

Bijlage H Memo Scheepvaartbewegingen 2013

MEMO

Onderwerp:
Uitgangspunten scheepsbewegingen

Zwolle,
31 juli 2013

Van:
Pasmans MSc

Afdeling:
Divisie Water Zwolle

Aan:
Rijkswaterstaat

Projectnummer:
B02047.000031.0100

Opgesteld door:
Pasmans

Ons kenmerk:
077082624:F

Kopieën aan:

DIVISIE WATER

Hoofdstuk 1: Inleiding

Doel van de rapportage

Ten behoeve van de vaarwegverruiming Eemshaven Noordzee worden verschillende milieuonderzoeken uitgevoerd waarvoor scheepvaartgegevens noodzakelijk zijn. Het betreft de volgende onderzoeken:

- Onderwatergeluid;
- Luchtkwaliteit en stikstofdepositie;
- Geluid;

Voor het uitvoeren deze onderzoeken zijn niet alleen de scheepsbewegingen van belang, maar ook zijn ook andere parameters van de schepen die in de Eems varen nodig (zie volgende kopje). Deze parameters zijn niet één op één beschikbaar binnen Rijkswaterstaat. In de voorliggende rapportage is aangegeven hoe met de wel beschikbare informatie en onderbouwde aannamen de benodigde scheepsbewegingen en parameters gevonden kunnen worden.

Benodigde informatie voor de milieuonderzoeken

Voor het uitvoeren van de verschillende (model)onderzoeken naar onderwatergeluid, luchtkwaliteit, geluid en stikstofdepositie zijn verschillende ‘scheepvaartgerelateerde’ gegevens nodig. De vorm waarin deze gegevens nodig zijn verschilt per onderzoek. Hieronder is per onderzoek aangegeven welke gegevens nodig zijn.

Benodigde gegevens voor onderwatergeluid (zie plan van aanpak onderwatergeluid):

Voor een gemiddelde en drukke dag in de huidige situatie en voor een gemiddelde en drukke dag na verruiming van de vaargeul zijn nodig de:

- Scheepsbewegingen referentiesituatie en na realisatie plan;
 - posities van de schepen op gedurende de dag.
 - Lengtes en snelheden van de schepen.
- Daarnaast zijn nodig voor de baggerschepen
- de posities van de baggerschepen op verschillende tijdstippen
 - de activiteit van het baggerschip op de positie (varen/baggeren/verspreiden).
 - De bronniveaus van de verschillende activiteiten.

Benodigde gegevens voor luchtkwaliteit en stikstofdepositie.

Scheepvaartverkeer in de huidige situatie, in de situatie 1 jaar na verruiming en 10 jaar na verruiming. Voor deze laatste twee jaren is ook het scheepvaartverkeer nodig dat er zou zijn geweest als de verruiming niet door zou zijn gegaan (autonome groei). Van het scheepvaartverkeer zijn de volgende gegevens nodig:

- Aantal schepen (per sectie).
- Verdeling binnenvaart en zeeschepen
- Zeeschepen onderverdeeld in tonnages.
- Route van de schepen (in ieder geval tot voorbij Borkum)
- Snelheidsverdeling per sectie.

Daarnaast zijn de volgende gegevens over de baggerwerkzaamheden noodzakelijk:

- Het volume te baggeren zand.
- Het aantal baggerschepen
- Het aantal uur dat gebaggerd wordt.
- Het beunvolume van de baggerschepen.
- De baggerlocaties
- De route tussen baggerlocaties en dumplocaties.

Benodigde gegevens voor geluid

Voor geluid zijn in ieder geval dezelfde gegevens noodzakelijk als voor luchtkwaliteit en stikstofdepositie. Overige uitgangspunten zijn in een apart document (uitgangspunten geluid VVEN_076943952_VA) vastgelegd.

Werkwijze

In de voorliggende rapportage is in hoofdstuk 2 aangegeven op welke wijze en op basis van welke uitgangspunten en aannames de scheepsbewegingen en de scheepsparameters gegenereerd zijn. In hoofdstuk 3 zijn vervolgens de gegenereerde resultaten gepresenteerd.

Hoofdstuk 2: Uitgangspunten en methodiek

Uitgangspunten

Gebruikte input

Via RWS zijn data van de verkeersleidingpost in Knock verkregen (Penninga J, pers. comm, 26 april 2013). Deze data bevatten voor het jaar 2012 de tijden van aanmelding en afmelding bij de verkeersleiding, posities waar de schepen de vaargeul zijn in gevaren en weer hebben verlaten, naam en oproepcode, lengte, breedte, bruto tonnage, diepgang, vertreklocatie en bestemming.

Berekening bronniveaus

Voor berekening van de bronniveaus van de schepen in de onderwatergeluidstudie zal de formule van Ross & Alvarez (1964) gebruikt worden. Deze is

$$SL_f = 190 + 50 \log_{10} \left(\frac{V}{10 \text{ kn}} \right) + 20 \log_{10} \frac{L}{150 \text{ m}} - 20 \log_{10} \frac{f}{1 \text{ Hz}} \quad (1)$$

Voor de berekening is dus V de snelheid van het schip ten opzichte van water en L de lengte van het schip nodig. Voor onderwatergeluidberekening zijn ook de posities van de schepen nodig op verschillende tijdstippen. Om te voorkomen dat deze posities tussen twee tijdstippen te veel verschuiven worden de posities om de minuut bepaald.

Berekening scheepsemissie

Bij berekening van scheepsemissie wordt er onderscheid gemaakt tussen emissies van binnenvaartschepen en zeeschepen. Voor de zeeschepen zijn de emissies bovendien afhankelijk van het tonnage. Bij berekening van de emissies wordt steeds gekeken naar jaargemiddelde concentraties schadelijke stoffen over het Eemsestuarium en aangrenzende gebieden.

Methodiek generen gegevens voor regulier scheepvaartverkeer

Om de voor het onderwatergeluid en emissiemodel benodigde gegevens over het scheepvaartverkeer uit de data te halen zijn de volgende bewerkingen toegepast:

- Lengte: kan direct uit de data gehaald worden.
- Type (binnenvaartschip/zeevaart) kan direct uit de data worden gehaald.
- Bruto tonnage: kan direct uit de data worden gehaald.
- Positie: laat d de afstand langs de vaargeul tot Herbrum zijn, d_0 (d_1) het punt waar het schip de vaargeul invaart (verlaat) en t_0 (t_1) de tijd waarop dit gebeurt. Dan wordt de positie in de vaargeul op tijdstip t ($t_0 < t < t_1$) berekend met:

$$d(t) = d_0 + (d_1 - d_0) \frac{t - t_0}{t_1 - t_0} \quad (2)$$

Hetgeen direct omgezet kan worden in x,y-coördinaten. Bij deze berekening doen zich twee problemen voor

1. Bij meeste schepen in de data is $t_1 - t_0$ tussen de 2-4 uur. Voor sommige schepen ligt het echter boven de 6 uur. Het vermoeden is dat dit komt doordat schepen niet correct zijn aangemeld/afgemeld in het verkeersleidingsysteem en doordat sommige schepen op het getij wachten. Voor schepen waarvoor $t_1 - t_0 > 12,5$ uur kan dit laatste niet het geval zijn. Data van schepen waarvoor $t_1 - t_0 > 12,5$ worden als onbruikbaar te beschouwd en deze schepen worden uit de simulatie te verwijderen. Voor schepen waarvoor $t_1 -$

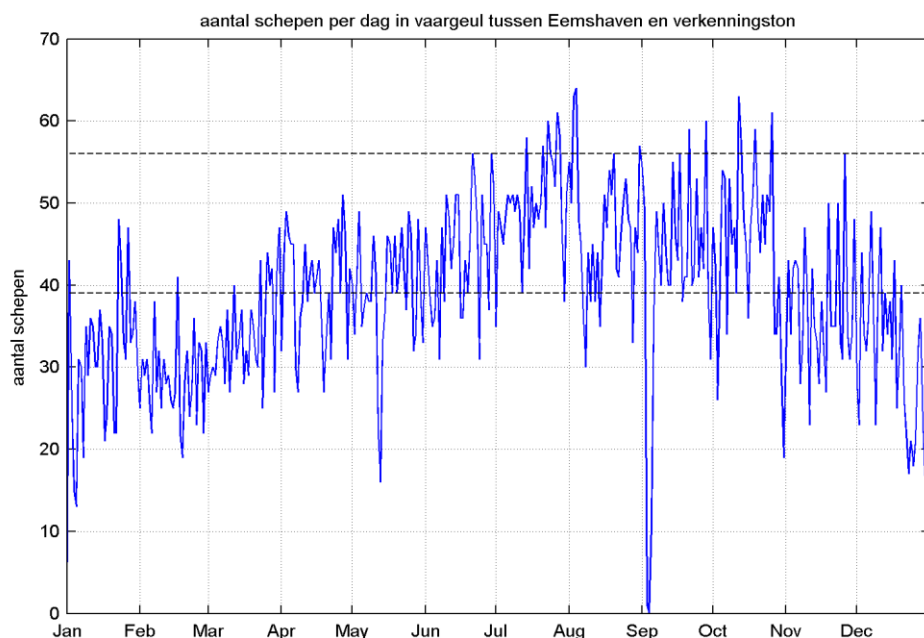
$t_0 < 12,5$ is het voorstel formule (2) te blijven gebruiken. Dit levert een overschatting van de tijd dat het schip zich in de Eems bevindt. Hierdoor zal onderwatergeluid en emissie overschat worden (=worst-case). Wanneer in de data geen snelheid voor het schip wordt gegeven is het voorstel wel om in formule (1) de gemiddelde verplaatsing per tijdseenheid te gebruiken.

2. Data bevatten geen posities van schepen buiten de vaargeul. Om toch deze data te maken is besloten om voor schepen die van/naar zee varen aan te nemen dat ze naar het noorden, oosten of westen varen. De verdeling over de richtingen wordt bepaald door voor een willekeurige selectie van schepen van 20 schepen die in de historische data bestemming zee hebben in de data te kijken wat hun eindbestemming is en daarvoor te bepalen of ze oostelijk, westelijk of noordelijk moeten varen. Dit procedé wordt apart uitgevoerd voor schepen die de vaargeul verlaten of binnenvaren na km-110, tussen km-110 en km-90 en voor km-90. Dit, omdat uit de data blijkt dat hoe westelijker je in de vaargeul komt, des te meer schepen een bestemming/vertrekpunt in het westen hebben. Gebruik van een willekeurige selectie is noodzakelijk omdat uitlezen van de eindbestemming handmatig moet gebeuren en dus niet voor alle schepen uitgevoerd kan worden. Naast deze schepen zijn er ook nog schepen die de vaargeul volgens de gebruikte input binnen het estuarium verlaten, bijvoorbeeld om naar Juist te varen. Omdat er geen verder gegevens zijn over de route van deze schepen zal de route van deze schepen wanneer ze de vaargeul verlaten hebben niet mee worden genomen in de simulaties.
- Snelheid: voor sommige schepen is de snelheid gegeven, voor andere niet. Om te voorkomen dat bronniveaus onderschat worden is het voorstel dan ook om voor de in formule (1) benodigde snelheid uit te gaan van het maximum van de verplaatsing per tijdseenheid ($\frac{(d_1-d_0)}{t_1-t_0}$) en, indien gegeven, de in de data genoemde snelheid. De verplaatsing per tijdseenheid geeft een snelheid t.o.v. de bodem en niet t.o.v. het water zoals nodig is in formule (1). De snelheid t.o.v. van het water zal groter zijn dan de snelheid t.o.v. de bodem voor schepen die tegen de stroom varen en kleiner voor schepen die met de stroom meevaren. Gemiddeld zullen evenveel schepen tegen de stroom in varen als meevaren. Daarom zal de fout die ontstaat door het verschil tussen snelheid t.o.v. het water en snelheid t.o.v. de bodem niet mee te nemen uitmiddelen.

Aantal scheepsbewegingen, lengte en snelheid van schepen in 2012

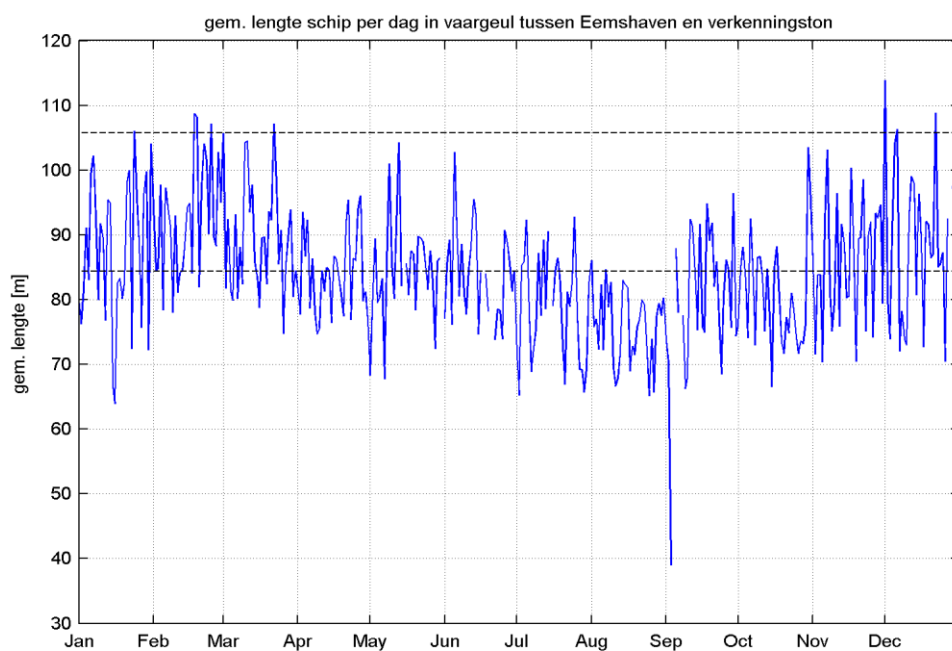
In de navolgende figuren wordt een kort overzicht gegeven van de historische data. Er wordt vanuit gegaan dat afwijkingen in scheepvaartverkeer t.o.v. de autonome groei door verruiming van de vaargeul alleen voorkomen in het gedeelte van de vaargeul ten noorden van de Eemshaven. Daarom wordt in deze figuren alleen het scheepvaartverkeer gegeven dat door dit deel van de vaargeul gaat. Ook in de modellen zal alleen gekeken worden naar het scheepvaartverkeer in de vaargeul ten noorden van de Eemshaven. Dit verkeer bestaat voor een gedeelte uit schepen die van/naar de Eemshaven komen/gaan, maar bevat ook het scheepvaartverkeer van/naar andere havens aan de Eems. Het grootste gedeelte van het scheepvaartverkeer in dit deel van de vaargeul bestaat uit zeevaart, maar ook andere typen schepen, zoals binnenvaart en veerboten, zijn in deze gegevens verwerkt. Het totaal aantal schepen dat zich in dit deel van de vaargeul bevindt is per dag weergegeven in Figuur 1. Voor elke dag is ook de gemiddelde lengte

van de schepen in dit deel alsook de gemiddelde snelheid en gemiddeld bruto tonnage per schip berekend. Dit is weergegeven in respectievelijk Figuur 2, Figuur 3 en Figuur 4. Voor de snelheid is de snelheid zoals deze met formule (1) wordt berekend gebruikt.

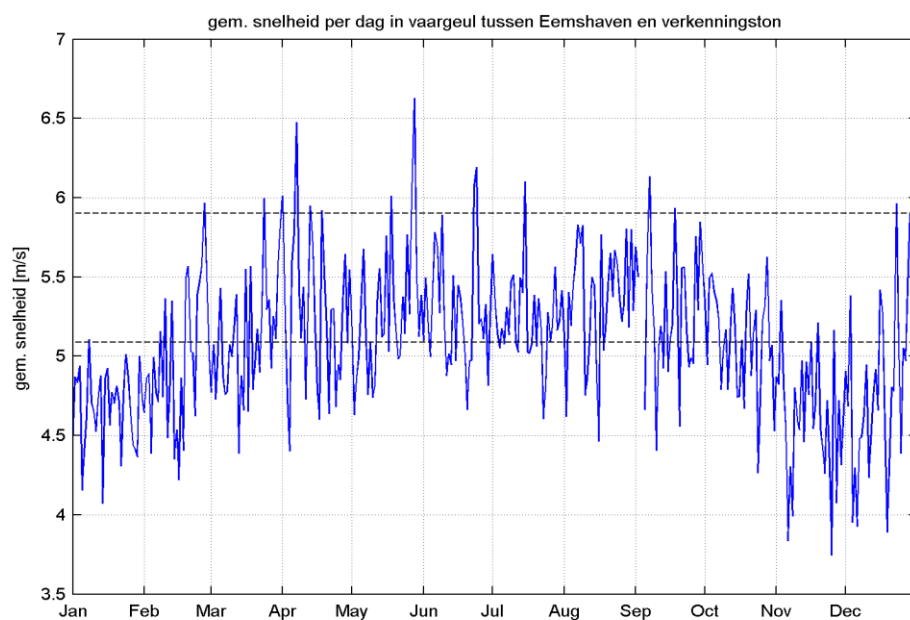


file:B02047_000031_getuid_read_vaarbewegingen

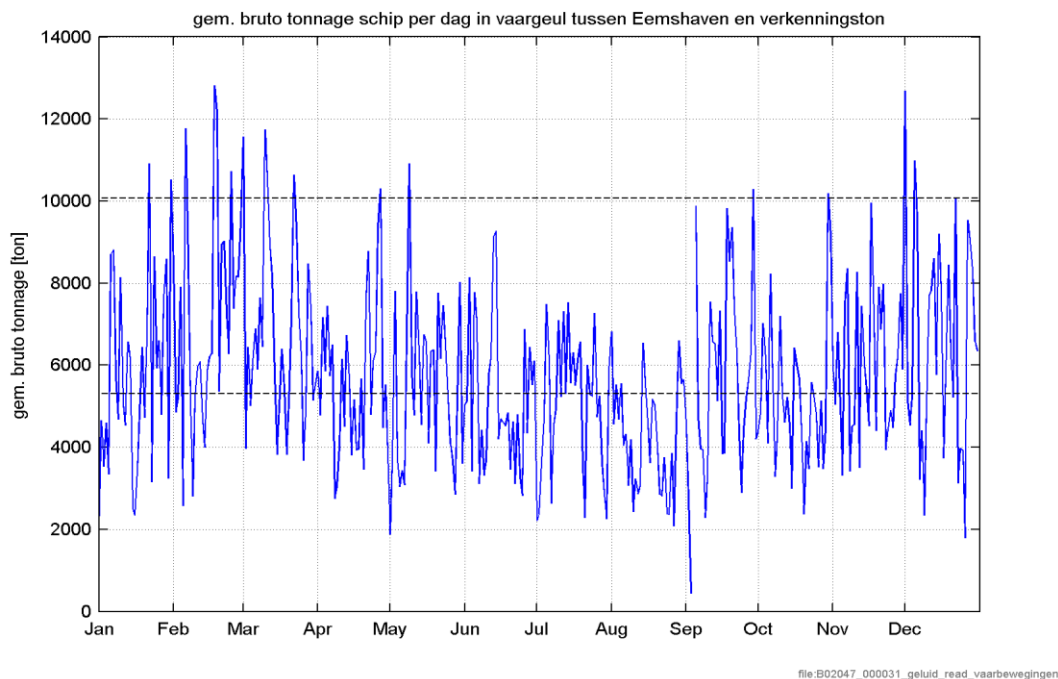
Figuur 1: totaal aantal schepen (zeevaart, binnenvaart, veerdiensten en overig) per dag in vaargeul tussen Eemshaven en verkenningston (km 70-111). De zwarte lijnen geven het 50%- en 95%-percentiel.



Figuur 2: gemiddelde scheepslengte per dag van de schepen vaargeul tussen Eemshaven en verkenningston (km 70-111). De zwarte lijnen geven het 50%- en 95%-percentiel.



Figuur 3: gemiddelde snelheid per dag in het deel ten noorden vaargeul tussen Eemshaven en verkenningston (km 70-111). De zwarte lijnen geven het 50%- en 95%-percentiel.



Figuur 4: gemiddeld bruto tonnage per schip per dag in het deel ten noorden vaargeul tussen Eemshaven en verkenningston (km 70-111). De zwarte lijnen geven het 50%- en 95%-percentiel.

Huidige situatie en autonome groei aantal scheepsbewegingen

Er wordt vanuit gegaan dat de verruiming van de vaargeul in 2018 voltooid is. Daarom moeten voor de simulaties de scheepsbewegingen in 2013 (huidige situatie), 2019 (1 jaar na realisatie) en 2028 (10 jaar na realisatie) worden gegenereerd. In eerste instantie gebeurt dit voor de situatie waarin het extra scheepverkeer dat door activiteiten die met de verruiming samenhangen niet meegenomen wordt (alleen autonome groei).

Van der Ziel (2012) heeft op basis van historische trend en de groeiverwachtingen van Groningen Seaports een schatting van de autonome groei gemaakt. Daarbij worden 2 scenario's gebruikt, een voor lage en een voor hoge groei. Omdat de toename van emissies en onderwatergeluid ten opzichte van de huidige situatie in het scenario met hoge groei groter is dan met lage groei zal als worst-case de autonome groei gebaseerd worden op het scenario hoge groei. In dit geval neemt het aantal schepen van/naar de Eemshaven en Delfzijl tot 2020 toe met 5% per jaar en vanaf 2030 van 2%. Voor de andere havens wordt een toename van 1,5% per jaar verwacht. De scheepsgegevens voor, zeg, 10 maart 2013 worden gegenereerd door de scheepsgegevens 10-3-2012 te nemen en hier 5% van de schepen die van/naar de Eemshaven gaat op 9-3-2012 en 11-3-2012, 5% van de schepen die van/naar de Delfzijl gaat op 9-3-2012 en 11-3-2012 en 1,5% van schepen op met andere bestemmingen 9-3-2012 en 11-3-2012 aan toe te voegen. De schepen die naar 10-3-2013 worden gekopieerd worden willekeurig getrokken. Deze procedure wordt vervolgens herhaald voor alle dagen in 2013. Dit zorgt ervoor dat gesommeerd over het jaar het totaal aantal conform de groeiprognose toeneemt. Omdat de verschillen tussen het getij op drie op elkaar volgende dagen klein zijn blijft op deze manier de correlatie tussen fase van getij en type en grootte van de schepen zo goed mogelijk bewaard. Voor 2019 en 2028 kan eenzelfde

procedure worden gevolgd. Alleen is het aantal schepen dat wordt toegevoegd niet 5% en 1,5% maar het in Tabel 1 weergegeven percentage.

	Groei aantal van/naar Eemshaven en Delfzijl	Groei aantal van/naar andere havens	Groei bruto schepstonsnage per schip
2013	5%	1,5%	1,0%
2019	40,7%	11,0%	7,2%
2028	73,1%	26,9%	17,3%

Tabel 1: autonome toename aantal schepen en bruto tonnage per schip t.o.v. 2012 exclusief de aan specifieke activiteiten gerelateerde calls.

Naast deze procentuele groei van het aantal scheepvaartbewegingen zijn zal de scheepvaart toenemen door een aantal specifiek genoemde activiteiten in Van der Ziel (2012). Ontplooiing van het grootste gedeelte van deze activiteiten is onafhankelijk van de verruiming van de vaargeul en de door deze activiteiten veroorzaakte scheepvaart hoort dus bij de autonome groei. Specifiek gaat het om de toename van het aantal autocarriers naar Emden (+250 calls per jaar), Panamax schepen naar Delfzijl (+4 calls per jaar) en jack-ups ten behoeve van de offshore windindustrie naar de Eemshaven (+360 calls per jaar). Deze bewegingen zijn apart toegevoegd aan de T0-scenario's van 2019 en 2028. Hierbij zijn de calls van autocarriers, Panamax schepen en jack-ups zo gelijkmatig mogelijk over het jaar verdeeld. De tijd waarop het schip het model komt binnenvaren is zo gekozen dat het schip rond astronomisch hoogwater de haven bereikt. Er is vanuit gegaan dat het schip bij het volgende hoogwater de haven verlaat. Gezien de lading die zij voeren is voor al deze schepen ervan uitgegaan dat zij vanuit het westen richting de Eems varen en ook weer naar het westen wederkeren.

	Snelheid [m/s]	Lengte [m]	Bruto tonnage
Autocarrier	8,3	225	47 077
Panamax	4,3	270	76 000
Jack-up	4,3	230	5934

Tabel 2: karakteristieken verschillende schepen.

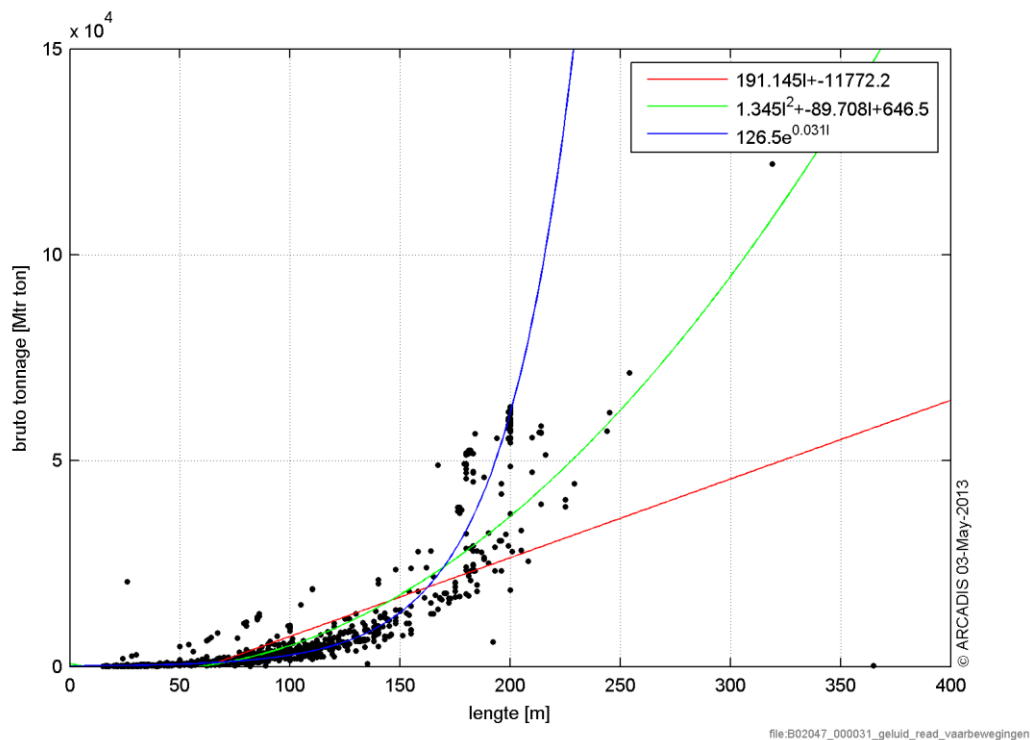
De lengte en snelheid van de autocarriers en Panamax schepen zoals deze gegeven zijn in Tabel 2 zijn overgenomen uit Marin (2013). De tonnage zijn gebaseerd op de tonnages zoals deze bij Van der Ziel (2012) worden genoemd. Voor de jack-ups zijn geen gegevens gespecificeerd. Daarom is aangenomen dat de snelheid overeenkomt met die van een vrachtschip, zoals de Panamax. De lengte en bruto tonnage zijn gebaseerd op lengte en tonnage van een jack-up rig zoals dit op Goltens (2013) is gegeven.

Door de geul varen een aantal binnenvaart schepen. De meeste hiervan zijn te vinden in de secties voor de Eemshaven waar ze zuidwaarts afbuigen. Incidenteel bereikt ook een 'binnenvaartschip' de zee. Het gaat dan om schepen als de voormalige mijnenveger HMS Naarden. Omdat ze klein zijn worden ze gecategoriseerd als binnenvaart, maar door hun zeewaardigheid kunnen ze ook buitengaats komen. Omdat ze, ook al zijn ze klein t.o.v. de zeeschepen, onderwatergeluid en luchtverontreiniging produceren zullen ze wel meegenomen worden in de studie. Bij toepassing van bovenstaande procedure de verhouding binnenvaartschepen-zeeschepen (die voor het deel van de vaargeul ten noorden van de Eemshaven klein is) niet veranderd.

Ontwikkeling in grootte van schepen

Niet alleen is er in de toekomst een toename van het aantal schepen, maar ook van de grote van de schepen te verwachten. In Van 't Woudt (2011) wordt een overzicht gegeven van de historische ontwikkeling van het aantal schepen en het totale bruto tonnage van de Nederlandse vloot in de periode 1995-2011. Door het totaal bruto tonnage door het aantal schepen te delen is het gemiddelde bruto tonnage per schip gevonden. Het blijkt dat dit gemiddeld bruto tonnage per zeeschip in 2011 17,6% groter is dan in 1995. Oftewel, tussen 1995 en 2011 is er sprake van een gemiddelde groei van het bruto tonnage met 1% per jaar. Dit percentage zal aangehouden worden om de toekomstige groei van het bruto tonnage van de schepen te berekenen. De percentuele groei van het bruto scheepstonnage van elk schip t.o.v. van het in de 2012-data gegeven scheepstonnage is ook weergegeven in Tabel 1.

In onderstaand figuur zijn de lengtes en tonnages van de schepen in 2012 uitgezet. Hierdoor zijn een aantal relaties gefit. De toename van lengte van de schepen in 2013, 2019 en 2028 wordt berekend door met de relatie in onderstaande figuur de lengte voor het oude tonnage en voor nieuwe tonnage te bepalen. Voor lengtes <170 m wordt hiervoor de exponentiele functie (blauwe lijn) gebruikt en voor lengtes >170m de kwadratische fit (groene lijn). Uit de zo gevonden lengtes kan de toename van lengte bepaald worden en hiermee wordt de lengte zoals deze in de historische data voorkomt dan opgeschaald. Aangenomen wordt verder dat snelheden niet veranderen ten opzichte van 2012 niet veranderen.



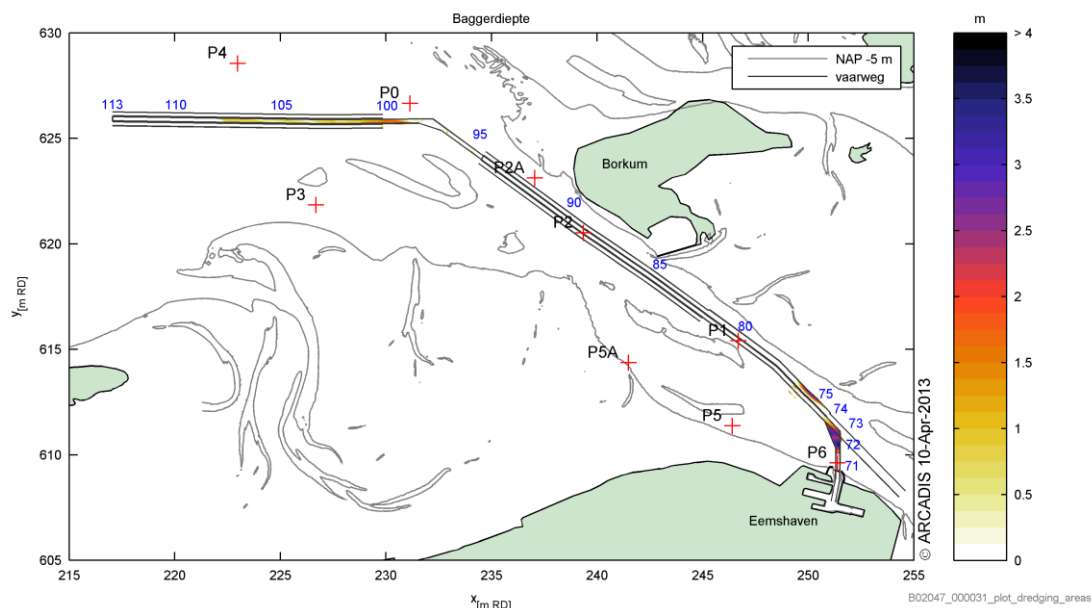
Figuur 5: relatie tussen tonnage en lengte in 2012 data op basis van de historische data.

Groei door verruiming

Een gedeelte van de toename van de economische activiteiten in de Eemshaven is het gevolg van het voornemen de vaarweg te verruimen. Volgens Van der Ziel (2012) gaat het dan om 117 extra *calls* per jaar van Panamax schepen die het Vopak terrein of een van de energiecentrales als bestemming hebben. De methode waarop deze schepen aan het 2019 en 2028 T1-scenario zijn toegevoegd is dezelfde als waarmee de scheepvaart die direct gerelateerd kan worden aan specifieke economische activiteiten aan de T0-scenario's is toegevoegd (zie bladzijde 9). Een gedeelte van de lading die door deze extra Panamax schepen wordt vervoerd, wordt in de huidige situatie met kleinere vrachtschepen vervoerd. De afname van het aantal kleinere vrachtschepen dat hier het gevolg van is, is niet meegenomen in berekening van de scheepintensiteiten. Hierdoor ontstaat een *worst-case* scenario. Het gebruik van de keerplaats is zo sporadisch (eens in de 20 a 30 jaar) dat scheepverkeer dat de Eems invaart, op de keerplaats draait en terugvaart niet wordt meegenomen.

Methodiek genereren gegevens baggerwerkzaamheden realisatiefase

Voor de bewegingen van de baggerschepen wordt uitgegaan van de baggerstrategie zoals deze beschreven is in Grasmeijer (2013) waarbij rekening is gehouden met de nieuwe keerplaats. In Grasmeijer (2013) worden verschillende scenario's beschreven waarbij verschillende type baggerschepen worden gebruikt. Welke scenario wordt gevolgd, en dus ook welk type schepen zal worden ingezet, zal, afhankelijk van de kosten en de effecten op de vertroebeling, in een later stadium worden bepaald. Ook is er nog geen besluit genomen over het aantal schepen dat gebruikt gaat worden. Dit zal afhankelijk zijn van het bij de aannemer beschikbare materiaal. Omdat het definitieve uitvoeringsscenario nog niet bekend is, zal een worst-case scenario voor (onderwater)geluid worden gebruikt. In dit scenario is de totale werktijd en dus de duur van de effecten maximaal. In dit worst-case wordt uitgegaan van uitvoeringsscenario 2 in Grasmeijer (2013) in combinatie met het simultaan gebruik van meerdere baggerschepen. Dit levert namelijk grotere piekbelastingen voor (onderwater)geluid en uitstoot op, dan wanneer slechts 1 schip wordt gebruikt. Gebaseerd op de te baggeren sedimentsoort wordt er aangenomen dat met 1 hopper wordt gewerkt aan de noordelijk deel van de geul (km-95 t/m km-110) en met 1 hopper en 1 dieplepel (km-71 t/m km-77) aan het zuidelijk deel. Zie Figuur 6 voor de kilometrering. De bewegingen van deze drie baggerschepen zijn beschreven in de bijlage.



Figuur 6: Baggerdiepte ten behoeve van verruiming van de vaargeul. De blauwe nummers geven de afstand in km langs het traject aan.

- 1 hopper werkt aan de noordelijke sectie van km-95 naar km-110.
- 1 hopper werkt afwisselen aan het zuidelijk (km-71) en noordelijk (km-77) deel van de zuidelijke sectie Eemshaven.
- 1 dieplepel afwisselend aan het zuidelijk deel (km-71) en noordelijk (km-77) van de zuidelijke sectie.

Voor verdeling van sediment wordt de verdeling zoals deze o.a. aangegeven is in het commentaar van 6 mei 2013 aangehouden. Van het in het noordelijk deel gebaggerde sediment wordt 58,7% verspreid op locatie P0, 34,6% op locatie op P3 en 6,7% op locatie P4. Om dit te simuleren met zo min mogelijk kilometers varen zal de hopper die aan noordelijke sectie werkt eerst al zijn sediment op locatie P0 verspreiden. Wanneer de maximale capaciteit van deze locatie is bereikt zal de hopper herhaaldelijk achtereenvolgens naar P4, P3, P3, P3, P3, P3, P3, P3 varen. Baggerschepen die werken in zuidelijk deel varen steeds naar P1.

Volgens Grasmeijer (2013) kan een hopper gemiddeld 160000 m³/week verplaatsen en 5000 m³ per keer. Aangenomen wordt dat de cyclus van een hopper, ongeacht afstand naar de verspreidingslocatie, 5,25 uur duurt. De Boer heeft in 2011-2012 baggerwerkzaamheden ten behoeve van de vergroting van de Eemshaven uitgevoerd. Voor de vier baggerschepen van de De Boer is voor een willekeurige dag de gemiddelde tijd die zij nodig hadden om te baggeren bepaald. Als baggertijd in de simulaties is het gemiddelde van deze gemiddelden genomen, te weten 1,9 uur. Er wordt vanuit gegaan dat de rest van de baggercyclus wordt gevaren. De tijd nodig voor verspreiding (5-10 minuten voor de baggerschepen van De Boer) wordt verwaarloosd. Een dieplepel heeft onder goede condities een capaciteit van 70000 m³/week en kan per keer 5000 m³ vervoeren. Bij goede condities betekent dit dat een cyclus van de dieplepel 12 uur duurt. Aanname is dat de vaartijd hetzelfde is en er dus 7,25 gelepeld wordt per cyclus. Echter de dieplepel is erg gevoelig voor weerscondities en kan daarom gemiddeld maar 20000

m³/week verwerken (Grasmeijer, 2013). Dit betekent dat de dieplepel slechts 28,6% van de tijd baggercycli uitvoert.

Als worst-case scenario voor de onderwatergeluidsimulaties wordt ervan uitgegaan dat er op de te simuleren dag voor het baggerscenario alle drie de hierboven genoemde baggervaartuigen tegelijk aan het werk zijn. Om het door baggerwerkzaamheden veroorzaakte geluid over een zo groot mogelijk gebied te verspreiden (worst-case) wordt aangenomen dat een hopper op km-95 bezig is en een hopper op afwisselend km-71 en km-76. De dieplepel wordt gebruikt om keileem te verwijderen. Dit keileem komt voor in de bocht voor de Eemshaven en kan ook voorkomen aan de noordzijde van de zuidelijke sectie. Daarom wordt ervan uitgegaan dat de dieplepel ook afwisselend werkt bij km-71 en km-76.

TNO (De Jong et al. 2010) heeft bij aanleg van de 2^{de} Maasvlakte voor 7 *trailer hopper suction dredgers* met beun groter van 4000 en 20000 m³ het 1/3-octaaftand (dipool) bronniveaus berekend tijdens het varen, baggeren en verspreiden. Voor elke octaaftand en elke activiteit hebben zij ook het maximum over de 7 schepen uitgerekend. Na omzetting naar monopool bronniveaus volgens de formule in De Jong et al. (2010) is het voorstel dit maximum als invoer voor de baggerschepen te gebruiken. Wij achten het aannemelijk dat baggerschepen in de Eems vergelijkbaar of kleinere bronniveaus hebben, omdat de bodemsamenstelling (vooral zand) en beunvolume (in Grasmeijer (2013) wordt uitgegaan van 7500 m³) vergelijkbaar zijn. Alleen tijdens baggeren en varen zal het door baggerschepen geproduceerde onderwatergeluid worden berekend. Vergeleken met baggeren en varen neemt verspreiding namelijk maar een zeer beperkte tijd in beslag (10 minuten) en liggen de bronniveaus van verspreiden lager dan die van varen of baggeren. Voor de *cutter dredger* of dieplepel zijn ons geen brongegevens bekend. Er wordt aangenomen dat de bronniveaus gelijk zijn aan die van de *trailer hopper suction dredgers*.

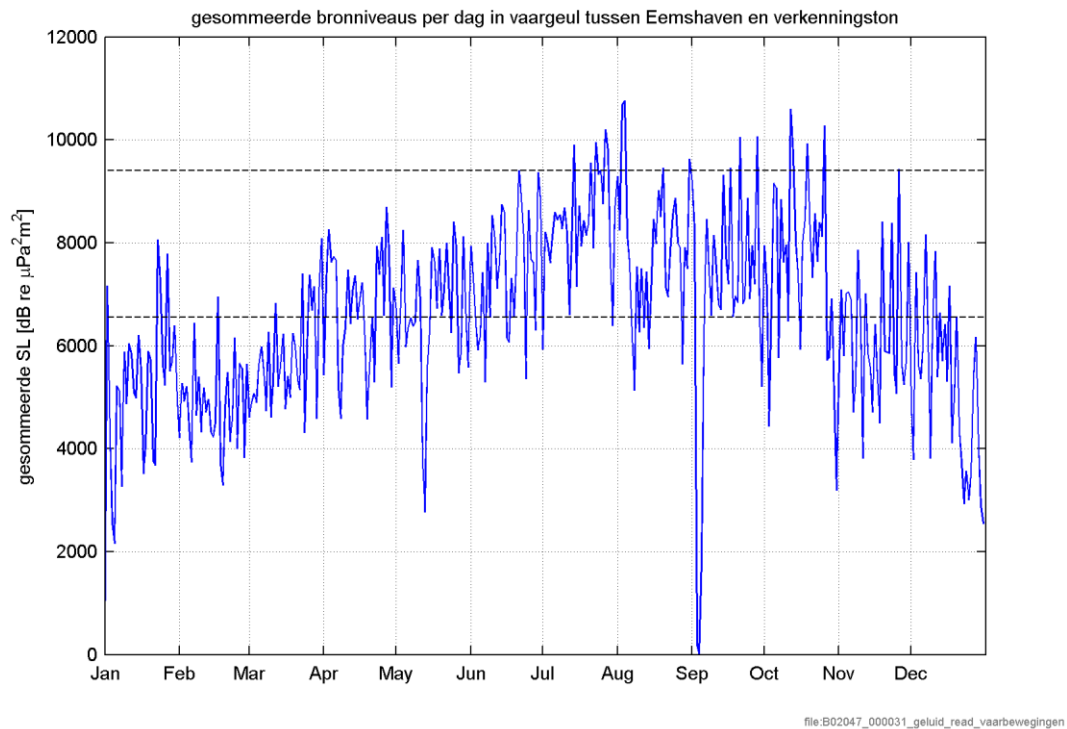
In de emissiesimulaties wordt alleen gekeken naar totaal uitgestoten emissies in een jaar. Daarom is de verdeling van werk van de verschillende baggerschepen over het jaar niet van belang en hoeft alleen de fractie van de tijd waarin de verschillende schepen werken te worden gegeven. Voorstel is om voor de hopper in de noordelijke sectie aan te nemen dat deze 24,8/52^{ste} van het jaar werkt. Binnen deze tijd kan volgens Grasmeijer (2013) de noordelijke sectie geheel uitgebaggerd worden. Hierbij is er vanuit gegaan dat het keileem in deze sectie ook door de cutter/hoppers wordt gedaan. Voor de hopper in de zuidelijke sectie wordt aangenomen dat deze 11,2/52^{ste} van de tijd werkt. Binnen deze tijd kan al het zand in de zuidelijke sectie worden gebaggerd. Voor de dieplepel wordt aangenomen dat deze 28,6% van de tijd werkt. In deze tijd kan niet al het keileem gebaggerd worden, maar gezien de *downtime* van de dieplepel is het niet mogelijk een groter deel van het jaar te werken. De activiteiten van de dieplepel die in het daaropvolgende jaar plaatsvinden worden niet meegenomen in de simulaties of effectbepalingen. Omdat de hoppers in het 2^{de} jaar niet meer hoeven te werken zullen de effecten van het baggeren namelijk lager uitvallen dan in het gesimuleerde 1^{ste} jaar. De voortgang van de baggervaartuigen langs de vaargeul is afhankelijk van de hoeveelheid te baggeren sediment zoals dit gegeven is in Figuur 6 van Grasmeijer (2013) en de hoeveelheid die het baggervaartuig kan baggeren. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen keileem en zand. De emissiewaarden in het model zijn onafhankelijk van het type baggerschip dat gebruikt wordt.

Genereren gegevens baggerwerkzaamheden voor de onderhoudsfase

Volgens Grasmeijer (2013) is het verwachte volume dat na verruiming elk jaar gebaggerd moet worden om de vaarweg op diepte te houden $1,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ tussen km-70 en km-105. Verder is in Grasmeijer (2013) niets vermeld over de verdeling van dit onderhoud over de vaargeul of de verschillende verspreidingslocaties. Daarom wordt er voor de bepaling van de posities van het baggervaartuig voor de onderhoudswerkzaamheden vanuit gegaan dat al dit onderhoud wordt gedaan door 1 hopper. Deze heeft daarvoor 7,5 weken nodig. Dat verder het onderhoudsvolume gelijkmatig tussen km-70 en km-105 verdeeld is, dat de hopper naar P0, P1, P3, P4 vaart, afhankelijk wat het dichtst bij is en dat de cyclus van de hopper, ongeacht de afstand naar de verspreidingslocatie, 5,25 uur duurt waarvan 1,9 uur baggeren. Dit overeenkomstig de aanname over de baggercyclus tijdens het verruimen van de geul (zie hierboven). Tijdens de dag die gesimuleerd wordt met het onderwatergeluidmodel wordt er vanuit gegaan dat de hopper zowel bij km-70 als bij km-105 werkt. Dit maximaliseert namelijk de oppervlakte van het gebied waarin door baggeren veroorzaakt onderwatergeluid kan voorkomen (worst-case).

Verwerking scheepvaartgegevens

De vaargeul door de Eems tussen de Eemshaven en de verkenningston wordt in secties gedeeld van 1 km. Uit de scheepsbewegingen voor 2013, voor 2019 en 2028 zonder verruimde vaargeul en uit de scheepsbewegingen voor 2019 en 2028 met verruimde vaargeul worden voor elke sectie de schepen gehaald die in dat jaar door de sectie passeren samen met hun tonnage, het type (binnenvaart/zeevaart) en de tijd die zij in de sectie. De vaarbewegingen van de baggerschepen worden gegeven als een reeks van tijdstippen en locaties waarop gestart wordt met baggeren, gestopt wordt met baggeren, gestart wordt met varen en gestopt wordt met varen.



Figuur 7: gesommeerde SL in frequentieband 20 Hz-20 kHz van alle schepen die zich op een dag in de Eems bevinden. Zwarte stippellijnen geven 50%- en 95%-percentiel.

Uit lengtes en snelheden van elk schip zoals deze in de hierboven gegenereerde scheepvaartbewegingen worden voor de verschillende jaren het breedband bronniveau (SL) tussen 20 Hz en 20 kHz van het schip berekend met formule (1). Deze bronniveaus (in dB re $\mu\text{Pa}^2\text{m}^2$) worden vervolgens per dag bij elkaar opgeteld. Het resultaat van deze procedure voor de 2012 data is te zien in Figuur 7. Voor elk jaar wordt een gemiddelde en drukke dag bepaald. Voor de gemiddelde dag wordt een dag gekozen waarin de som van de bronniveaus zo goed mogelijk overeenkomt met het 50%-percentiel en een drukke dag een dag waarbij het gesommeerde bronniveau zo goed mogelijk overeenkomt met het 95%-percentiel van het desbetreffende jaar. De posities van de schepen, de lengtes en snelheden op een gemiddelde en drukke dag in 2019 worden elke 15 minuten naar het onderwatergeluidmodel weggeschreven. Tevens worden simulaties uitgevoerd waarbij aan de scheepsbewegingen op deze dagen ook de werkzaamheden van de baggerschepen zijn toegevoegd.

Hoofdstuk 3: Gegevens voor milieuonderzoeken

Wanneer de hierboven beschreven methode wordt toegepast op de scheepvaartgegevens van 2012 kunnen de scheepsintensiteiten in verschillende scenario's worden berekend. Deze scenario's zijn weergegeven in Tabel 3. De scheepsintensiteiten langs de vaargeul per jaar zoals deze voor verschillende scenario's zijn gegeven in Tabel 4. Op basis van geluidsbronsterktes is voor de situatie in 2013, 2019 en 2028 een gemiddelde dag en drukke dag gekozen. De scheepvaartintensiteit op deze dagen is weergegeven in Tabel 5 t/m Tabel 10. In deze tabellen wordt onderscheid gemaakt tussen zeevaart, binnenvaart en overige schepen. Deze laatste categorie bestaat voornamelijk uit veerboten. Opgemerkt moet worden dat door vaarwegverruiming alleen het aantal vrachtschepen verandert. Omdat er door verruiming van de vaarweg naar de Eemshaven maar 117 calls/jaar (1 call=1 keer invaren en 1 keer uitvaren) bijkomen is er niet op iedere op iedere dag sprake van extra scheepvaartverkeer door verruiming van de vaargeul. Om in de onderwatergeluidsimulaties het verschil wel te kunnen berekenen is op de dagen waar geen verschil tussen de T0- en T1-situatie was een extra call toegevoegd. Het gaat dan om 2019T1 voor een gemiddelde dag en 2028T1 voor een drukke en gemiddelde dag. De sterke toename in scheepintensiteit bij km-73 ontstaat doordat hier de vaargeul naar Delfzijl en Emden splitst van de vaargeul naar de Eemshaven.

Scenario	Jaar t.b.v. autonome groei	Scheepvaart a.g.v. vaarwegverruiming
2013T0	2013	Nee
2019T0	2019	Nee
2019T1	2019	Ja
2028T0	2028	Nee
2028T1	2028	Ja

Tabel 3: verschillende scheepvaartscenario's.

Positie langs geul [km]	2013T0	2019T0	2019T1	2028T0	2028T1
70	1571	2127	2127	2575	2575
71	2252	3802	3548	4423	4169
72	2479	4131	4365	4791	5025
73	11081	14476	14710	16824	17058
74	11814	15487	15721	18039	18273
75	12101	15879	16113	18520	18754
76	12809	16851	17085	19697	19931
77	12908	16983	17217	19855	20089
78	12942	17030	17264	19913	20147
79	12914	17001	17235	19885	20119
80	12892	16973	17207	19853	20087

81	12877	16960	17194	19834	20068
82	12770	16829	17063	19684	19918
83	12629	16659	16893	19479	19713
84	10250	13808	14042	16133	16367
85	7869	10937	11171	12739	12973
86	7788	10834	11068	12621	12855
87	7779	10825	11059	12614	12848
88	7769	10816	11050	12602	12836
89	7761	10806	11040	12590	12824
90	7754	10794	11028	12579	12813
91	7749	10790	11024	12572	12806
92	7748	10789	11023	12571	12805
93	7746	10787	11021	12569	12803
94	7746	10787	11021	12570	12804
95	7745	10786	11020	12568	12802
96	7741	10780	11014	12561	12795
97	7739	10777	11011	12556	12790
98	7386	10309	10543	12013	12247
99	7165	10029	10263	11694	11928
100	6913	9711	9945	11323	11557
101	6781	9544	9778	11119	11353
102	6771	9530	9764	11104	11338
103	6718	9463	9697	11032	11266
104	6627	9362	9596	10915	11149
105	6364	9034	9266	10514	10748
106	5631	8194	8426	9528	9762
107	5444	7970	8202	9267	9501
108	4809	7183	7415	8335	8569
109	4512	6816	7050	7893	8127
110	3899	6020	6254	6931	7165
111	3319	5285	5519	6045	6279

Tabel 4: aantal schepen (zeevaart, binnenvaart en overig) per kilometersectie per jaar in verschillende scenario's.

Positie langs geul [km]	Zeevaart T0	Zeevaart T1	Binnenvaart	Overig
70	0	n.v.t.	3	0
71	5		0	3
72	5		0	3
73	17		0	11
74	20		0	11
75	21		0	12
76	22		0	13
77	22		0	14
78	22		0	14
79	22		0	14
80	22		0	14
81	21		0	14
82	21		0	14
83	21		0	12
84	20		0	4
85	20		0	0
86	20		0	0
87	20		0	0
88	20		0	0
89	20		0	0
90	20		0	0
91	20		0	0
92	20		0	0
93	20		0	0
94	20		0	0
95	20		0	0
96	20		0	0
97	21		0	0
98	20		0	0
99	20		0	0
100	20		0	0
101	20		0	0
102	20		0	0

103	20		0	0
104	19		0	0
105	17		0	0
106	17		0	0
107	16		0	0
108	15		0	0
109	14		0	0
110	14		0	0
111	14		0	0

Tabel 5: aantal schepen op een GEMIDDELDE dag (19 juni) in 2013 per type en per kilometersectie.

Positie langs geul [km]	Zeevaart T0	Zeevaart T1	Binnenvaart	Overig
70	0	n.v.t.	6	0
71	1		3	3
72	1		0	4
73	24		0	18
74	29		0	18
75	31		0	18
76	32		0	21
77	32		0	22
78	32		0	22
79	32		0	22
80	32		0	22
81	32		0	22
82	33		0	22
83	33		0	22
84	33		0	13
85	33		0	2
86	33		0	0
87	33		0	0
88	33		0	0
89	32		0	0
90	32		0	0
91	32		0	0

92	32		0	0
93	32		0	0
94	32		0	0
95	32		0	0
96	32		0	0
97	32		0	0
98	32		0	0
99	30		0	0
100	30		0	0
101	30		0	0
102	30		0	0
103	30		0	0
104	30		0	0
105	30		0	0
106	29		0	0
107	29		0	0
108	26		0	0
109	25		0	0
110	14		0	0
111	14		0	0

Tabel 6: aantal schepen op een DRUKKE dag (5 oktober) in 2013 per type en per kilometersectie.

Positie langs geul [km]	Zeevaart T0	Zeevaart T1	Binnenvaart	Overig
70	0	0	2	0
71	17	19	0	2
72	18	20	0	2
73	35	37	0	7
74	38	40	0	7
75	38	40	0	7
76	38	40	0	9
77	38	40	0	9
78	38	40	0	9
79	38	40	0	9
80	38	40	0	9

81	38	40	0	9
82	39	41	0	9
83	39	41	0	8
84	39	41	0	4
85	39	41	0	0
86	39	41	0	0
87	39	41	0	0
88	39	41	0	0
89	39	41	0	0
90	38	40	0	0
91	38	40	0	0
92	38	40	0	0
93	38	40	0	0
94	38	40	0	0
95	38	40	0	0
96	38	40	0	0
97	38	40	0	0
98	35	37	0	0
99	30	32	0	0
100	25	27	0	0
101	25	27	0	0
102	25	27	0	0
103	25	27	0	0
104	25	27	0	0
105	25	27	0	0
106	20	22	0	0
107	20	22	0	0
108	18	20	0	0
109	18	20	0	0
110	17	19	0	0
111	16	18	0	0

Tabel 7: aantal schepen op een GEMIDDELDE dag (30 januari) in 2019 per type en per kilometersectie.

Positie langs geul [km]	Zeevaart T0	Zeevaart T1	Binnenvaart	Overig
70	1	1	3	0
71	6	7	0	12
72	6	7	0	12
73	26	27	0	28
74	31	32	0	28
75	31	32	0	30
76	31	32	0	35
77	31	32	0	35
78	32	33	0	35
79	32	33	0	35
80	32	33	0	35
81	32	33	0	35
82	32	33	0	34
83	32	33	0	30
84	32	33	0	17
85	31	32	0	0
86	31	32	0	0
87	32	33	0	0
88	32	33	0	0
89	31	32	0	0
90	31	32	0	0
91	31	32	0	0
92	31	32	0	0
93	31	32	0	0
94	31	32	0	0
95	31	32	0	0
96	31	32	0	0
97	31	32	0	0
98	32	33	0	0
99	29	30	0	0
100	28	29	0	0
101	28	29	0	0
102	28	29	0	0

103	28	29	0	0
104	28	29	0	0
105	28	29	0	0
106	24	25	0	0
107	24	25	0	0
108	24	25	0	0
109	24	25	0	0
110	21	22	0	0
111	17	18	0	0

Tabel 8: aantal schepen op een DRUKKE dag (26 augustus) in 2019 per type en per kilometersectie.

Positie langs geul [km]	Zeevaart T0	Zeevaart T1	Binnenvaart	Overig
70	1	1	9	0
71	5	7	0	7
72	5	7	0	7
73	24	26	0	25
74	27	29	0	26
75	27	29	0	26
76	26	28	0	32
77	26	28	0	32
78	26	28	0	32
79	25	27	0	32
80	25	27	0	32
81	25	27	0	32
82	25	27	0	32
83	24	26	0	26
84	24	26	0	12
85	24	26	0	0
86	24	26	0	0
87	24	26	0	0
88	25	27	0	0
89	25	27	0	0
90	25	27	0	0

91	25	27	0	0
92	25	27	0	0
93	25	27	0	0
94	25	27	0	0
95	25	27	0	0
96	25	27	0	0
97	25	27	0	0
98	24	26	0	0
99	24	26	0	0
100	23	25	0	0
101	23	25	0	0
102	23	25	0	0
103	23	25	0	0
104	23	25	0	0
105	21	23	0	0
106	20	22	0	0
107	18	20	0	0
108	15	17	0	0
109	12	14	0	0
110	12	14	0	0
111	12	14	0	0

Tabel 9: aantal schepen op een GEMIDDELDE dag (15 augustus) in 2028 per type en per kilometersectie.

Positie langs geul [km]	Zeevaart T0	Zeevaart T1	Binnenvaart	Overig
70	0	0	8	0
71	4	6	3	5
72	7	9	0	6
73	40	42	0	25
74	47	49	0	25
75	49	51	0	25
76	52	54	0	30
77	52	54	0	31
78	52	54	0	31

79	52	54	0	31
80	52	54	0	32
81	52	54	0	32
82	53	55	0	32
83	53	55	0	32
84	53	55	0	18
85	53	55	0	3
86	53	55	0	0
87	54	56	0	0
88	53	55	0	0
89	52	54	0	0
90	52	54	0	0
91	52	54	0	0
92	52	54	0	0
93	52	54	0	0
94	52	54	0	0
95	52	54	0	0
96	52	54	0	0
97	52	54	0	0
98	52	54	0	0
99	48	50	0	0
100	48	50	0	0
101	48	50	0	0
102	48	50	0	0
103	48	50	0	0
104	48	50	0	0
105	48	50	0	0
106	47	49	0	0
107	47	49	0	0
108	43	45	0	0
109	42	44	0	0
110	23	25	0	0
111	22	24	0	0

Tabel 10: aantal schepen op een DRUKKE dag (5 oktober) in 2028 per type en per kilometersectie.

BIJLAGEN:

Separaat zijn de volgende documenten bijgevoegd:

- Bewegingen van baggerschepen

Referenties

De Jong C, Ainslie M, Dreschler J, Jansen E, Heemskerk E, Groen W (2010). Underwater noise of trailing suction hopper dredges at Maasvlakte 2: analysis of source levels and background noise. Rapport TNO-DV 2010 C33s, TNO, Den Haag.

Grasmeijer, BT (2013). Verspreidingsstrategie vaarweg Eemshaven aanlegfase. Memo 23-Rp-04, Arcadis, Zwolle.

Goltens (2013), bekeken mei 2013, <http://www.goltens.com/p/offshore-jack-up-rig>

Groningen Seaports (2012). Doelstelling en Visie Groningen Seaports. Beschikbaar op <http://havenvisie2030.groningen-seaports.com/>.

Marin (2013). Eemshaven vaargeulsimulaties. Rapport 26319-MSCN, Marin, Wageningen.

Ross, D., and Alvarez, F.F. (1964), Radiated underwater noise of surface ships, US. *Navy Journal of Underwater Acoustics*, 14, 331.

Uliczka K, Carstens D (2009). Vertiefung der Außerems bis Emden. Prognose der Ausbedingte Änderungen der schiffserzeugten Belastungen. Rapport A395502110121, Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg, Duitsland.

Van der Ziel F (2012). Analyse scheepvaartontwikkelingen en actualisatie scheepvaartprognoses. Rapport 9X1757.A0/R0006/904358/VVDM/Nijm, Royal Haskoning DHV, Nijmegen.

Van 't Woudt L (2011). Vlootboek databestand. Ontwikkeling in de Nederlandse vloot van: 1 januari 2011 t/m 31 december 2011. Rapport, Inspectie voor de Leefomgeving en Transport, Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

International Narcotics Control Board (2002), viewed October 16 2004, <http://www.incb.org>.