbouwen van aannames in het te ontwikkelen luchtmissiemodel voor binnenvaart voor HbR.

12 september is de startbijeenkomst georganiseerd bij HbR. Hier waren Rinske van der Meer, Jarl Schoemaker en Alan Dirks vanuit HbR aanwezig en Meeuwis van Wirdum, Rolien van der Mark en Anke Cotteleer vanuit CoVadem. Tijdens dit overleg is afgesproken dat het onderzoek zich zal richten op twee onderwerpen:

1. het bepalen van de relevantie van CoVadem schepen voor HbR. Met welke frequentie wordt het havengebied bezocht door deelnemende schepen? Deze schepen zullen mogelijk een relatief grote invloed hebben op de totale emissies in dit gebied.
2. het op basis van CoVadem metingen leveren van jaargemiddelde statistische waarden van snelheden en diepgangen (en beladingsgraad) van binnenvaartschepen per scheepstype. Er is besloten dat de nadruk zal liggen op containerschepen.

## GEBRUIKTE GEGEVENS

De gegevens die gebruikt zijn, zijn afkomstig van CoVadem metingen.

### *Tijdperiode*

Er is voor gekozen om gebruik te maken van data uit het jaar 2015. Dit jaar was al beschikbaar in een analyse database, waardoor er snel overgegaan kon worden tot het analyseren van de data.

### *Gebiedsafbakening*

Het gebied dat gebruikt is voor deze studie is per e-mail afgestemd met Rinske van der Meer van HbR op 4 oktober 2017. Het studiegebied is gemarkeerde in Figuur 1.



Figuur 1: Afbakening van het gebied dat gebruikt is in deze studie

### *Scheepstype indeling*

HbR heeft aangegeven dat de scheepstype indeling zoals die gebruikt wordt in AERIUS gebruikt moet worden. AERIUS is het rekeninstrument voor de leefomgeving. AERIUS berekent de stikstofdepositie als gevolg van projecten en plannen op Natura 2000-gebieden. AERIUS ondersteunt de vergunningverlening voor economische activiteiten die gepaard gaan met uitstoot van stikstof en monitort of de totale stikstofbelasting blijft dalen. Ook faciliteert AERIUS ruimtelijke planvorming in relatie tot stikstof (Bron: [www.aerius.nl](http://www.aerius.nl)).

Tabel 1 is gebruikt voor de indeling van de schepen. Op basis van de lengte en breedte wordt ieder CoVadem schip ingedeeld in een AVV klasse (AVV staat voor Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat). Er zijn ook aparte klassen beschikbaar voor koppilverbanden en duwstellen. Aangezien deze typen in de huidige voorstudie niet meegenomen worden is alleen de huidige tabel van belang.

CEMT klasse	AVV klasse	Naam	Karakteristieke breedte [m]	Karakteristieke lengte [m]	Karakteristieke diepgang (geladen) [m]	Laadvermogen bovengrens [ton]	Breedte ondergrens [m]	Breedte bovengrens [m]	Lengte ondergrens [m]	Lengte bovengrens [m]
0	M00	Overig				250	5	0	0	38
I	M01	Spits	5.05	38.5	2.5	400	5.01	5.1	38.01	140
II	M02	Kempenaar	6.6	55	2.6	650	5.11	6.7	38.01	140
III	M03	Hagenaar	7.2	70	2.6	800	6.71	7.3	38.01	140
III	M04	Dortmund Eems	8.2	73	2.7	1050	7.31	8.3	38.01	74
III	M05	Verl. Dortmund	8.2	85	2.7	1250	7.31	8.3	74.01	140
IV	M06	Rijn-Herne schip	9.5	85	2.9	1750	8.31	9.6	38.01	86
IV	M07	Verl. Rijn-Herne	9.5	105	3	2050	8.31	9.6	86.01	140
Va	M08	Groot Rijnschip	11.5			3300	9.61	11.5	38.01	111
Va	M09	Verl. Groot Rijnschip	11.5			4000	9.61	11.5	111.01	140
Vla	M10		13.5			4300	11.51	14.3	38.01	111
Vla	M11		14.3			5600	11.51	14.3	111.01	140
Vla	M12	Rijnmax schip	17			8000	14.31	18	38.01	140

Tabel 1: Scheepstype indeling die gebruikt zal worden voor deze studie op basis van de RWS AVV klassen

In de inleiding is aangegeven dat deze analyse vooral over containerschepen zal gaan. Het is echter niet zeker wat voor vracht de schepen vervoeren. Hetzelfde schip kan de ene keer containers vervoeren, de andere keer stukgoed, de andere keer bulk.

## UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN EN TUSSENRESULTATEN

### *Informatie toevoegen aan de CoVadem schepen*

Om te beginnen is per CoVadem schip in kaart gebracht wat de diepgang in de meetbrief is en wat de maximale hoeveelheid lading is. Deze gegevens zijn nodig om voor dit project de belading als percentage van de maximale belading te kunnen rapporteren en de diepgang als percentage van de maximale diepgang volgens de meetbrief.

Van de CoVadem schepen is ook in kaart gebracht wat de bijbehorende AVV scheepsklasse is. Voor de schepen die in 2015 binnen het Havengebied van Rotterdam waargenomen zijn is de verdeling over de scheepsklassen weergegeven in Tabel 2.

avv scheepsklasse	aantal schepen
M08	12
M09	3
M11	6
M12	4
<b>Totaal</b>	<b>25</b>

Tabel 2: Aantal verschillende CoVadem schepen per AVV scheepsklasse in geselecteerde gebied in 2015

### *Meetgegevens selecteren en opdelen in reizen*

De meetgegevens van CoVadem schepen in 2015 met een snelheid over de grond groter dan 0.15 m/s binnen het Rotterdamse havengebied zijn geselecteerd. Dit is gedaan omdat er van CoVadem gegevens geen toegevoegde waarde gezien wordt voor het bepalen van de emissies van stilliggende schepen. In het gebied van Havenbedrijf Rotterdam liggen schepen veel stil. Door het weglaten hiervan wordt de hoeveelheid meetgegevens die verwerkt moet worden drastisch beperkt.

Vervolgens zijn de gegevens opgedeeld in reizen. Dit is nodig omdat de diepgang in CoVadem wel constant gemeten en gerapporteerd wordt met de ladingsmeters, maar deze ladingsmeters geven alleen betrouwbare informatie wanneer het schip stil ligt. Door de gegevens in reizen op te delen is het mogelijk om steeds de diepgang en belading tijdens het stilliggen te gebruiken voor de gehele reis.

Alle reizen van de gebruikte schepen van heel 2015 zijn ingetekend in Figuur 2. Te zien is dat de vaarwegen goed gedekt zijn en welke havens bezocht zijn. Ook te zien zijn een paar lijnen die over land lopen. Dit zijn waarschijnlijk nog foutieve koppelingen in de data die er nog niet uitgefilterd zijn.



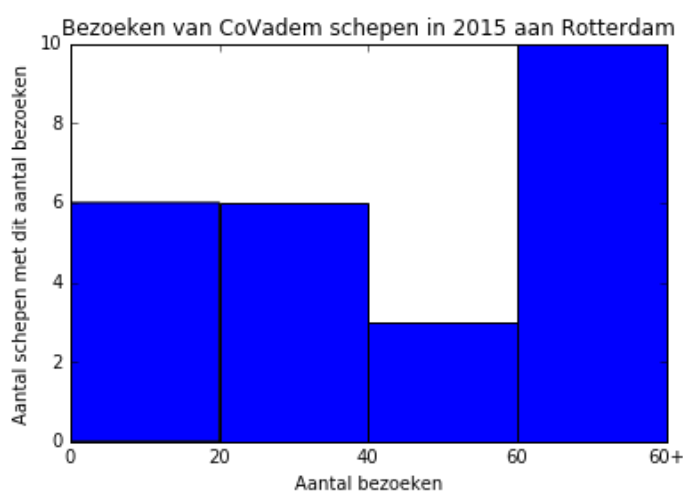
Figuur 2: Alle geregistreerde meetpunten van de gebruikte CoVadem schepen in 2015.

### **Inkomen/uitgaan/verhalen**

De lijnsegmenten die de reizen representeren zijn vervolgens gebruikt om te kijken of de schepen het gebied invaren/uitvaren of dat het gaat om scheepsbewegingen waarvan zowel de bestemming als het vertrek binnen het Havengebied van Rotterdam liggen.

### **Bezoeken per jaar per schip**

In 2015 waren er ongeveer 50 CoVadem schepen. 25 hiervan voeren als losvarende motorschepen (dus niet als koppverband of duweenheid) met beladingsmeter en hebben de Rotterdamse haven bezocht. Per schip is in kaart gebracht hoeveel verschillende bezoeken er gebracht werden aan dit gebied. Figuur 3 laat zien dat dit varieerde van minder dan 20 voor 6 schepen tot meer dan 60 voor 10 schepen. In totaal waren de CoVadem schepen goed voor 1227 bezoeken, dat is meer dan 1% van het totaal aantal bezoeken van de binnenvaart aan de Rotterdamse haven in 2015. De verwachting is dat CoVadem in de komende jaren uit zal breiden zodat er minstens 5 keer zoveel metende schepen zullen zijn.



Figuur 3: Aantal bezoeken aan Rotterdam per individueel CoVadem schip in 2015

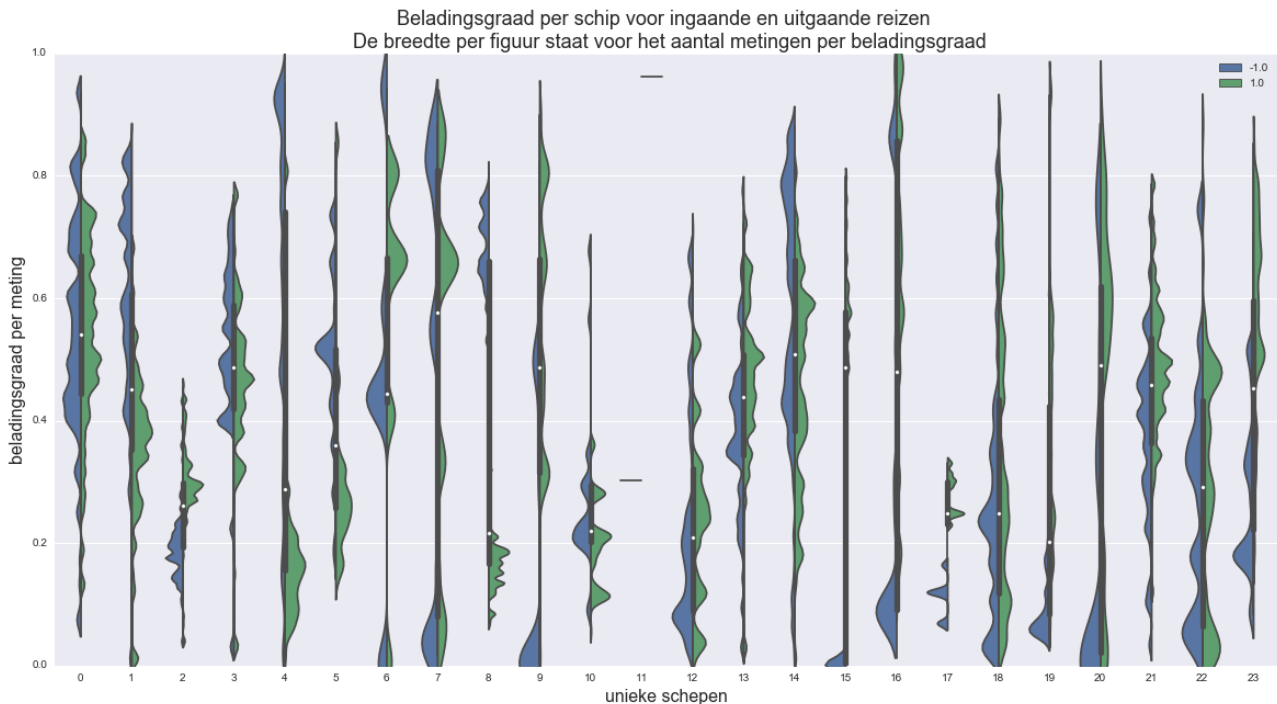
### ***Toevoegen diepgang en belading tijdens het stilliggen***

Voor iedere reis is de diepgang midscheeps, de belading en de bijbehorende trim tijdens het stilliggen bepaald. Deze diepgangen zijn gebaseerd op de gegevens van de ladingsmeters van de schepen. Deze geven de diepgang voor zoetwater.

### ***Categoriseren van schepen op basis van beladingsgraad waarmee schepen het gebied invaren/uitvaren***

Jan Hulskotte van TNO had aangegeven dat het heel nuttig zou zijn om voor het aggregeren van de data toe te voegen welk gedrag de schepen vertonen. Passeren de schepen 'vol' of 'leeg' de grens van het gebied met Havenbedrijf Rotterdam? Een eerste verkenning wijst echter uit dat dit een aanvullend onderzoek vereist.

Per schip is voor inkomende en uitgaande reizen de beladingsgraad bekeken. Het resultaat is weergegeven in Figuur 4. Op de x-as staat een nummer voor ieder schip. Op de y-as staat de beladingsgraad, Voor ieder schip is de verdeling van de beladingsgraad weergegeven voor inkomende en uitgaande reizen. Links staat in blauw de verdeling van de beladingsgraad voor inkomende reizen. Rechts staat in groen de verdeling van de beladingsgraad voor uitgaande reizen.



Figuur 4: Er is veel variatie in de beladingsgraad per schip en ook in het verschil tussen inkomende en uitgaande reizen per schip (links(blauw) = inkomend, rechts(groen) = uitgaand)

Er zijn schepen waarbij duidelijk is dat ze lading naar Rotterdam brengen (bijvoorbeeld nummer 1, 4 en 8) of juist ophalen (bijvoorbeeld nummer 9, 15, 20 en 23). Deze schepen komen veel voller het studiegebied binnenvaren dan ze het gebied verlaten, of andersom. De gemiddelde beladingsgraad van ingaande en uitgaande reizen kan tot 50% verschillen.

Er zijn echter ook schepen waarbij het gedrag anders is. Voor deze schepen is er gemiddeld over het jaar genomen een kleiner of zeer klein verschil tussen de beladingsgraad waarmee schepen het studiegebied binnenkomen en uitgaan (zie bijvoorbeeld nummer 0, 10 en 21). Die schepen zijn ook nog te verdelen in twee categorieën. Sommige schepen zijn zowel inkomend als uitgaand relatief vol beladen (bijvoorbeeld nummer 0 met een beladingsgraad tussen de 40 en 75%). Andere schepen hebben zowel inkomend als uitgaand een erg lage beladingsgraad (bijvoorbeeld nummer 10 met een beladingsgraad tussen de 10 en 35%). Dit zal waarschijnlijk afhangen van het type lading. Het kan ook afhangen van de periode van het jaar waarin het schip de haven van Rotterdam aan doet. Als het schip alleen ingezet wordt op Rotterdam tijdens een laagwater periode, dan zal de waterdiepte op een punt elders bepalend zijn voor de maximale belading in Rotterdam.

Vanwege de tijd is besloten om de discussie die gevoerd moet worden om tot een zinnige indeling te komen uit te stellen tot een mogelijke vervolgstudie.

Het is op dit moment ook onbekend hoe TNO de diepgang mee gaat nemen in het emissiemodel. Het is dan ook van belang om in een vervolg in overleg met TNO de juiste vragen te definiëren en dan vervolgonderzoek te gaan doen op basis van de CoVadem data.

### Verband tussen beladingsgraad en snelheid

Er is kort gekeken of er voor de ingaande en uitgaande reizen een verband te zien was tussen beladingsgraad en snelheid. Dit bleek niet direct het geval te zijn. Er zijn zeer veel combinaties die voorkomen. Er wordt dus ook aanbevolen om hier later in meer detail naar te kijken.

### Aggregeren van de gegevens

De metingen zijn ingedeeld in verschillende klassen. De volgende grenzen zijn gebruikt om de gegevens in te delen.

Diepgang midscheeps t.o.v. diepgang in de meetbrief	%	0, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100
Beladingsgraad	%	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100
Trim achterover	m	-0.4, -0.2, -0.1, 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5
Snelheid over de grond	km/hr	0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
Richting	#	0: verhaalreis, 1: uitgaand, -1: inkomend
Avv scheepsklasse		indeling van Tabel 1
Meettijd*	s	1 of 2

\*Meettijd: Niet alle schepen meten met dezelfde frequentie. Er zijn schepen die iedere seconde meten, en andere schepen meten iedere 2 seconden. Om de gevaren afstand uit te kunnen rekenen is de meettijd van belang.

Tabel 3: Grenzen die gebruikt zijn om de meetgegevens in klassen in te delen



## PRESENTATIE EN DISCUSSIE VAN DE EINDRESULTATEN

Er is een Excel bestand opgesteld waarin de geaggregeerde resultaten te vinden zijn. Dit bestand heet: “CoVadem\_belading\_geaggregeerd.xlsx”

Om duidelijk te maken hoe deze gegevens er uit zien staat in Tabel 4 een voorbeeld met de eerste rijen van de gegevens die in dit Excel bestand staan. Deze tabel kan als basis gebruikt worden voor de aannames die in het op te stellen emissiemodel gedaan moeten worden. Er kan bijvoorbeeld een gemiddelde diepgang en trim per scheepsklasse bepaald worden die wordt toegepast op het model. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in ingaande/uitgaande reizen en verhaalreizen. De meet tijdstap is toegevoegd zodat samen met de snelheid over de grond, de gevaren afstand bepaald kan worden. Dit is een van de gegevens die Jan Hulskotte van TNO belangrijk vindt.

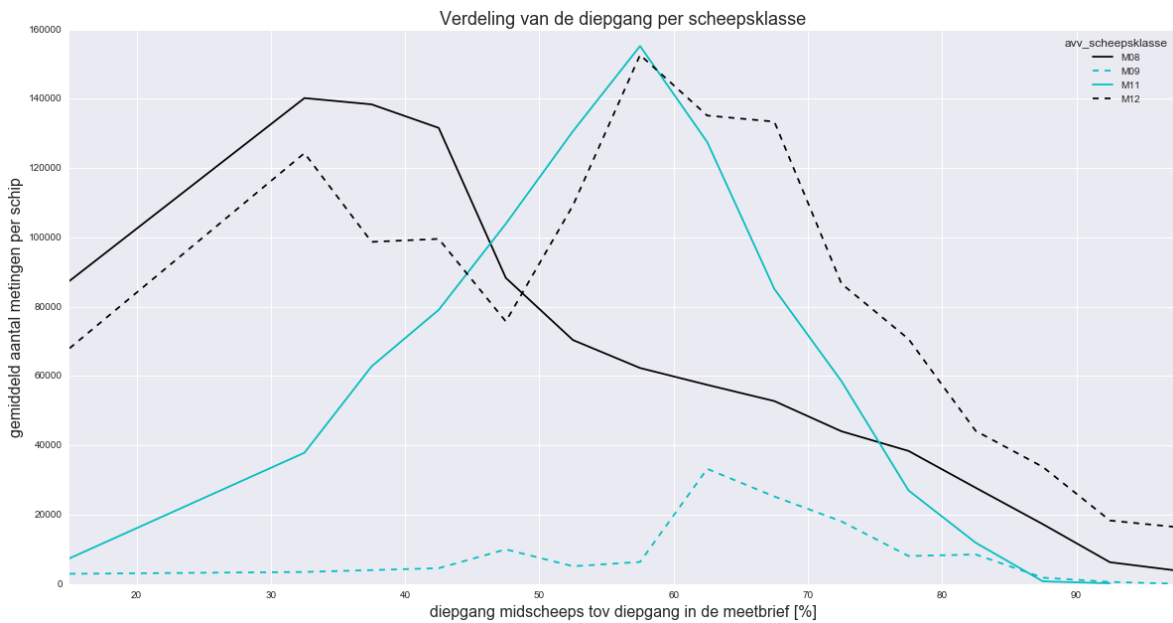
diepgang midscheeps tov diepgang in meetbrief	beladings- graad	trim achterover	snelheid over de grond	richting *	avv scheeps- klasse	meet- tijdstap	aantal metingen met deze combinatie	percentage metingen van totaal
%	%	m	km/hr	#		s	#	%
15	7.5	0.35	0.75	0	M08	1	74	0.000344
15	7.5	0.35	0.75	0	M08	2	52	0.000242
15	7.5	0.35	0.75	0	M09	2	57	0.000265
15	7.5	0.35	1.5	0	M08	1	45	0.000209
15	7.5	0.35	1.5	0	M08	2	231	0.001074
15	7.5	0.35	1.5	0	M09	2	99	0.00046

\* Richting; 0: verhalen, 1: uitgaand, -1: inkomend

Tabel 4: Voorbeeld met de 1e rijen van de geaggregeerde data

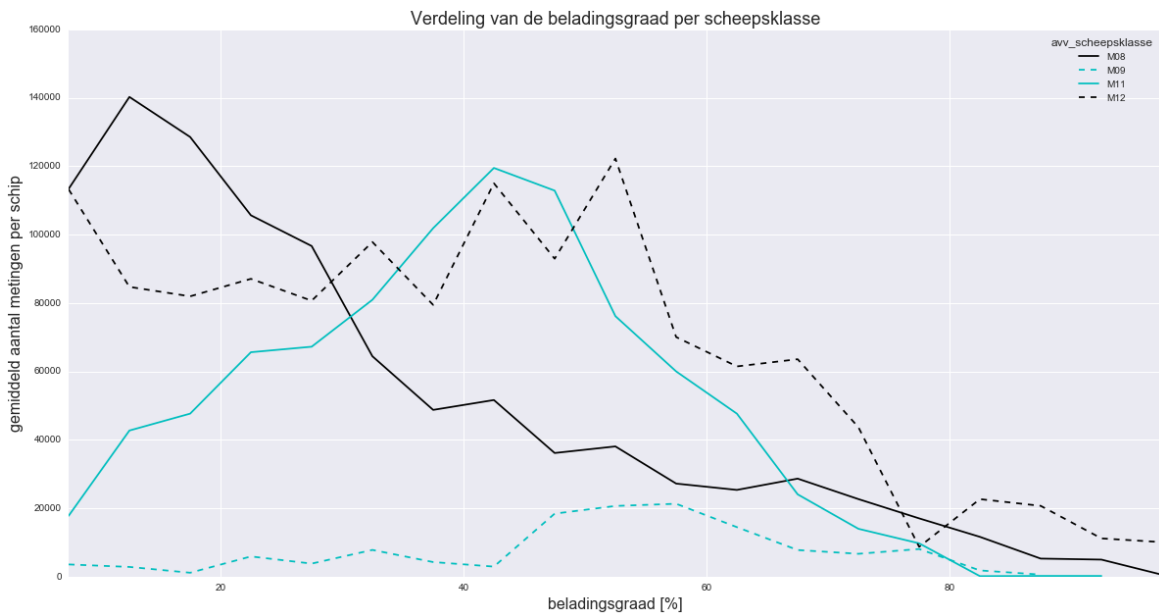
Er zijn in het bestand figuren te vinden die hieronder weergegeven zijn als Figuur 5 t/m Figuur 7.

Figuur 5 laat zien dat bij schepen uit klasse M08 de diepgang over het algemeen veel kleiner is tov de diepgang in de meetbrief dan bij schepen uit de andere scheepsklassen. Bij scheepsklasse M11 is de meest voorkomende diepgang tussen de 55% en 60% van de diepgang in de meetbrief.



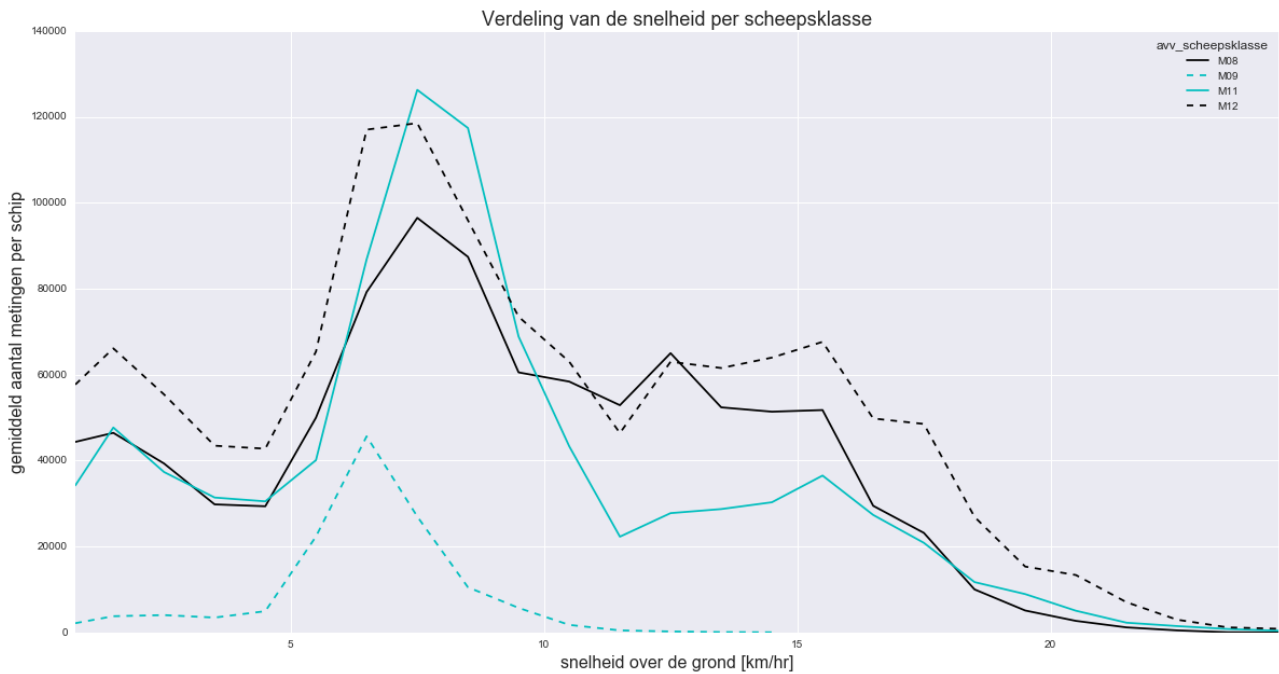
Figuur 5: M08 schepen hebben over het algemeen de kleinste diepgang tov de diepgang in de meetbrief, M09 schepen de grootste

Figuur 6 voor de beladingsgraad geeft een zelfde beeld als Figuur 5 voor de diepgang.



Figuur 6: De beladingsgraad van M08 schepen is over het algemeen vrij klein. M09 schepen hebben de grootste beladingsgraad

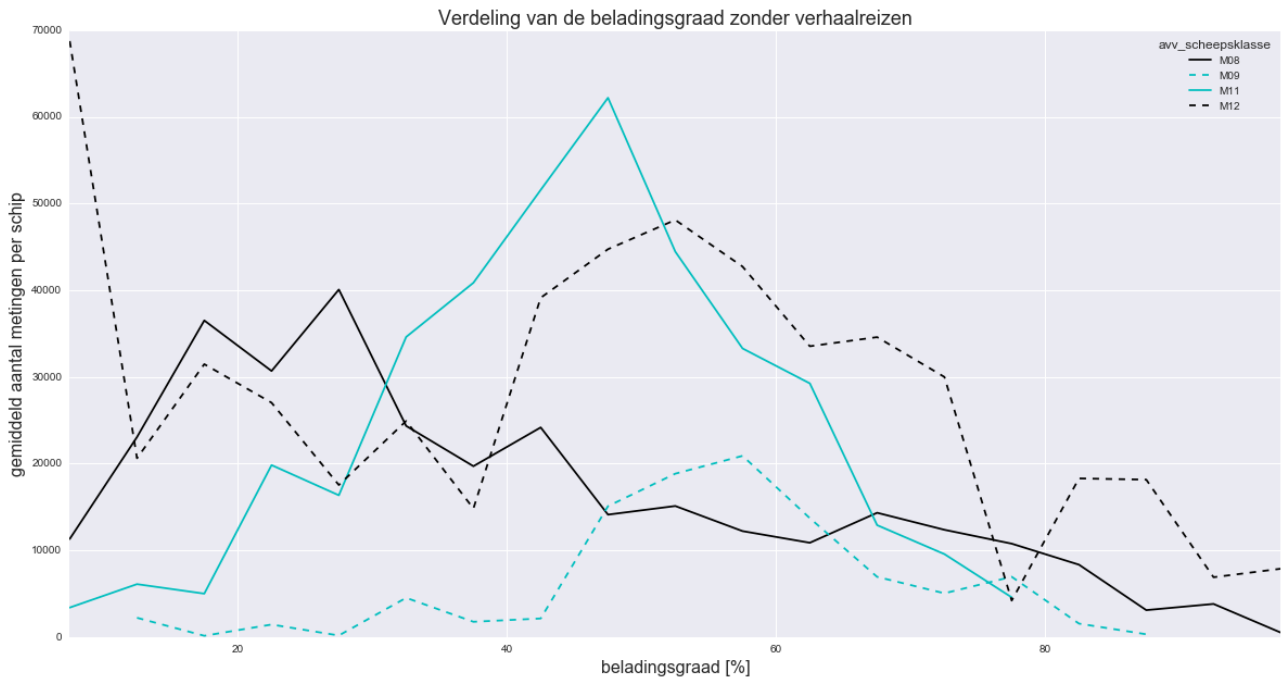
Figuur 7 geeft aan hoe vaak de verschillende snelheidsklassen voorkomen. Voor alle scheepsklassen ligt de meest voorkomende snelheid over de grond in het Havengebied in de buurt van de 7 km/hr.



Figuur 7: Er is weinig verschil in de snelheidsverdeling tussen de verschillende scheepsklassen

In deze figuren kunnen selecties gemaakt worden, waardoor ze aangepast worden. Hiermee geeft deze Excel file een eenvoudig middel om snel het effect van de verschillende variabelen op de belading/snelheid en trim te onderzoeken.

Wanneer uit het figuur met de beladingsgraad de verhaalreizen verwijderd worden, verandert dit figuur ook aanzienlijk (zie Figuur 8). De algemene beladingsgraad neemt duidelijk toe. Veel reizen met lage beladingsgraad zijn dus verhaalreizen.

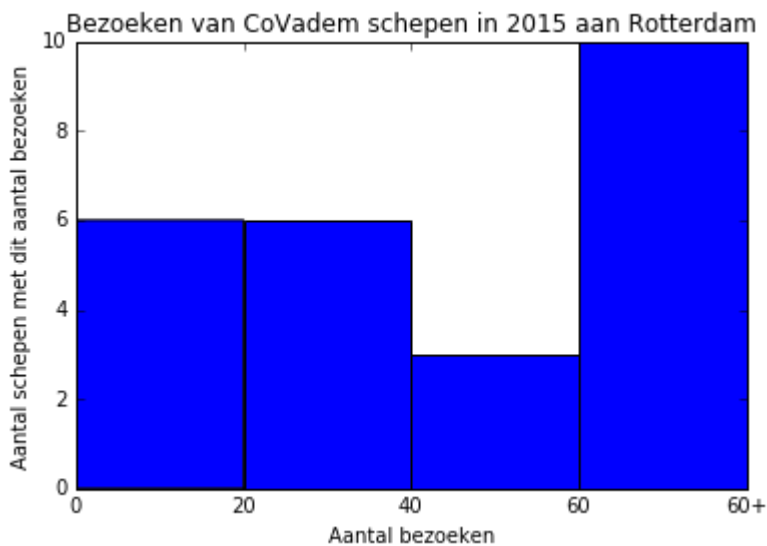


Figuur 8: Er zijn veel minder kleine beladingsgraden bij M08 wanneer alleen inkomende en uitgaande reizen geselecteerd worden.

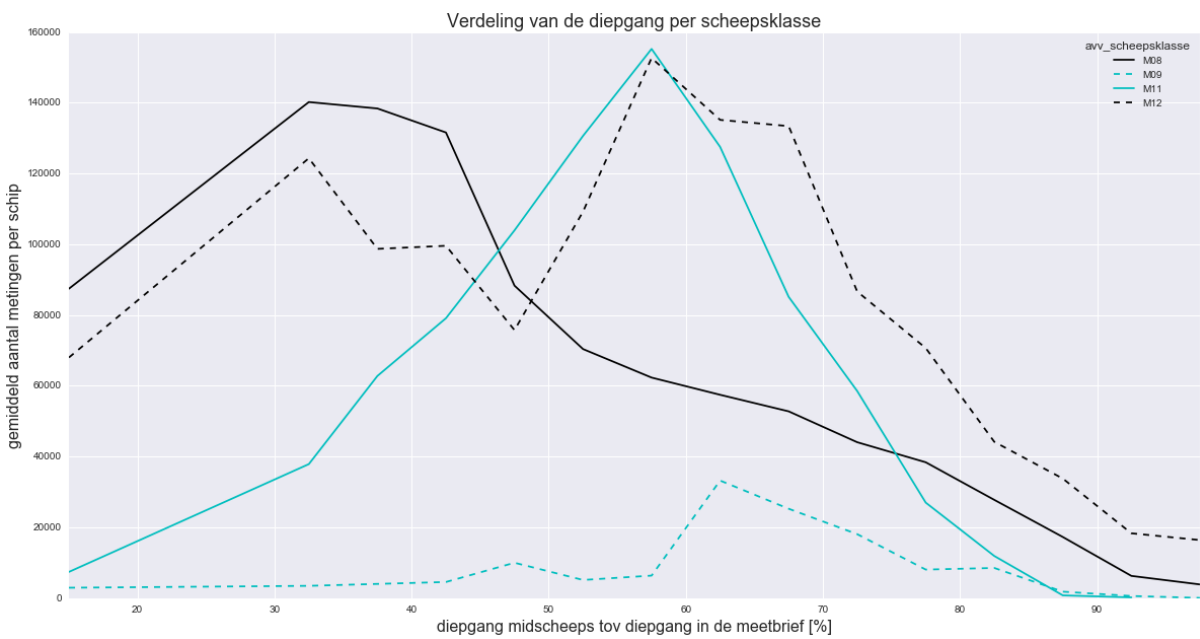
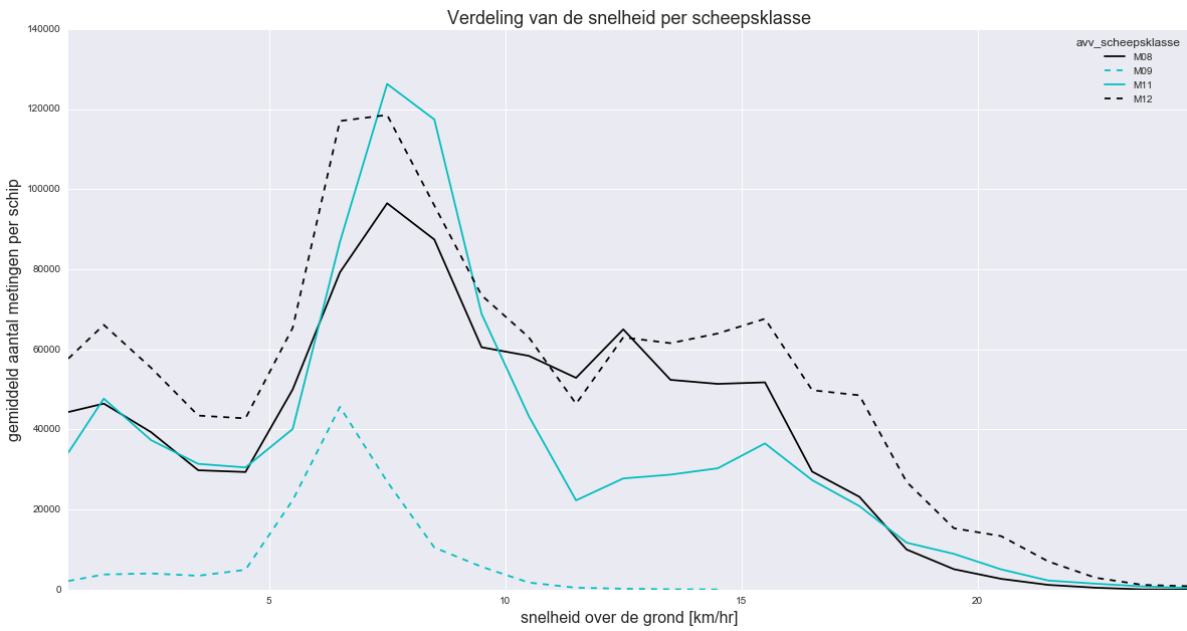
## CONCLUSIES

Het eerste doel van deze studie was het bepalen van de relevantie van CoVadem schepen voor HbR.

Onderstaand figuur geeft aan dat een groot deel van de motor vrachtschepen die in deze studie meegenomen dit inderdaad doen. Op basis van deze studie constateren wij dat de selectie van CoVadem schepen zoals voor dit onderzoek gebruikt, samen meer dan 1200 bezoeken aan de Rotterdamse haven realiseren. Dat is meer dan 1% van het totaal aantal bezoeken aan de Rotterdamse haven door de binnenvaart. De conclusie is dat de CoVadem vloot interessant is voor Havenbedrijf Rotterdam. Met het oog op de verwachte uitbreiding van metende schepen zal het aandeel havenbezoeken door CoVadem-schepen alleen maar verder toenemen.



Het tweede doel van de studie was om op basis van CoVadem metingen jaargemiddelde statistische waarden te leveren van snelheden en diepgangen (inclusief beladingsgraad) van binnenvaartschepen per scheepstype. Deze jaargemiddelde waarden zijn bepaald en beschikbaar gemaakt in een tabel met geaggregeerde gegevens van de CoVadem schepen binnen het gebied van Havenbedrijf Rotterdam. Een samenvatting van de resultaten is gegeven in onderstaande figuren. Deze gegevens kunnen gebruikt worden als invoer voor het op te stellen emissiemodel voor de binnenvaart. Voorbeelden van de verdeling van de scheepssnelheid en diepgang voor de verschillende scheepsklassen zijn hieronder te zien.



## AANBEVELINGEN

### Belangrijkste advies

Deze deelstudie betreft een eerste verkenning van de meerwaarde die CoVadem data kan bieden voor het opstellen van aannames voor het binnenvaart emissiemodel voor Havenbedrijf Rotterdam. Er is vooral aandacht besteed aan de belading en de snelheid. Deze indicatoren worden namelijk onder andere door TNO in hun emissiemodellering gebruikt voor de bepaling van de emissie door binnenvaart.

Wij constateren in de praktijk grote wisselingen in de belading en snelheid van schepen en zien geen duidelijk verband. Het juist inschatten van deze condities is van groot belang voor een adequate inschatting van de emissies. Hoe de praktijkwaarden kunnen worden gebruikt voor de verbetering van modeloutput moet gezien worden in nauwe relatie tot de ontwikkeling van het model.

Daarom adviseren wij om, in samenwerking met TNO en HbR, een vervolgonderzoek uit te voeren. Vrijwel elke data-doorsnede is mogelijk op de CoVadem data. Alleen door een vervolgstudie samen met de voorgestelde partijen uit te werken kan de analyse van praktijkgegevens treffend worden aangepast aan de vereisten van het model en andersom.

### Toekomstige werkzaamheden

In de aanpak is ook een aantal optionele werkzaamheden gedefinieerd. Deze zijn nog niet uitgevoerd. In een vervolg op dit project wordt aanbevolen om deze werkzaamheden alsnog uit te voeren. De eerste statistische analyse geeft aanleiding te verwachten dat het verder uitwerken en oppakken van die activiteiten meerwaarde biedt voor het gebruik van de data door het Havenbedrijf Rotterdam.

Het gaat om de volgende werkzaamheden:

- Pas aggregeren wanneer bepaald is welke schepen hetzelfde gedrag vertonen qua beladingsgraad tijdens het invaren/uitvaren. Aangezien dit niet eenduidig is, is hiervoor een discussie nodig voor het afstemmen van de te gebruiken definities.
- Havenbekken/doorgaande vaarweg toevoegen. Per vaarweg is bekend of het gaat om een havenbekken of een doorgaande vaarweg. Voor het aggregeren kan deze informatie toegevoegd worden, zodat de tabel met indeling naar klassen met deze klasse uitgebreid kan worden.
- Gevaren afstand bepalen. De gevaren afstand is niet bepaald. Er is echter wel een tijdstap bekend per meting en een snelheid over de grond. Het is dus mogelijk om een indicatie van de gevaren afstand te bepalen. Aangezien de gegevens nu al

geaggregeerd zijn is dit niet heel nauwkeurig. Indien deze informatie nauwkeuriger gewenst is, kan dit uitgerekend worden voordat de gegevens geaggregeerd worden.

- Door het meenemen van stroomsnelheden kan de snelheid over de grond omgezet worden in een snelheid door het water. De snelheid door het water is van belang voor het bepalen van de emissies.
- Snelheid over de grond en belading bepalen op tellijnen op locaties waar ongestoord gevaren kan worden. Dit om relatie van snelheid over de grond en belading voor verschillende schepen te kunnen bepalen.