

Aan: Petra Neiden

Kopie: werkgroep nautiek

Betreft: Hoogtemetingen hoge scheepvaart Erasmusbrug

Van: Jaco Reusink

Telefoon:

Email:

Datum: 17 mei 2022

1. Inleiding

In de MIRT-verkenning oeververbinding regio Rotterdam onderzoeken de gemeente Rotterdam, de provincie Zuid-Holland, de Metropoolregio Rotterdam Den Haag en het rijk samen een zestal maatregelen om de bereikbaarheid van de regio Rotterdam in de toekomst te waarborgen. Een van de maatregelen is het realiseren van een nieuwe multimodale oeververbinding, uit te voeren als brug over-, of tunnel onder de Nieuwe Maas tussen Kralingen en Feijenoord in Rotterdam.

In de periode tot eind 2020 zijn verschillende locatievarianten voor een brug als een van de mogelijkheden voor een oeververbinding onderzocht en is bepaald welke (combinaties) daarvan de meest logische en kansrijke alternatieven vormen ('zeef 1'). Deze alternatieven worden vervolgens in 2021 voor de verschillende werksporen meer in detail onderzocht, waaruit een voorkeursalternatief volgt ('zeef 2').

Een van de voorliggende onderzoeksvragen voor zeef 2 is het vaststellen van het type, aantal en frequentie van schepen waarvoor een passage door het beweegbare deel van de brug is vereist in verband met de beperking van de onderdoorvaartheogte van het vaste brugdeel.

De Gemeente Rotterdam (Stadsbeheer) onderhoudt een Excel database van jaarlijkse scheepspassages door de Rotterdamse Beweegbare bruggen vanaf 2015 of eerder.

. In deze datalijst is de volgende informatie opgenomen:

- Scheepsinformatie (naam en type schip, eigenaar, ENI-code, en alleen bij industriële schepen: lengte, breedte en tonnage)
- Passeerinformatie (datum, tijdstip start, tijdstip einde, openingsduur, vaarrichting, aantal schepen per opening)

In de memo: *Analyse scheepvaartpassages Erasmusbrug en Koninginnebrug 2015-2020* d.d. 30-juli-2021 is voor het beweegbaar deel van de Erasmusbrug en de Koninginnebrug deze dataset geanalyseerd en gefilterd. Deze is als bijlage bij deze memo gevoegd.

Er is echter geen registratie of database van de scheepvaart op de rivier, of bij de passage van beweegbare bruggen beschikbaar waarbij de hoogte van passerende schepen systematisch wordt vastgelegd.

Voor de typologie van de schepen worden de volgende aanduidingen gebruikt:

- Zeegaande vaart: (Dredger, Pontoon (>100 m), Gen Cargo, Coaster, ...)
- Binnenvaart (Motorvrachtschip, Containerschip, Vrachtduwbak,...)
- Recreatievaart (Yacht,...)
- Duw- en sleepeenheden (TUG, vrijvarende duweenheid,..)
- Ponton. Bok (Pontoon (<100 m,...))

Overeenkomstig het advies van de commissie d'Hooghe wordt een minimale doorvaarthoogte van 12,5 m boven de maatgevende hoge waterstand geadviseerd, resulterend in een onderdoorvaarthoogte van 15,56 m +NAP. De nieuwe oeververbinding krijgt daarmee een grotere onderdoorvaarthoogte van het vaste brugdeel dan de Erasmusbrug (12,5m +NAP over een breedte van 200 m [Erasmusbrug | Rotterdam.nl](https://www.rotterdam.nl/erasmusbrug)) en de Willemsbrug (11,15m +NAP over de volle breedte, in het midden ca. een meter hoger, [Willemsbrug | Rotterdam.nl](https://www.rotterdam.nl/willemsbrug))

In zeef 1 voor de "lage variant" van de vaste brug vastgesteld dat voor containervaart (4 laags high cube) een minimale onderdoorvaarthoogte benodigd is van 14,4m +NAP voor de situatie met een neergelaten stuurhut. Uitgangspunt voor alle onderzochte brughoogtes bij zeef 1 en 2 is de situatie waarbij de stuurhut niet wordt neergelaten. Dan geldt bij de passage van de brug door een 4 laags high cube een minimale onderdoorvaarthoogte van 15,56m +NAP.

Daarnaast is de hoogte van een "hoge variant" voor de vaste brug vastgesteld waarbij 5 en 6 laags containervaart de vaste brug kunnen passeren. De minimale onderdoorvaarthoogte voor de hoge variant is in zeef 1 vastgesteld op 21,36m +NAP (voor 6 laags containervaart)

Een tussenliggende hoge variant waarbij alleen 5 laags high cube containervaart onder het vaste brugdeel vaart heeft een hoogte van 18,49 m +NAP. Deze laatste variant is vooral van belang bij een achterblijvende toekomstige ontwikkeling van de 6 laags containervaart op de Nieuwe Maas en is vooralsnog niet expliciet onderzocht bij nautische simulaties (FTS, RTS).

Aan de hand van de memo: *Analyse scheepvaartpassages Erasmusbrug en Koninginnebrug 2015-2020* d.d. 30-juni-2021 kunnen de volgende voorlopige bevindingen worden afgeleid.

- Bij huidig gebruik is, vanuit de registraties brugopeningen voor de Erasmusbrug en Van Brienoordbrug, een betrouwbare bandbreedte beschikbaar voor het aantal te verwachten brugopeningen voor zowel de lage als de hoge brugvarianten.
- Er treedt geen situatie op dat deze aantallen brugopeningen bepalend of beperkend zijn voor de uitvoerbaarheid van een brugvariant. Het openingregime van de Erasmusbrug geeft een bovengrens (ca. 3 maal per etmaal) voor het aantal brugopeningen van de oeververbinding. In oriënterende gesprekken is door vertegenwoordigers van de RET aangegeven dat in geval van tram op de brug de stremmingsduur voor landverkeer bij een brugdraai een punt van zorg is.
- Het ligt niet in de verwachting dat beperkte aanpassingen (bijvoorbeeld +/- 1 meter) in de hoogteligging van de lage of hoge varianten van een nieuwe brug tot een significante wijziging van het aantal brugopeningen zal resulteren.
- Tot slot ziet een onderzoek naar scheepshoogten alleen toe op het huidig gebruik van de rivier (terugkijkend) daar waar voor de besluitvorming vooral toekomstvastheid (trendontwikkeling scheepvaart over de ontwerplevensduur van de brug) van belang is.

De conclusie van bovenstaand eerder uitgevoerd onderzoek is dat er geen significantie invloed wordt verwacht van de hoogteregistratie van scheepvaart op de belangrijkste conclusies van zeef 2.

De werkgroep nautiek heeft de wens uitgesproken om de hoogte van schepen bij passage van het beweegbare deel van de Erasmusbrug in zeef 2 te gaan monitoren (vanaf november 2021) om meer onderbouwde kennis te verkrijgen over de relatie tussen de hoogteligging van de vaste brug en het aantal scheepspassages door het beweegbaar deel. Dit is van belang omdat door het beperkte aantal scheepspassages door het beweegbaar deel van de Erasmusbrug er een relatief lange meetperiode nodig is (ca. een jaar) voor een betrouwbare analyse en voor het meenemen van seizoenseffecten.

De gekozen onderzoeksmethode is die waarbij de hoogte van de scheepvaart bij marifooncontact tussen brugbedienaar en schipper voor de Erasmusbrug wordt opgevraagd. De brugbedienaar moet deze informatie dan vervolgens handmatig verwerken.

2. Doelstelling van het onderzoek

De doelstelling voor het onderzoek naar de hoogte van hoge scheepvaart is op dit moment beperkt tot het meer betrouwbaar vaststellen van het aantal brugopeningen van het beweegbaar brugdeel en daarmee de stremmingshinder voor landverkeer als functie van de hoogteligging van de nieuwe brug.

Het is niet voorzien om de vaststelling van de huidige onderdoorvaartheogte van de hoge en lage brugvarianten aan te passen op basis van hoogtemetingen van de scheepvaart.

Omdat het aantal passages hoge scheepvaart relatief beperkt is wordt een langdurig meettraject (minimaal 12 maanden) voorzien om een stabiele betrouwbare database te verkrijgen.

Het uitgevoerde registratieonderzoek is beperkend naar de toekomstige ontwikkelingen omdat eventuele trendeffecten in de scheepvaart (ref. onderzoeksrapport Panteia: voorziene trendontwikkelingen van de binnenvaart op de Nieuwe Maas) niet zijn verdisconteerd. Deze zouden in een volgende versie van deze rapportage kunnen worden opgenomen en zal vooral van invloed zijn op de lage brugvarianten omdat 5 of 6 laags containervaart volledig wordt afgewikkeld via het beweegbaar brugdeel.

3. Beschikbare gegevens

Er zijn meerjarige gegevens beschikbaar voor het aantal brugopeningen voor de stadsbruggen (Erasmusbrug en Koninginnebrug) en de Van Brienoordbrug in het rijkswegennet.

- Voor de lage brugvariant zijn eerder de aantallen brugopeningen voor de Erasmusbrug met een onderdoorvaartheogte van 12,5 m + NAP (ca. 3 meter lager dan de lage variant) als bovengrens aangehouden. Voor de Erasmusbrug is vanuit de database 2015-2020 een aantal van 800 – 1000 brugopeningen op jaarbasis geregistreerd.
- Voor de hoge variant is eerder de Van Brienoordbrug met een onderdoorvaartheogte van 24,36 m + NAP (ca. 3 meter hoger dan de hoge variant) als ondergrens voor het aantal openingen aangehouden. Voor de Van Brienoordbrug is vanuit de database 2015-2020 een aantal van 150 (max) brugopeningen op jaarbasis is geregistreerd.

4. Relevantie van specifiek onderzoek naar de hoogte van scheepvaart

Om een aantal redenen kan onderzoek naar de hoogte van scheepvaart relevant zijn:

- Er is een groot aandeel scheepvaart waarvoor de Erasmusbrug (12,5m +NAP) wel opent en de nieuwe brug niet (laag: 15,56 m +NAP respectievelijk hoog: 21,36m +NAP onderdoorvaarthoogte).
- Er is een groot aandeel scheepvaart met een benodigde passagehoogte tussen de 15,5 m en 21.3 m +NAP. Dit zou ten gunste van een hoge brug pleiten.
- De lage variant geeft onacceptabele hinder voor het landverkeer (RET: tram) door het grote aantal openingen.
- Beperkte aanpassing van de hoogte van een lage- of hoge variant resulteert in substantiële reductie van brugopeningen.

Nader onderzoek naar bovenstaande situaties kunnen ondersteunend zijn bij de besluitvorming aangaande de toe te passen onderdoorvaarthoogte voor het vaste deel.

5. Mogelijkheden tot het uitvoeren van onderzoek naar hoogtemetingen scheepvaart.

De volgende meetmethodieken zijn beschikbaar voor de hoogteregistratie:

- Meetopstelling langs de oever. Geeft volledig beeld van alle scheepvaart. Eerder gebleken dat dit een relatief kostbare methode is.
- Hoogteanalyse op basis van camerabeelden Erasmusbrug vanuit bedienhuis. Mogelijkheden en nauwkeurigheid zou nader moeten worden vastgelegd. Bij voorkeur is dit systeem te integreren in het bediensysteem van de brug.
- Gebruik maken van bekende beladings- en hoogtegegevens bij industrievaarttransporten. Dit betreft een selectie van de totale vaart.
- Het HbR heeft in 2018 meegewerkt aan een pilot met beeldherkenningsonderzoek, waarbij camera's beelden van schepen hebben gemaakt om videoherkenningssoftware te ontwikkelen. Dit is toen niet verder doorontwikkeld. Het is onduidelijk hoeveel inspanning het zou kosten om dit weer op te tuigen.
- Opvragen van de hoogte van de scheepvaart bij marifooncontact tussen brugbedienaar en schipper. De brugbedienaar moet deze informatie dan handmatig verwerken.

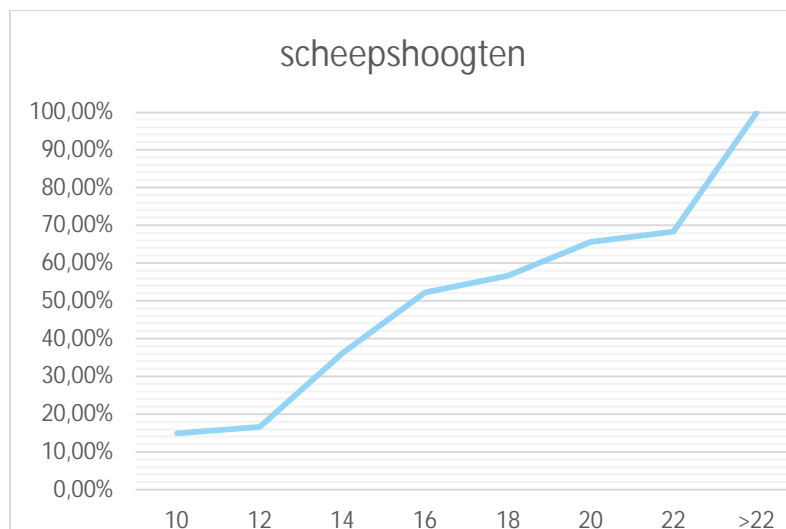
Gekozen is voor het systeem waarbij de brugbedienaar de hoogte van de schepen opvraagt en handmatig verwerkt. Dit is zowel kostentechnisch als qua implementatiesnelheid als de beste oplossing aangemerkt.

6. Meetresultaten

Vanaf eind november 2021 is een monitoringsprogramma gestart waarbij de hoogtegegevens van schepen bij passage van het beweegbare deel van de Erasmusbrug door de brugbedienaar worden opgevraagd en handmatig vastgelegd. Door de het beperkte aantal scheepspassages is er een relatief lange meetperiode nodig voor een betrouwbare analyse.

De meetdatabase tussen 22-11-2021 en 31-3-2022 bestaat in totaal uit 180 scheepspassages

Scheepshoogte	aantal	percentage	cumulatief
<10	27	15,00%	15,00%
10<x<12	3	1,67%	16,67%
12<x<14	35	19,44%	36,11%
14<x<16	29	16,11%	52,22%
16<x<18	8	4,44%	56,67%
18<x<20	16	8,89%	65,56%
20<x<22	5	2,78%	68,33%
x>22	57	31,67%	100,00%



Grafische weergave cumulatieve frequentieverdeling scheepshoogten in meters die het beweegbaar deel van de Erasmusbrug passeren in de periode 22-11-2021 tot 31-3-2022

Uit de resultaten volgt dat ca. 52% (meer dan de helft) van de schepen waarvoor de Erasmusbrug opent een hoogte heeft kleiner dan 16 meter en ca. 68% een hoogte kleiner dan 22 meter. Dit verschil sluit goed aan op het verschil in brugopeningen tussen de Erasmusbrug en de Van Brieneoordbrug.

Opmerkingen:

- De database van 180 schepen in een tijdvak van ca. 4 maanden resulteert in een totaal aantal schepen van gemiddeld ca. 540 op jaarbasis. Dit is lager dan de jaargemiddelden van afgelopen jaren. Dit kan worden gerelateerd aan seizoensinvloeden, Corona-effect en meerdere storingen en buitendienststellingen van de brug.
- Omdat de database is gebaseerd op een winterperiode is deze waarschijnlijk niet geheel representatief omdat het aandeel recreatievaart bij de scheepspassages aanzienlijk is (en toeneemt). Deze schepen varen in overwegende mate in de zomerperiode.

7. Interpretatie Meetresultaten

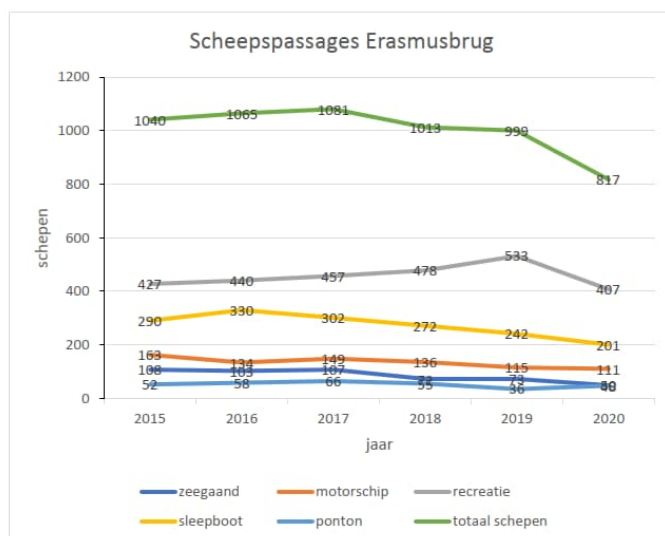
Het is niet eenvoudig om de onderdoorvaarthoogte van de brug eenduidig relateren aan de hoogte van de scheepvaart. Onder andere speelt de tijwerking hier een rol.

Daarnaast is niet betrouwbaar vast te stellen wat de scheepvaart als minimale speling aanhoudt bij de passage onder het vaste brugdeel.

Dit resulteert voor de Erasmusbrug in passage van het beweegbaar deel door schepen met een hoogte van minder dan 10 m terwijl de onderdoorvaarthoogte 12,5 +NAP is. Dit is niet alleen verklaarbaar door de tijwerking of de lagere Willemsbrug.

Er kan een globale inschatting gemaakt worden van de reductie van het aantal schepen dat het beweegbaar brugdeel passeert als functie van de onderdoorvaarthoogte van het vaste brugdeel. op basis van onderstaande uitgangspunten:

- Gemiddelde aangehouden waterstand 0 +NAP.
- Gemiddeld 2 m speling tussen schip en de beschikbare onderdoorvaarthoogte.
- Uitgangspunt scheepspassages Erasmusbrug beweegbaar deel: 1000 per jaar. Uitgaande van het gemiddelde over de jaren 2015-2019 (voor Corona).mo

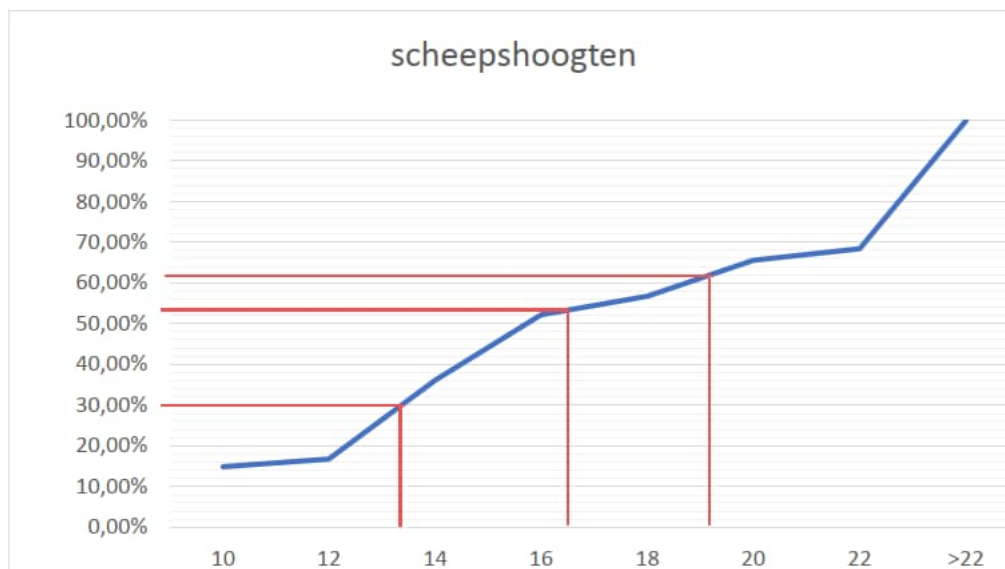


Grafische weergave hoge scheepvaart door het beweegbaar deel van de Erasmusbrug

Bij deze uitgangspunten geldt voor de hoogte van schepen die onder de vaste brug passeren:

- Voor de lage brug is de aangenomen grenshoogte voor passerende scheepvaart: $15,56 - 2,0 = 13,56$ m. Dit betekent dat 30% van de schepen waarvoor de Erasmusbrug opent bij de nieuwe brug gebruik maken van het vaste brugdeel. Dit resulteert in gemiddeld ca. 700 schepen per jaar die gebruik maken van het beweegbaar deel
- Voor de hoge brug (5 laags high cube) is de aangenomen grenshoogte voor passerende scheepvaart: $18,46 - 2,0 = 16,46$ m. Dit betekent dat 53% van de schepen waarvoor de Erasmusbrug opent bij de nieuwe brug gebruik maken van het vaste brugdeel. Dit resulteert in gemiddeld ca. 470 schepen per jaar die gebruik maken van het beweegbaar deel. Dit is op jaarbasis 230 schepen minder dan bij de lage variant en een reductie tot 67%.
- Voor de hoge brug (6 laags high cube) is de aangenomen grenshoogte voor passerende scheepvaart: $21,36 - 2,0 = 19,36$ m. Dit betekent dat 62% van de schepen waarvoor de Erasmusbrug opent bij de nieuwe brug gebruik maken van het vaste brugdeel. Dit resulteert in gemiddeld ca. 380 schepen per jaar die gebruik maken van het beweegbaar deel. Dit is op jaarbasis 320 schepen minder dan bij de lage variant en een reductie tot 54%.

Dit komt redelijk overeen met de verwachtingswaarde op basis van de openingsgegevens van de Van Brienoordbrug en de Erasmusbrug.



Grafische weergave cumulatieve frequentieverdeling scheepshoogten in meters die het beweegbaar deel van de Erasmusbrug passeren met grenswaarden voor de scheepshoogte voor het vaste deel voor de lage ($15,56 - 2 = 13,36$ m) en hoge brugvarianten, 5 laags high cube containervaart ($18,46 - 2 = 16,46$ m) en 6 laags containervaart ($21,36 - 2 = 19,36$ m).

8. Samenvatting en conclusies

In deze memo zijn de resultaten van hoogtemetingen van schepen in de periode november-2021 t.m. maart-2022 die het beweegbaar deel van de Erasmusbrug passeren geanalyseerd. Bij de analyse is vastgesteld wat de reductie (in procenten en absolute aantallen) is van schepen die het beweegbaar deel van de derde oeververbinding passeren als functie van de onderdoorvaarthoogte van het vaste brugdeel.

Omdat de recreatievaart seizoensgebonden is geeft de meetperiode van 4 maanden met 180 schepen nog geen volledig betrouwbaar beeld. Hiervoor geldt een meetperiode van tenminste 1 jaar.

Onderbouwde aannames in de memo zijn:

- Aangehouden gemiddelde waterstand 0 +NAP.
- Aangehouden gemiddeld speling tussen scheepshoogte en de beschikbare onderdoorvaarthoogte is 2 m.

De belangrijkste bevindingen zijn:

	Erasmusbrug	Lage variant	Hoge variant 5 laags high cube	Hoge variant 6 laags high cube
Onderdoorvaarthoogte [m+NAP]	12,5	15,56	18,46	21,36
Grenshoogte schepen vaste brug [m]	10,5	13,56	16,46	19,36
Passerende schepen per jaar tov Erasmus [%]	100%	70%	47%	32%
Passerende schepen per jaar tov Erasmus	1000	700	470	320
Afwijking tov lage variant [%]	142%	100%	67%	54%
Afwijking tov lage variant	+300	0	-230	-320

Conclusies:

- Het vergroten van de onderdoorvaarthoogte geeft een significante invloed op het aantal schepen dat het beweegbaar brugdeel passeert.
- Vooral bij de lage variant en de hoge variant (5 laags high cube) zijn de reducties aanzienlijk. Daarboven (6 laags high cube) vlakkt het positieve effect enigszins af.

Bij toepassing van railtransport op de brug is het van belang dat deze zo weinig mogelijk opent omdat, door de grote afmeting van het beweegbaar deel, de tijd voor de bewegingscyclus relatief lang is.

Dit betekent dat vanuit het perspectief landverkeer de hoge variant waarbij schepen tot 5 laags high cube het vaste brugdeel passeren de voorkeur heeft.

De hoge variant waarbij schepen tot 6 laags high cube het vaste brugdeel passeren geeft slechts een beperkte extra reductie van scheepspassages door het beweegbaar brugdeel terwijl de extra stijghoogte voor landverkeer aanzienlijk is.

Bijlage

Aan: onderzoeksbureaus nautiek fase 2

Kopie: werkgroep nautiek, projectteam MIRT-verkenning

Betreft: Analyse scheepvaartpassages Erasmusbrug en Koninginnebrug 2015-2020

Van: Jaco Reusink

Telefoon:

Email:

Datum: 30 juli 2021

1. Inleiding

In de MIRT-verkenning oeververbinding regio Rotterdam onderzoeken de gemeente Rotterdam, de provincie Zuid-Holland, de Metropoolregio Rotterdam Den Haag en het rijk samen een zestal maatregelen om de bereikbaarheid van de regio Rotterdam in de toekomst te waarborgen. Een van de maatregelen is het realiseren van een nieuwe multimodale oeververbinding over de Nieuwe Maas tussen Kralingen en Feijenoord in Rotterdam.

In de periode tot eind 2020 zijn verschillende locatievarianten voor een brug als een van de mogelijkheden voor een oeververbinding onderzocht en is bepaald welke (combinaties) daarvan de meest logische en kansrijke alternatieven vormen ('zeef 1'). Deze alternatieven worden vervolgens in 2021 voor de verschillende werksporen meer in detail onderzocht, waaruit een voorkeursalternatief volgt ('zeef 2').

Een van de voorliggende onderzoeksvragen voor zeef 2 is het vaststellen van het type, aantal en frequentie van schepen waarvoor een passage door het beweegbare deel van de brug is vereist in verband met de beperking van de onderdoorvaarthoogte van het vaste brugdeel. Er is geen registratie of database van de scheepvaart op de rivier beschikbaar waarbij de hoogte van het schip wordt vastgelegd.

In zeef 1 is een eerste indicatie van het huidig gebruik van de vaarweg verkregen vanuit de ruwe database van de scheepspassages gekoppeld aan brugopeningen van de bascule Erasmusbrug voor 2018.

Voor zeef 2 wordt nagegaan hoe deze informatie verder toegespitst kan worden op de specifieke informatiebehoefte voor de nieuwe oeververbinding.

Overeenkomstig het advies van de commissie d'Hooghe wordt een minimale doorvaarthoogte van 12,5 m boven de maatgevende hoge waterstand geadviseerd, resulterend in een onderdoorvaarthoogte van 15,56 m +NAP. De nieuwe oeververbinding krijgt daarmee een grotere onderdoorvaarthoogte van het vaste brugdeel dan de Erasmusbrug (12,5m +NAP) en de Willemsbrug (11,15m +NAP over de volle breedte, in het midden ca. een meter hoger).

In zeef 1 voor de "lage variant" van de vaste brug aangehouden dat voor containervaart (4 laags high cube) een minimale onderdoorvaarthoogte benodigd is van 14,4m +NAP. Voor de situatie waarbij de stuurhut niet wordt neergelaten geldt bij de passage van de brug door een 4 laags high cube een minimale onderdoorvaarthoogte van 15,56m +NAP.

Daarnaast is de hoogte van een "hoge variant" voor de vaste brug vastgesteld waarbij 5 en 6 laags containervaart de vaste brug kunnen passeren. De minimale onderdoorvaarthoogte voor de hoge variant is in zeef 1 (voorlopig) vastgesteld op 21,36m +NAP.

2. Doelstelling van het onderzoek

De doelstelling voor het inventariserend onderzoek naar het vaststellen van het type, aantal en frequentie van schepen waarvoor een passage door het beweegbare deel van de brug is vereist, in verband met de beperking van de onderdoorvaarthoogte van het vaste brugdeel, zijn het vaststellen van:

1. Het jaarlijkse aantal brugopeningen met bijbehorende gemiddelde tijdsduur van de stremming van landverkeer om het ongunstig effect van de beweegbare brug op de passage van landverkeer.
2. Het procentuele aandeel en absolute aantallen van de zeegaande vaart, binnenvaart, recreatievaart en bijzondere transporten.
3. Eventuele trendontwikkelingen in de scheepvaart.
4. Het aantal schepen waarvoor de Erasmusbrug wel opent en de nieuwe oeververbinding niet door de grotere onderdoorvaarthoogte van het vaste deel. (Deze informatie is niet herleidbaar uit de database omdat de scheepshoogte niet is vastgesteld)¹⁾.

¹⁾ Als voorlopig conservatief uitgangspunt kan worden aangehouden dat:

- Voor de lage variant het aandeel van de hoge scheepvaart waarvoor de Erasmusbrug/Koninginnebrug wel opent en de nieuwe oeververbinding niet, vooralsnog als verwaarloosbaar kan worden aangemerkt. Indien relevant kan dit uitgangspunt als onderdeel van de onderzoeksopgave van Zeef 2 worden opgenomen. Uitgangspunt voor Zeef 2 is dat het aantal scheepspassages en daarmee het aantal brugopeningen van Erasmusbrug/Koninginnebrug en de nieuwe oeververbinding gelijkgesteld kunnen worden. Er is geen aanleiding om een substantieel verschil in scheepspassages te voorzien tussen beide bruggen.
- Voor de hoge variant geldt dat Erasmusbrug niet gebruikt kan worden als referentiekader omdat door de grotere onderdoorvaarthoogte veel schepen die de beweegbare brug van de Erasmus passeren bij de nieuwe oeververbinding de vaste doorvaart kunnen passeren. Voor de hoge variant is eerder de Van Brienoordbrug met een onderdoorvaarthoogte van 24,36 m + NAP (ca. 3 meter hoger dan de hoge variant) een meer geschikt referentiekader. De Van Brienoordbrug heeft een openingsfrequentie van ca. 250 p.j. tot 2015 en 150 p.j. vanaf 2015).

Verkeersmanagement Centrale Zuid-West Nederland

Brugopeningen

eigendom/bediensituatie		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alblasserdamsebrug	Brug van RWS, bediend door VMC	1114	1052	1246	1246	1284	1073	1173	1143	1135	1078
Botlekbrug	Brug van RWS, bediend door VMC						2104	5034	6120	6192	6001
Brienoordbrug	Brug van RWS, bediend door VMC	229	226	262	258	232	196	171	141	136	116
Calandbrug	Brug van ProRail, bediend door RWS/VMC	2534	3106	2654	2441	2644	3025	2959	3460	3312	3699
Giessenbrug	Brug van RWS, bediend door VMC	1608	1518	1359	1086	973	944	442	50	0	0
Hartelbrug	Brug van PZH, bediend door RWS/VMC		24	92	137	137	251	186	102	64	99
Merwerdebrug Gorinchem	Brug van RWS, bediend door VMC	163	167	177	208	183	173	191	139	152	133
Papendrechtsebrug	Brug van RWS, bediend door VMC	1129	1092	1157	1094	1099	957	901	989	1031	969
Spijkenisserbrug	Brug van RWS, bediend door VMC	6507	6509	6732	5897	5774	5131	5689	6622	6432	6332
Wantijbrug	Brug van RWS, bediend door VMC	135	52	54	46	79	85	50	76	47	47
Zoetwaterkanaalbrug	Brug van PZH, bediend door RWS/VMC		4	89	104	93	81	78	68	85	88
Totaal aantal brugopeningen		13419	13750	13822	12517	12498	14020	16874	18910	18586	18562

Opmerking: De sterke daling in aantal openingen Van Brienoordbrug valt te verklaren door het nieuwe openingsregime per 1-10-15.

3. Registratie scheepspassages beweegbaar deel Erasmusbrug

De Gemeente Rotterdam (Stadsbeheer) onderhoudt een Excel database van jaarlijkse scheepspassages door de Rotterdamse Beweegbare bruggen vanaf 2015 of eerder.

In volgende hoofdstukken is voor de Erasmusbrug en de Koninginnebrug deze dataset geanalyseerd en gefilterd. In deze datalijst is de volgende informatie opgenomen:

- Scheepsinformatie (naam en type schip, eigenaar, ENI-code, en alleen bij industriële schepen: lengte, breedte en tonnage)
- Passeerinformatie (datum, tijdstip start, tijdstip einde, openingsduur, vaarrichting, aantal schepen per opening)

Voor de typologie van de schepen worden de volgende aanduidingen gebruikt:

- Zeegaande vaart: (Dredger, Pontoon (>100 m), Gen Cargo, Coaster, ...)
- Binnenvaart (Motorvrachtschip, Containerschip, Vrachtduwbak,...)
- Recreatievaart (Yacht,...)
- Duw- en sleepeenheden (TUG, vrijvarende duweenheid,..)
- Ponton. Bok (Pontoon (<100 m,...))

Opmerking:

Bij het gebruik van de dataset zijn er enkele onregelmatigheden vastgesteld. Dit betreft vooral mogelijke dubbeltellingen van schepen. Zo is vastgesteld dat het aantal schepen per brugopening bij de Erasmusbrug onverwacht hoog is. Mogelijk zijn hier schepen meegeteld die onder de vaste brug gevaren zijn.

Ook zijn er enkele brugopeningen op gegeven die vallen binnen de cyclustijd van de voorafgaande brugopening

Analyse van de dataset geeft een verwachte maximale afwijking in de orde van +/-10% op de opgegeven aantallen. Dit betekent dat de dataset geschikt is voor het beoogde gebruik.

4. Analyse scheepspassages beweegbaar deel Erasmusbrug

Op de beschikbaar gestelde database zijn een aantal filters toegepast.

Allereerst is het aantal scheepspassages vergeleken met het aantal brugopeningen. De resultaten zijn in onderstaande tabel opgenomen.

	schepen totaal	brug openingen	schepen per opening
2015	1198	729	1,64
2016	1240	713	1,74
2017	1238	729	1,70
2018	1210	761	1,59
2019	1182	1093	1,08
2020	944	588	1,61

Conclusies:

- Het gemiddeld aantal schepen per brugopening is relatief hoog en lijkt niet goed aan te sluiten op waarnemingen.
- Er is aanleiding te veronderstellen dat er in een aantal gevallen mogelijk sprake is van dubbeltellingen van schepen bij een brugpassage. Bij voorbeeld is passage van twee gelijke passagiersschepen bij een enkele brugopening gerapporteerd. In veel andere situaties worden verschillende schepen geregistreerd bij een enkele brugopening. Gelet op het grote aantal schepen per opening kan ook hier niet worden uitgesloten dat er in specifieke gevallen sprake is van onterechte registraties.
- Het aantal brugopeningen op jaarbasis komt goed overeen met andere registraties.
- Er is geen duidelijke verklaring voor het relatief grote aantal brugopeningen in 2019.

Met een filtering van de dataset kan een verdeling naar type schepen worden verkregen. Deze filtering is niet 100% dekkend omdat in een aantal gevallen afwijkende, of geen scheepstypenamen zijn gebruikt in de datalijsten.

	zeegaand	motorschip	recreatie	duwboot sleepboot	ponton bok	schepen verantwoord
2015	108	163	427	290	52	1040
2016	103	134	440	330	58	1065
2017	107	149	457	302	66	1081
2018	72	136	478	272	55	1013
2019	73	115	533	242	36	999
2020	50	111	407	201	48	817

In percentages uitgedrukt geeft dit:

	zeegaand	motorschip	recreatie	duwboot sleepboot	ponton bok	schepen verantwoord
2015	10,4%	15,7%	41,1%	27,9%	5,0%	1040
2016	9,7%	12,6%	41,3%	31,0%	5,4%	1065
2017	9,9%	13,8%	42,3%	27,9%	6,1%	1081
2018	7,1%	13,4%	47,2%	26,9%	5,4%	1013
2019	7,3%	11,5%	53,4%	24,2%	3,6%	999
2020	6,1%	13,6%	49,8%	24,6%	5,9%	817

Conclusies:

- Ca. 80% van het passerend scheepvaartverkeer is verantwoord qua typology.
- Er is geen handmatige correctie uitgevoerd voor mogelijke dubbeltellingen van schepen in de verstrekte datalijsten.
- De tabel is vooral bedoeld om een algemene indruk te krijgen van het verdelingsspectrum van de scheepvaart door het beweegbaar brugdeel.
- Er lijkt sprake van een dalende trend in het aandeel zeeschepen.
- Er is met 100 – 160 jaarlijkse passages sprake van een relatief hoog aandeel binnenvaart motorschepen. In het MKBA onderzoek (Arcadis 2019) wordt aangegeven dat 4 laags high cube containervaart bij hoog water soms gebruik maken van de beweegbare delen van stadsbruggen. Het is daarmee niet bekend of, en zo ja in welke mate er in bovenstaande lijst sprake is van 5/6 laags containervaart bij de passage van binnenvaartschepen door het beweegbaar deel.

Voor iedere brugopening is de openingstijd, afgerond op gehele minuten, vastgelegd. Deze is gerapporteerd als totale stremmingstijd voor wegverkeer. Op basis van deze informatie is de gemiddelde openingstijd van de brug per jaar in onderstaande tabel opgenomen.

	openingstijd
2015	13,7
2016	13,4
2017	14,4
2018	13,3
2019	13,7
2020	15,3

Opmerking 1:

De openingstijden (stremming landverkeer) variëren tussen de 10 – 25 minuten. Er zijn enkele afwijkende registraties van 70 en 74 minuten zonder dat hiervoor een concrete aanleiding is. Naar alle waarschijnlijkheid is hier sprake van een storing bij het bedienproces van de brug. Sinds 2016 heeft de brug regelmatig te maken met dit type storingen. Dit betekent dat de passagetijd voor scheepvaart licht gunstiger is dan opgenomen in bovenstaande tabel.

Opmerking 2:

Bovenstaande tabel geeft geen informatie ten aanzien van de passagetijd voor de scheepvaart:
Globaal kan de stremmingstijd als volgt worden onderverdeeld:

- Gefaseerd stoppen landverkeer en tram ca. 2 minuten
- Eenzijdig brugbewegingsbedrijf totaal op ca. 3 minuten
- Eenzijdig brugbewegingsbedrijf totaal neer ca. 3 minuten
- Gefaseerd vrijgeven landverkeer ca. 0 minuten

Dit betekent effectief dat ca. 8 minuten van de totale stremmingsduur niet gerelateerd is aan de passage van scheepvaart.

Tot slot is per jaar het passerende schip met de grootste lengte met de bijbehorende breedte gefilterd. De resultaten zijn in onderstaande tabel samengevat.

	grootste lengte	bijbehorende breedte
2015	145	30
2016	170	31
2017	152	28
2018	144	36
2019	177	28
2020	152	28

- Dominant bij de zeeschepen zijn de coasters met een lengte van 95 – 110 m. Daarnaast is er vooral sprake van bijzondere zeegaande transporten (pontons) en werkschepen zoals dredgers.
- In de registratieperiode 2015-2020 (6 jaar) hebben er 7 passerende (zee-)schepen met een lengte groter dan 150 m tot maximaal 177m het beweegbaar deel van de Erasmusbrug gepasseerd
- 2016: baggerschip Jun Jang 170*31 m, (totaal 3 maal)



Jun Jang

- 2016 en 2017: baggerschip Helios 152*28 m (totaal 2 maal)



Helios

- 2018: non propelled barge: AMT Trader 144*36 m



AMT Trader

- 2017: passage van Beobarge 37 (152*38 m)



Beobarge 37

- 2019: Bulk-carrier Crux (177 bij 28 m)



Crux

- 2020: Dredger Krios (152 bij 28 m)



Boskalis Krios

5. Registratie scheepspassages beweegbaar deel Koninginnebrug

Tijdens het opstellen van deze memo is naar voren gebracht dat de passage van vooral recreatievaart bij de nieuwe oeververbinding sterk kan afwijken van die bij de Erasmusbrug vanwege de ligging van jachthaven(s) tussen de beide bruggen.

Om dit effect in beeld te brengen is besloten om ook de scheepspassages voor de Koninginnebrug rapporteren en te vergelijken met die van het beweegbaar deel van de Erasmusbrug.

	zeegaand	motorschip	recreatie	duwboot sleepboot	ponton bok	schepen verantwoord
2015	101	187	549	298	61	1196
2016	100	139	564	322	55	1180
2017	100	171	528	308	64	1266
2018	73	153	647	275	54	1202
2019	70	137	615	249	42	1113
2020	52	123	494	212	52	933

In percentages uitgedrukt geeft dit:

	zeegaand	motorschip	recreatie	duwboot sleepboot	ponton bok	schepen verantwoord
2015	8,4%	15,6%	45,9%	24,9%	5,1%	1196
2016	8,5%	11,8%	47,8%	27,3%	4,7%	1180
2017	7,9%	13,5%	41,7%	24,3%	5,1%	1266
2018	6,1%	12,7%	53,8%	22,9%	4,5%	1202
2019	6,3%	12,3%	55,3%	22,4%	3,8%	1113
2020	5,6%	13,2%	52,9%	22,7%	5,6%	933

In onderstaande tabel zijn de procentuele afwijkingen met de passages Erasmusbrug gegeven.

	zeegaand	motorschip	recreatie	duwboot sleepboot	ponton bok	schepen verantwoord
2015	93,5%	114,7%	128,6%	102,8%	117,3%	115,0%
2016	97,1%	103,7%	128,2%	97,6%	94,8%	110,8%
2017	93,5%	114,8%	115,5%	102,0%	97,0%	117,1%
2018	101,4%	112,5%	135,4%	101,1%	98,2%	118,7%
2019	95,9%	119,1%	115,4%	102,9%	116,7%	111,4%
2020	104,0%	110,8%	121,4%	105,5%	108,3%	114,2%

Conclusies:

- Het aantal passages recreatievaart ligt bij de Koninginnebrug gemiddeld 25% hoger dan bij de Erasmusbrug. Het feit dat de Willemsbrug een kleinere doorvaarthoogte heeft als de Erasmusbrug wordt verwaarloosbaar geacht op de sterke toename van de passages Koninginnebrug. Hiervoor is het verschil in doorvaarthoogte te klein.
- Ook bij de andere scheepstypen is sprake van kleine afwijkingen tussen beide bruggen. Deze verschillen zijn naar alle waarschijnlijkheid terug te voeren tot kleine

onjuistheden/afwijkingen in de gebruikte database voor de scheepsregistraties bij de bruggen.

- Het totaal aantal scheepspassages bij de Koninginnebrug ligt gemiddeld ca. 15% hoger dan bij de Erasmusbrug

Voor de Koninginnebrug is het aantal scheepspassages vergeleken met het aantal brugopeningen. De resultaten zijn in onderstaande tabel opgenomen.

	schepen totaal	brug openingen	schepen per opening
2015	1365	1306	1,05
2016	1361	1291	1,05
2017	1345	1266	1,06
2018	1394	1311	1,06
2019	1295	1234	1,05
2020	1051	985	1,07

Conclusie:

- In vergelijking met de Erasmusbrug is bij de Koninginnebrug het aantal schepen per brugopening veel lager. Deze trend kan een gevolg zijn van het feit dat de Erasmusbrug met vensters werkt voor de brugopeningen en de Koninginnebrug niet.

Voor iedere brugopening is de openingstijd, afgerond op gehele minuten, vastgelegd. Deze is gerapporteerd als totale stremmingstijd voor wegverkeer. Op basis van deze informatie is de gemiddelde openingstijd in minuten van de brug per jaar in onderstaande tabel opgenomen.

	openingstijd
2015	12,5
2016	12,3
2017	13,2
2018	11,7
2019	11,5
2020	12,5

Conclusie:

- In vergelijking met de Erasmusbrug is bij de Koninginnebrug de gemiddelde stremming voor landverkeer 1 à 2 minuten korter per brugopening. Dit is vooral te herleiden tot een korte stoptijd voor landverkeer en een kortere bewegingstijd bij openen en sluiten.