



BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

**SAMSON-ANALYSE WIND OP ZEE:
VERSNELLINGSOPGAVE RK2030 MET DOORKIJK NAAR
2040**

Rapport Nr. : 33797-1-MO-rev.1.0
Datum : 7 september 2022
Versie : rev. 1.0
Eindrapport

SAMSON-ANALYSE WIND OP ZEE: VERSNELLINGSOPGAVE RK2030 MET DOORKIJK NAAR 2040

Opdrachtgever : RWS Zee en Delta

Gerapporteerd door : Y. Koldenhof

Paraaf management :



Versie	Datum	Status	Gecontroleerd door
0.1	26 jan	Draft	
0.2	7 maart 2022	Draft	A. Nap / H.L.J. Ammerlaan
0.3	13 april 2022	Draft	
0.4	28 april 2022	Draft	
1.0	7 september 2022	Eindrapport	RWS / H.L.J. Ammerlaan

INHOUD	PAGINA
SAMENVATTING.....	1
1 INTRODUCTIE.....	9
2 DOELSTELLING.....	10
3 SCENARIO'S EN UITGANGSPUNTEN	11
3.1 Gebiedsscenario's	11
3.2 SAMSON	15
3.3 Inrichting windparken.....	16
3.4 Verkeersdatabase	19
3.4.1 Verkeersdatabase – routegebonden verkeer.....	19
3.4.2 Verkeersdatabase – niet-routegebonden verkeer	23
3.5 Bestaande offshore platformen.....	25
4 RESULTATEN	26
4.1 Resultaten schip-schip aanvaringen	26
4.2 Resultaten schip-windturbine aanvaringen	30
4.3 Totaal resultaten	43
4.4 Discussie resultaten	46
5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	48
REFERENTIE	52
APPENDICES:.....	53
APPENDIX 1 RESULTATEN SCHIP-WINDTURBINES AANVARINGEN PER WINDPARK....	54
Windpark: TNW	54
Windpark: HKZ.....	55
Windpark: HKN	56
Windpark: HKW.....	57
Windpark: Borssele	58
Windpark: IJmuiden Ver Zuid.....	59
Windpark: IJmuiden Ver Noord.....	60
Windpark: Gebied 1 - Noord	61
Windpark: Gebied 1 - Zuid	62
Windpark: Gebied 2 - Noord	63
Windpark: Gebied 2 - Zuid	64
Windpark: Gebied 3	65
Windpark: Gebied 4	66
Windpark: Gebied 5	67
Windpark: Gebied 5 - MiddenBerm.....	68
Windpark: Gebied 6	69
Windpark: Gebied 6 – Extra (westelijk deel)	70
Windpark: Gebied 7	71
Windpark: Gebied 8	72

SAMENVATTING

Inleiding

In de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) van de Noordzee worden tot 2030 een groot aantal windparken gebouwd. Dit heeft, zonder aanvullende maatregelen, een effect op de veiligheid van de scheepvaart op dit drukke deel van de Noordzee. Om deze effecten in kaart te brengen is onder andere door MARIN in 2018 en 2019 een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar de cumulatieve effecten van bestaande en toekomstige windparken op de veiligheid van de scheepvaart ([Ref 1.]). Bij dit onderzoek zijn zowel kwantitatieve als kwalitatieve methoden gebruikt. Binnen dit onderzoek is ook onderzocht welke maatregelen genomen kunnen worden om het risico te verkleinen.

De ontwikkelingen rond de inrichting en de locaties van windparken hebben ervoor gezorgd dat er aanpassingen zijn gedaan aan de toen doorgerekende scenario's [Ref 1.]. Daarom heeft Rijkswaterstaat (RWS) aan MARIN gevraagd de effecten op de scheepvaartveiligheid van drie aanvullende ruimtelijke scenario's in kaart te brengen. Hierbij ligt de focus dit keer alleen op het bepalen van de kwantitatieve effecten op de scheepvaartveiligheid; het doorrekenen van de scenario's gebeurt met het scheepvaartveiligheidsrekenmodel SAMSON (Safety Assessment Model for Shipping Offshore and North Sea). Met behulp van SAMSON worden binnen dit onderzoek de frequenties bepaald voor schip-schip aanvaringen en die van aanvaringen en aandrijvingen van schepen met windturbine.

Doel

De onderzoeksvraag voor het project is: *Wat zijn de cumulatieve en lokale effecten van drie verschillende ruimtelijke gebiedsscenario's met windparken op de scheepvaartveiligheid?*

De effecten op de scheepvaartveiligheid binnen dit onderzoek worden bepaald met behulp van SAMSON en bevatten:

- Het aantal verwachte schip-schip aanvaringen in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ);
- De aanvaar- en aandrijffrequentie voor de bestaande offshore platformen (olie en gas)
- De totale aanvaar- en aandrijffrequentie met windturbines binnen de verschillende gebiedsscenario's met windparken.

Naast het bestaande scenario routekaart 2030 en het versnellingsscenario is binnen het onderzoek ook gekeken naar de verschillende indicatieve zoekgebieden uit het Programma Noordzee 2022-2027 richting 2040. Voor het complete beeld zijn ook de resultaten voor het basis scenario 2019 meegenomen.

Scenario's

Binnen het onderzoek zijn drie gebiedsscenario's beschouwd:

- **Scenario 1: Routekaart 2030 (RK2030)**

Voor gebiedsscenario 1: de bestaande RK2030 worden, naast de operationele windparken PAWP¹, Luchterduinen, OWEZ² en Borssele de volgende toekomstige windparken beschouwd:

- HKN (Hollandse Kust Noord)
- HKZ (Hollandse Kust Zuid)
- HKW noordelijk en zuidelijk deel (Hollandse Kust West)
- TNW (Ten Noorden van de Waddeneilanden)
- IJmuiden Ver (zuidelijk deel)

¹ PAWP: Prinses Amalia WindPark

² OWEZ: Offshore Windpark Egmond aan Zee

- **Scenario 2: Versnellingsopgave routekaart 2030+ (RK2030+)**

Voor gebiedsscenario 2, (RK2030+) wordt er aanvullend aan de gebieden gedefinieerd in scenario 1: RK2030, ook gekeken naar de aanvullend aangewezen windenergiegebieden in het Programma Noordzee 2022-2027 (PN 2022-2027):

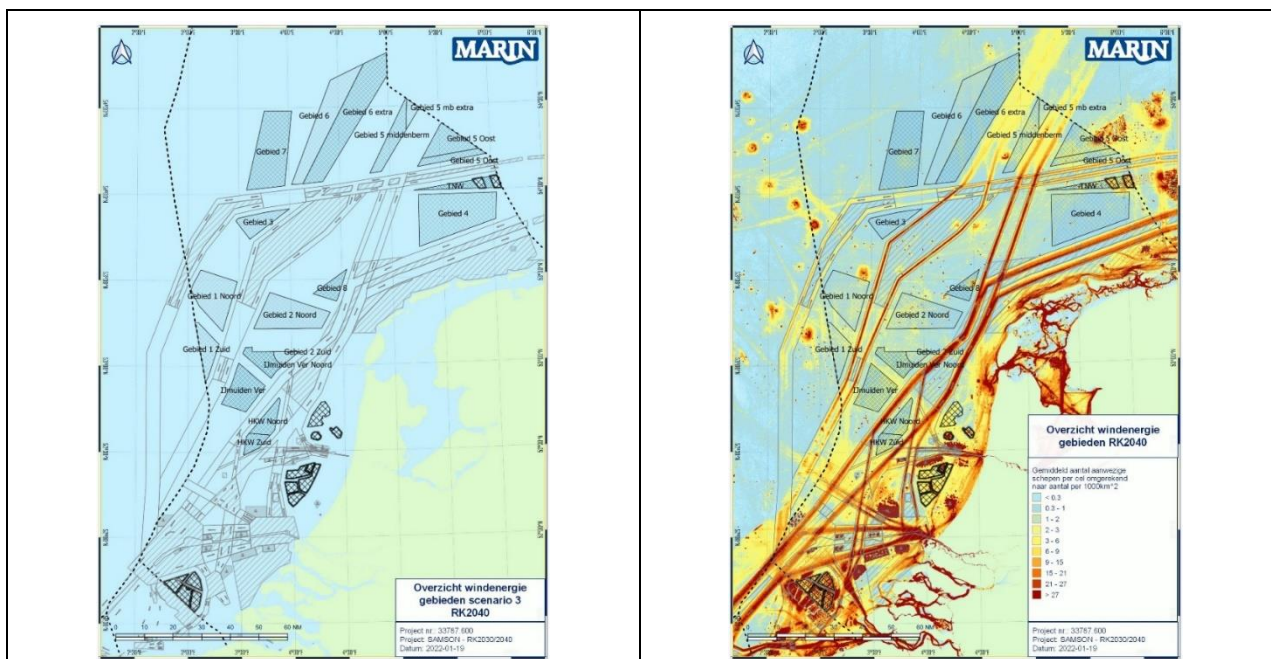
- IJmuiden Ver (noordelijke deel)
- Gebied 1: Nederwiek (noord en zuidelijk deel)
- Gebied 2: Lagelander (noord en zuidelijke deel)
- Gebied 5 Oost: Doordewind, waarbij twee opties beschouwd zijn:
 - o Optie 1: zuidgrens tot 2nm van de rand van de vaargeul
 - o Optie 2: zuidgrens tot 4nm van de rand van de vaargeul.

- **Scenario 3: Toekomstige routekaart 2040 (RK2040)**

Voor gebiedsscenario 3 (RK2040), wordt er naast de windenergiegebieden uit RK2030 en de windenergiegebieden uit het PN 2022-2027 (RK2030+), ook gekeken naar alle mogelijke zoekgebieden zoals deze indicatief zijn in het PN 2022-2027 (RK2040):

- Gebied 3
- Gebied 4
- Gebied 5 middenberm
- Gebied 6 (inclusief het extra gebied aan de westzijde van Gebied 6)
- Gebied 7
- Gebied 8

In Figuur S1 zijn de alle beschouwde gebieden binnen RK2040 weergegeven. In de rechterkaart is ook de scheepvaartverkeersdichtheid voor alle schepen weergegeven, bepaald op basis van AIS-data over 2020.



Figuur S-1 Overzichtskarta windenergiegebieden beschouwd binnen scenario 3 - RK 2040. Rechter kaart bevat naast het windenergiegebied ook de verkeersdichtheid in 2020.

Uitgangspunten

Voor het uitvoeren van de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Routegebonden verkeer: Basis is de AIS-data over 2019, per scenario zijn de routes zodanig aangepast zodat deze om de meegenomen windenergiegebieden lopen. De totale intensiteit is gelijk gebleven. Er is geen autonome groei meegenomen, hierdoor zijn de verschillende scenario's goed vergelijkbaar. Daarnaast laat de meest recente netwerkanalyse Noordzee (2018/2019) zien dat de intensiteit van de scheepvaart niet significant gestegen is vanaf de eerste "metingen" in 2011. Voor het doel van het onderzoek was het niet direct noodzakelijk deze autonome groei mee te nemen.
- Niet-routegebonden verkeer: Basis is de AIS-data over 2019, verdeeld over gridcellen met een grootte van 4x4km. Voor de verschillende gebiedsscenario's is het niet-routegebonden verkeer binnen de grenzen van de windparken verplaatst naar de randen rond het gebied. Hierbij is, in overleg met de opdrachtgever (RWS), geen rekening gehouden met de huidige routes door het gebied of eventuele passagestroken door de gebieden. Er is ook geen extra werkvaart toegevoegd. Het extra werkverkeer is niet meegenomen omdat er nog te veel onzekerheden zijn rond de ontwikkeling van deze groep schepen. Daarnaast zal de intensiteit van het werkverkeer fluctueren en afhankelijk zijn van de fase van de verschillende windparken en de eventuele extra medegebruik activiteiten.
- Omdat de definitieve inrichting van de meeste windenergiegebieden nog niet bekend is, is voor deze windenergiegebieden een inrichting aangenomen. Deze is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:
 - o Totaalaantal MW per gebied is bepaald uitgaande van een dichtheid van 10MW per km²
 - o Er zal gebruik gemaakt worden van 15 MW-windturbines
 - o De windturbines staan evenredig verdeeld over het gebied, hierbij is geen rekening gehouden met eventuele pijpleidingen, kabels, platformen of andere bestaande of geplande objecten omdat de windenergiegebieden op het moment van deze studie nog niet verkaveld zijn.

Resultaten

In Tabel S1 zijn de resultaten van beide doorgerekende kans op incident-types weergegeven (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine aanvaringen) weergegeven.

- Voor het scenario RK2030, met in totaal 1281 windturbines in de verschillende windenergiegebieden, is het gemiddeld totaal aantal verwachte aanvaringen (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine) 7.15 per jaar (6,31 schip-schip, 0,28 schip-platform en 0,56 schip-windturbine).
- Voor het versnellingsscenario RK2030+, met 2925 windturbines, zal dit aantal aanvaringen oplopen naar 7,56 per jaar, waarvan 6,32 schip-schip, 0,28 schip-platform en 0,98 schip-windturbine. Met name veroorzaakt door een forse groei in het aantal schip-windturbine aanvaringen.
- Voor het indicatieve scenario RK2040 (6048 windturbines) zal het totaal aantal verwachte aanvaringen toenemen naar 8.06 per jaar, waarvan 6,33 schip-schip, 0,29 schip-platform en 1,44 schip-windturbine. Voor dit scenario (RK2040) zal het totaal aantal aanvaringen groeien met 20,6% t.o.v. het basis scenario 2019 voor alle incidenten samen incident typen samen.
- Voor alleen de frequentie schip-windturbine neemt het aantal verwachte incidenten toe van 0,1 per jaar in het basis scenario 2019 naar 0,56 per jaar voor het RK2030 scenario, dit is een toename van meer dan 460%. Binnen het scenario RK2040 neemt het aantal verwachte schip-turbine aanvaringen toe naar 1,44 per jaar, een groei van 1340% ten opzichte van het basis scenario 2019.

Tabel S-1 Totale verwachte incident frequenties voor de verschillende scenario's

Scenario	Verwachte aantal incidenten per jaar (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine aanvaringen)					
	Schip-schip	Schip-platform	Schip-windturbine			TOTAAL
			Rammen	Driften	Totaal	
Basis (2019)	6,304	0,280	0,049	0,051	0,100	6,684
RK 2030	6,308	0,281	0,234	0,328	0,562	7,151
RK 2030+	6,319	0,275	0,420	0,558	0,978	7,572
RK 2040	6,331	0,290	0,635	0,801	1,436	8,057
Absolute verschil						
RK2030 – Basis 2019	0,004	0,001	0,185	0,278	0,462	0,467
RK2030+ – Basis 2019	0,015	-0,005	0,371	0,507	0,878	0,888
RK2040 – Basis 2019	0,027	0,010	0,586	0,750	1,336	1,374
RK2040 - RK2030	0,023	0,009	0,401	0,473	0,874	0,906
Procentuele groei						
RK2030 t.o.v. basis 2019	0,1%	0,3%	377,3%	547,4%	463,8%	7,0%
RK2030+ t.o.v. basis 2019	0,2%	-1,8%	757,0%	999,9%	880,5%	13,3%
RK2040 t.o.v. basis 2019	0,4%	3,7%	1196,7%	1479,4%	1340,5%	20,6%
RK2040 t.o.v. RK2030	0,4%	3,3%	171,6%	144,0%	155,5%	12,7%

Schip-schip aanvaringen

De effecten van de verandering van de verkeersroutes en verschuivingen van verkeersintensiteiten bij de drie doorgerekende ruimtelijke scenario's met het SAMSON-model zijn klein omdat bij de keuze van de gebieden rekening is gehouden met het bestaande verkeersscheidingsstelsel. Voor alle scenario's geldt dat de te verwachte groei van het aantal schip-schip aanvaringen als gevolg van de aanpassingen in vaarroutes niet meer is dan 1% ten opzichte van het bestaande scenario RK2030. Binnen het onderzoek is geen groei in scheepvaartintensiteit meegenomen. De vergelijking wordt dus alleen gemaakt voor de aanpassing van de vaarroutes door de aanleg van de verschillende windparken.

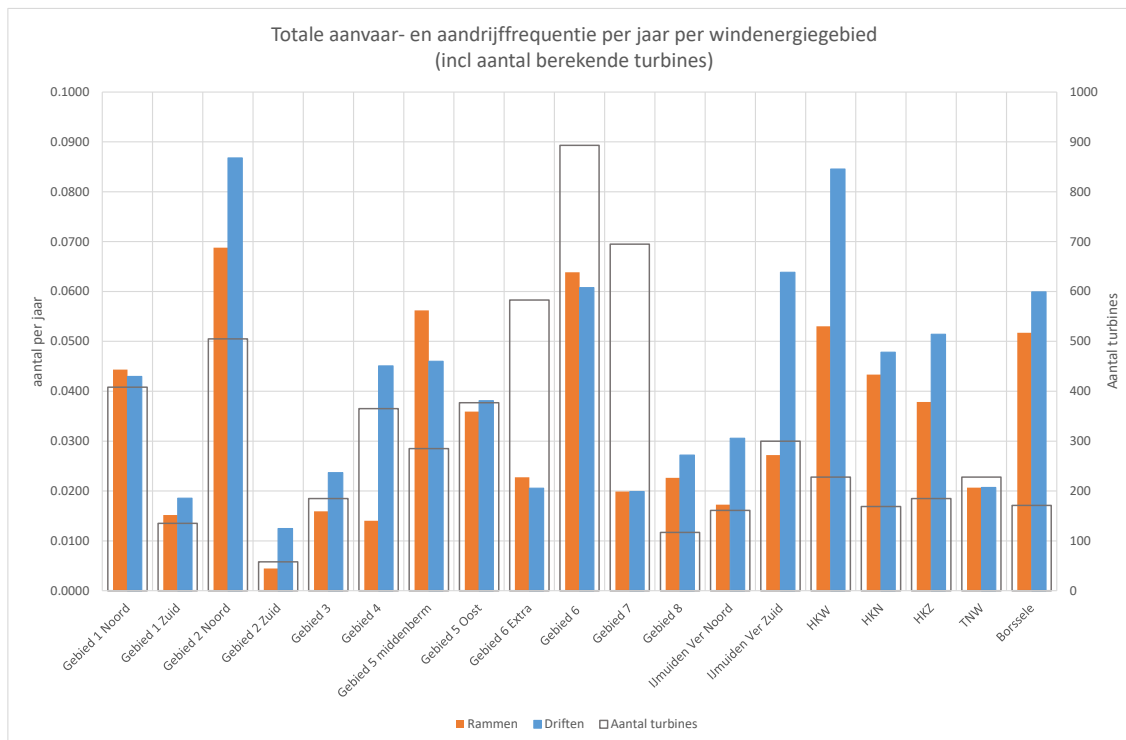
Het grootste effecten treden op aan de randen rond de verschillende windenergiegebieden, in de bufferzone en binnen de windenergiegebieden zelf. Het niet-routegebonden verkeer dat eerst in de windparken is waargenomen is verplaatst naar de bufferzone tussen het windenergiegebied en de vaarroutes. Dus het aantal verwachte schip-schip aanvaringen voor niet-routegebonden schepen onderling is verplaatst van binnen het toekomstige windenergiegebied naar de bufferzone net buiten het windenergiegebied. Daarbij komt dat in de bufferzone er meer interactie is met het routegebonden verkeer in de vaarroutes, dus de toename die zichtbaar is voor dit type aanvaring zal zich concentreren in de gebieden rond de windenergiegebieden.

Tenslotte zijn op een aantal locaties bestaande (kleinere) routes aangepast waardoor deze meer geconcentreerd zijn. In de situatie zonder windenergiegebieden lopen er een aantal oost-west georiënteerde routes tussen de VSS Vlieland aan de oostkant van de Nederlandse EEZ en het Verenigd Koninkrijk aan de westkant. Deze routes zullen meer samengevoegd worden aan de noordkant van IJmuiden Ver/gebied 2 en Gebied 1 of door de corridor tussen IJmuiden Ver, het kruisen van het tussenliggende VSS West Friesland en de corridor door Gebied 1.

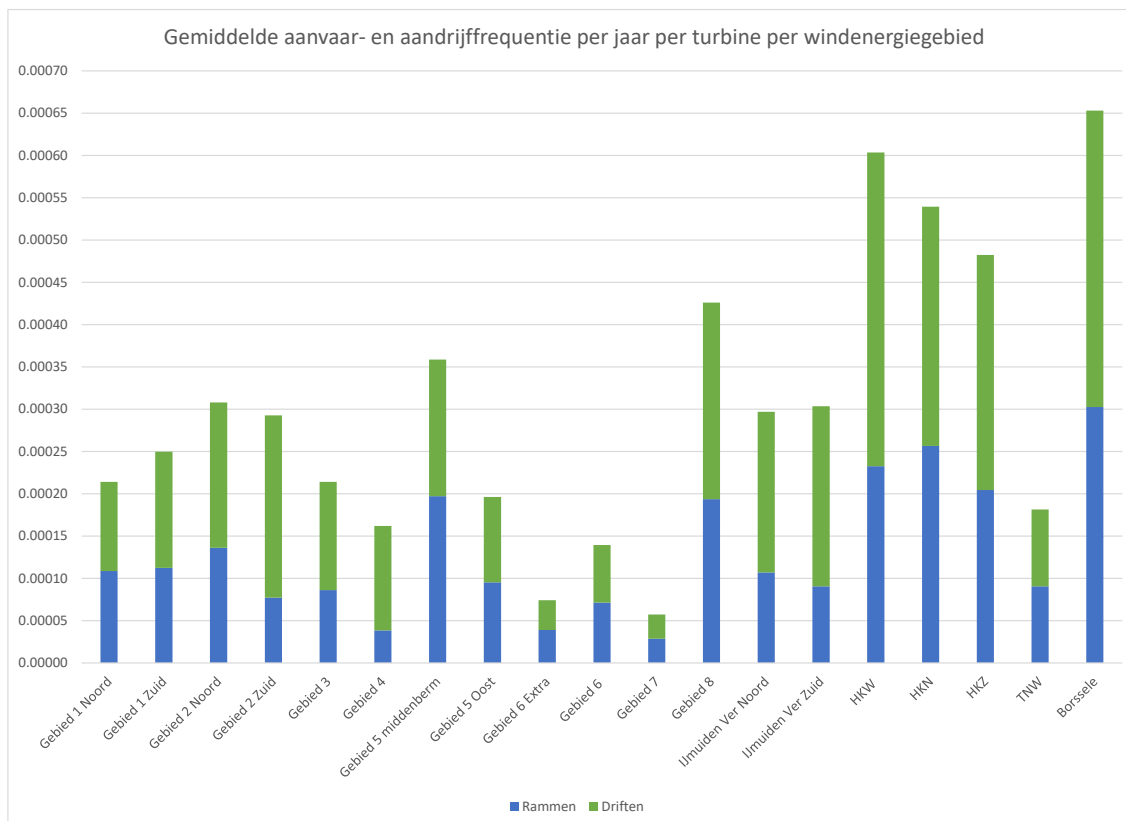
Ook zal de middenberm bij gebied 5 in het noorden ervoor zorgen dat er meer verkeer getrechterd wordt door een smaller gebied. Dit vergroot de kans op interactie. De effecten van de middenberm zijn in meer detail onderzocht in de FSA-Baltische route ([Ref 2.]).

Schip-windturbines

In totaal is het aantal verwachte aanvaringen/aandrijvingen met een windturbine in RK2030 0,562 per jaar (eens in de 1.8 jaar). Voor het scenario RK2030+ is dit 0,978 per jaar (eens per jaar) en voor RK2040 1.436 per jaar (eens in de 0.7 jaar, meer dan eens per jaar).



Figuur S-2 *Totale aanvaar- en aandrijffrequenties per jaar per windenergiegebied (incl. aantal windturbines)*

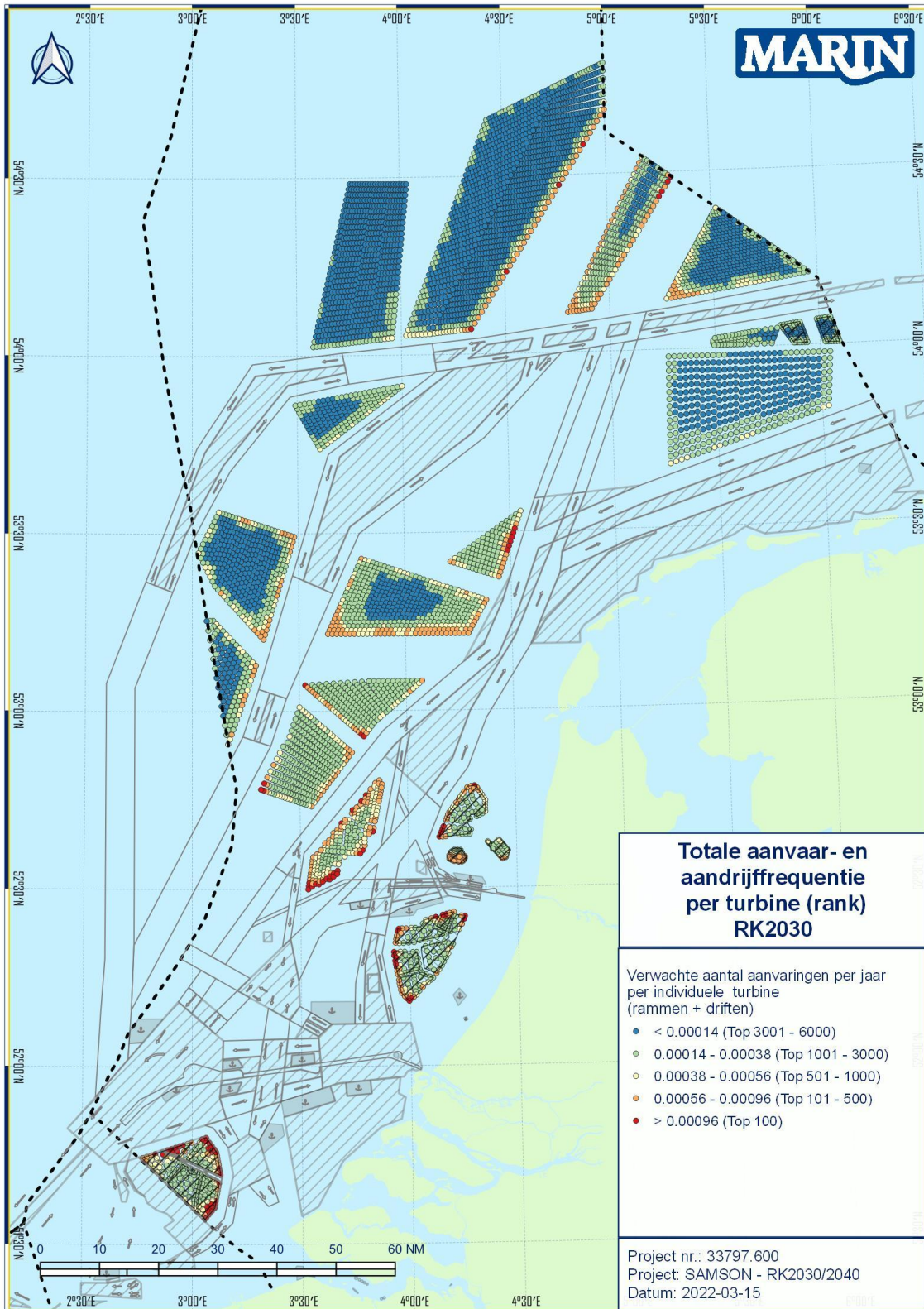


Figuur S-3 *Gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar per windturbine per windenergiegebied.*

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie is het hoogst voor de windenergiegebieden Gebied 2-Noord, Gebied 6, HKW en Borssele. Een deel van deze gebieden heeft ook het hoogste aantal windturbines. Daarom is in Figuur S3 ook de gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequentie per windturbine per windenergiegebied weergegeven. Hieruit volgt dat de gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequentie per windturbine voor de windparken HKW en Borssele het hoogst zijn, gevolgd door de windparken HKN, HKZ en Gebied 8.

Deze windparken liggen in het zuidelijke drukkere deel van de Nederlandse EEZ. In dit deel van de EEZ liggen de verschillende aanloopgebieden richting de Nederlandse Havens (Westerschelde, Rotterdam en IJmuiden/Amsterdam), de windparken in dit deel van de EEZ zijn dan ook veelal omringd door verschillende drukke verkeersroutes. De windparken in het noorden van de Nederlandse EEZ liggen verder van de drukke verkeersroutes af (m.u.v. Gebied 5-MB). Daarnaast is de verkeersintensiteit van het niet-routegebonden verkeer dicht bij de kust en in de aanloopgebieden hoger dan in de noordelijke gebieden.

Op basis van deze totaaltabellen zijn de locaties van deze windturbines met de hoogste individuele aanvaar- en aandrijffrequentie grafisch weergegeven Figuur S4. In de figuur zijn in de legenda de grenzen zo gekozen dat de top 100 windturbines rood zijn weergegeven, de top 101-500 oranje, de top 501 – 1000 geel, de top 1001-3000 groen en de overige windturbines blauw. Hierdoor is inzichtelijk welke windturbines de grootste individuele aanvaar- en aandrijffrequentie hebben. De windturbines met de hoogste individuele totale aanvaar- en aandrijffrequentie staan langs de randen van de windparken grenzend aan de doorgaande verkeerroutes. Wanneer alleen gekeken wordt naar de aanvaarfrequenties (rammen) is dit effect duidelijk zichtbaar, en laten de windturbines aan de randen van de noordelijke windparken (gebied 5 en 6) hoge individuele aanvaarfrequenties zien. Wanneer echter alleen naar de aandrijffrequenties gekeken wordt zijn het met name de individuele windturbines in de zuidelijk Noordzee die een hogere frequentie laten zien. Met name Borssele en HKW.



Figuur S-4 Totale verwachte individuele aanvaar- en aandrijffrequentie (rammen + driften), rood top 100 windturbines.

Aanbevelingen

Monitoring scheepvaartverkeer en trend analyses

Voor het goed kwantitatief modelleren van de effecten van de offshore windparken op de scheepvaartveiligheid is het belangrijk een goed beeld te hebben van zowel de huidige scheepvaart en als de verwachte veranderingen. Met name de verwachte veranderingen voor het niet-route gebonden verkeer (werkvaart) zijn nu nog erg onzeker; hierdoor zijn effecten van de verwachte toename van deze groep schepen in deze studie nog niet mee genomen. Dit leidt tot een onderschatting van het risico. Het is dan ook belangrijk dat de ontwikkeling van de scheepvaart de komende jaren op de Noordzee goed gemonitord wordt en dat deze data geanalyseerd wordt.

Beperkte ruimte voor manoeuvreren

Door de aanwezigheid van de windparken worden schepen beperkter in de ruimte die beschikbaar is voor “goed zeemanschap”, zoals bijvoorbeeld uitwijken, maar ook het kiezen van de juiste veilige koers in slecht weer. Deze effecten kunnen momenteel nog niet in de huidige versie van SAMSON gekwantificeerd worden, maar binnen verschillende expertsessie wordt dit wel als een risico aangegeven. Het is dus belangrijk dat er onderzoek gedaan wordt naar op welke plekken schepen meer ruimte nodig hebben bij uitdagende weersomstandigheden.

Gevolgen van aanvaringen met windturbines

De huidige studie beperkt zich tot het bepalen van de verwachte aanvaarfrequenties. Voor een volledige risicoanalyse is het ook belangrijk de gevolgen van de incidenten mee te nemen. Met name de gevolgen van een aanvaring of aandrijving met een windturbine. Het is belangrijk dat hier aanvullend onderzoek naar gedaan wordt en dat deze resultaten gekoppeld worden aan de resultaten van SAMSON, zoals ze in dit rapport gepresenteerd zijn. Hierbij is het van belang dat er niet alleen gekeken wordt naar de gevolgen voor de windturbine, maar zeker ook naar de schade die het schip op loopt.

Ontwikkeling SAMSON

Voor het kwantitatief vaststellen van de effecten van windparken, trends in scheepvaart of andere ontwikkelingen op de Noordzee is het model SAMSON ontwikkeld door MARIN in samenwerking met RWS. Om op de veranderingen in te kunnen spelen en daarmee goed toekomstbestendig te zijn is het belangrijk dat het SAMSON model up-to-date blijft, door het onderhouden van basis gegevens die binnen het model gebruikt worden, maar ook door het toevoegen van nieuwe ontwikkelingen (programmadelen).

2 DOELSTELLING

De hoofdonderzoeksvraag voor het project is: *Wat zijn de cumulatieve en lokale effecten van drie verschillende ruimtelijke gebiedsscenario's met windparken op de scheepvaartveiligheid?*

De effecten op de scheepvaartveiligheid binnen dit onderzoek worden bepaald met behulp van SAMSON en bevatten:

- Het aantal verwachte schip-schip aanvaringen in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ);
- De aanvaar- en aandrijffrequentie voor de bestaande offshore platformen (olie en gas)
- De totale aanvaar- en aandrijffrequentie met windturbines binnen de verschillende gebiedsscenario's met windparken.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de volgende drie gebiedsscenario's met operationele windparken, windparken in aanbouw, geplande windparken, aangewezen windenergiegebieden en potentiële zoekgebieden voor toekomstige windenergiegebieden:

1. Aangepaste gebieden uit routekaart (RK) 2030 (operationele, in voorbereiding en geplande windparken) – 11 GW
2. Aangewezen windenergie versnellingsgebieden uit het Programma Noordzee 2022-2027 – 21 GW (RK 2030+)
3. Indicatieve zoekgebieden voor windenergie uit het Programma Noordzee 2022-2027 – 38+ GW (RK 2040)

Voor alle scenario's zijn de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaartveiligheid voor de gehele Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) weergegeven en daarnaast individueel per windpark in relatie tot het omliggende scheepvaartverkeer.

Naast de scenario's richting 2030 (RK 2030) is binnen het onderzoek ook gekeken naar de verschillende indicatieve zoekgebieden richting 2040. De scenario's worden verder toegelicht in paragraaf 3.1.

Voor het complete beeld zijn ook de resultaten in het rapport opgenomen voor het basis scenario 2019.

3 SCENARIO'S EN UITGANGSPUNTEN

Dit hoofdstuk beschrijft de drie gebiedsscenario's, toegelicht in paragraaf 3.1, waarvoor de effecten in relatie tot scheepvaartveiligheid zijn doorgerekend met behulp van SAMSON (toelichting in paragraaf 3.2). Daarnaast wordt in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van de volgende uitgangspunten:

- Inrichting van de windparken (paragraaf 3.3)
- Verkeersdatabases gebruikt binnen SAMSON (paragraaf 0)
- Offshore olie- en gasplatformen gebruikt binnen het onderzoek (paragraaf 3.5)

3.1 Gebiedsscenario's

Voor de berekeningen zijn drie ruimtelijke gebiedsscenario's vastgesteld op basis van de windparken, windenergiegebieden en zoekgebieden weergegeven in Figuur 1-1. De scenario's bestaan uit een vaste selectie aan gebieden; één verkeersdatabase voor het routegebonden verkeer en één verkeersdatabase voor het niet-routegebonden verkeer, waarbij de beide verkeersdatabases zijn aangepast aan de hand van de ruimtelijke situatie. Dit om de toekomstige praktijksituatie in relatie tot risico's zo realistisch mogelijk te modelleren aan de hand van de operationele windparken, in aanbouw zijnde windparken, aangewezen windenergiegebieden en zoekgebieden. Uiteindelijk zijn er in totaal drie verschillende routegebonden en drie verschillende (bijpassende) niet-routegebonden verkeersdatabases gemaakt aan de hand van de ruimtelijke gebiedsscenario's.

Binnen de verschillende scenario's zijn alle mogelijke windenergiegebieden meegenomen die binnen een bepaalde routekaart als "zoekgebied" zijn aangewezen. Per scenario moet uiteindelijk een gegeven hoeveelheid aan netto GW opgewerkt kunnen worden, dit betekent dat niet alle aangewezen zoekgebieden volledig gevuld kunnen of hoeven worden met windturbines, of dat niet alle zoekgebieden gebruikt worden. Hier is in deze fase nog geen rekening mee gehouden in het vaststellen van de aanpassingen in de verkeersstromen. Er zijn dus geen wijzigingen gemaakt voor ieder individueel windenergiegebied, maar voor een vast cluster aan windenergiegebieden. Per scenario is een route- en niet-routegebonden verkeersdatabase aangemaakt waarbij ervan uitgegaan is dat alle aangewezen zoekgebieden binnen het scenario volledig zijn opgevuld met windturbines.

Dit betekent dat de resultaten voor de schip-schip aanvaringen bepaald zijn voor de situatie dat binnen de betreffende routekaart alle windenergiegebieden zijn gevuld met windturbines. Uit eerdere onderzoeken is gebleken dat de uiteindelijke effecten op het aantal verwachte schip-schip aanvaringen op de gehele EEZ beperkt zijn ([Ref 1.], [Ref 2.], [Ref 3.]). Wel kan door het verleggen van bepaalde routes de locatie van de verwachte schip-schip aanvaringen verschillen. De resultaten voor de aanvaaren aandrijffrequentie voor de individuele windturbines zijn wel per individueel windenergiegebied berekend en opgenomen in de resultaten. Op basis van deze resultaten kan dus wel naar de effecten van verschillende individuele windparken, windenergie- en zoekgebieden gekeken worden.

Naast de drie ruimtelijke gebiedsscenario's welke onderwerp zijn van het onderzoek zijn ook de resultaten gepresenteerd voor het basis scenario, dit is een representatie voor 2019. Dit betekent de basis verkeersdatabase aangemaakt met behulp van AIS-data over 2019 en de windparken die in 2019 al operationeel waren: PAWP³, Luchterduinen, OWEZ⁴, Gemini I en II.

De scenario's worden op de volgende pagina's in meer detail toegelicht.

³ PAWP: Prinses Amalia WindPark

⁴ OWEZ: Offshore Windpark Egmond aan Zee

Scenario 1: Routekaart 2030 (RK2030)

Voor gebiedsscenario 1: RK2030 worden, naast de operationele windparken PAWP⁵, Luchterduinen, OWEZ⁶, Borssele en Gemini I en II de volgende toekomstige windparken beschouwd:

- HKN (Hollandse Kust Noord)
- HKZ (Hollandse Kust Zuid)
- HKW noordelijk en zuidelijk deel (Hollandse Kust West)
- TNW (Ten Noorden van de Waddeneilanden)
- IJmuiden Ver (zuidelijk deel)

De gebieden zijn weergegeven in Figuur 3-1.



Figuur 3-1 Overzichtskarten van de windparken en windenergiegebieden meegenomen in scenario 1 (RK2030 11 GW)

⁵ PAWP: Prinses Amalia WindPark

⁶ OWEZ: Offshore Windpark Egmond aan Zee

Scenario 2: Toekomstige routekaart 2030+ (RK2030+)

Voor gebiedsscenario 2, (RK2030+) wordt er aanvullend aan de gebieden gedefinieerd in scenario 1: RK2030, ook gekeken naar de aanvullend aangewezen windenergiegebieden in het Programma Noordzee (PN) 2022-2027:

- IJmuiden Ver (noordelijke deel)
- Gebied 1: Nederwiek (noord en zuidelijk deel)
- Gebied 2: Lagelander (noord en zuidelijke deel)
- Gebied 5 Oost: Doordewind, waarbij twee opties beschouwd zijn:
 - o Optie 1: zuidgrens tot 2nm van de rand van de vaargeul
 - o Optie 2: zuidgrens tot 4nm van de rand van de vaargeul.

In Figuur 3-2 zijn de gebieden weergegeven.



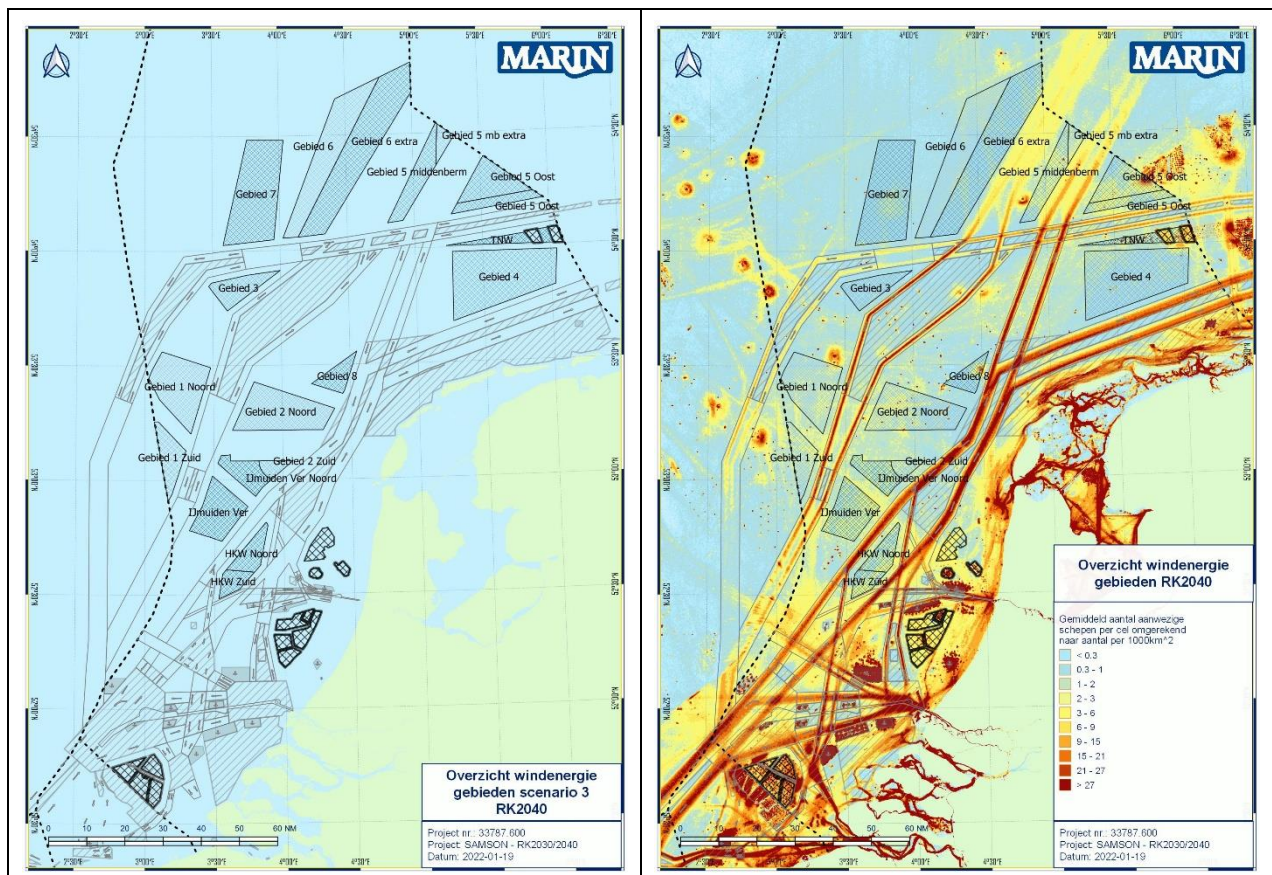
Figuur 3-2 Overzichtskarten van de windparken en windenergiegebieden meegenomen in scenario 2 (RK2030+ 21 GW)

Scenario 3: Toekomstige routekaart 2040 (RK2040)

Voor gebiedsscenario 3 (RK2040), wordt er naast de windenergiegebieden uit RK2030 en de windenergiegebieden uit het PN 2022-2027 (RK2030+), ook gekeken naar alle mogelijke zoekgebieden zoals deze indicatief zijn weergegeven in het PN 2022-2027 (RK2040):

- Gebied 3
- Gebied 4
- Gebied 5 middenberm
- Gebied 6 (inclusief het extra gebied aan de westzijde van Gebied 6)
- Gebied 7
- Gebied 8

In Figuur 3-3 zijn de alle beschouwde gebieden binnen RK2040 weergegeven. In de rechterkaart is ook de scheepvaartverkeerdichtheid voor alle schepen weergegeven, bepaald op basis van AIS-data over 2020.



Figuur 3-3 Overzichtsk kaart windparken, windenergie- en zoekgebieden beschouwd binnen scenario 3 - RK2040. Rechter kaart bevat naast het windenergiegebied ook de verkeerdichtheid in 2020.

3.2 SAMSON

De onderlinge schip-schip aanvaarfrequenties en de aanvaar- en aandrijffrequenties voor de windturbines zijn bepaald met behulp van het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea).

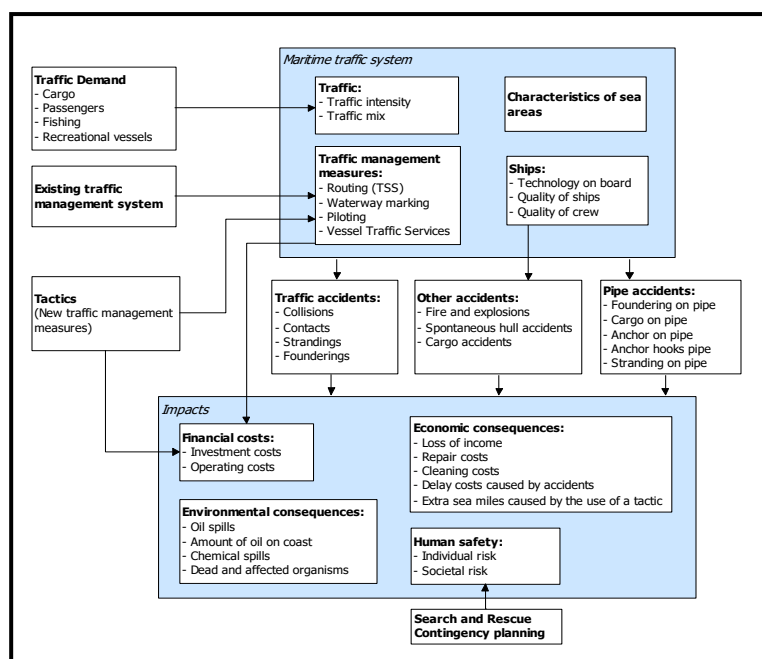
Het SAMSON-model is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden, bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaaren afstand en gerelateerde kosten.
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen.
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Binnen het huidige onderzoek zijn niet alle functionaliteiten van SAMSON gebruikt, alleen het deel waarmee het aantal verwachte ongevallen per jaar wordt bepaald (schip-schip aanvaringen en schip-object aanvaringen)

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Luchtvaart en Maritiem) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een algemene beschrijving van het model kan onder andere gevonden worden op: <https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/SAMSON>.

In Figuur 3-4 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok "Maritime traffic system" (rechtsboven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte etc.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalsmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok "Impacts" bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.



Figuur 3-4 Systeemdiagram SAMSON

SAMSON is een mathematisch model dat, op basis van verkeersintensiteiten, locatie van objecten en strandingslijnen, statistische weersomstandigheden en ongevallenstatistiek, de verwachte frequentie bepaald van enkele type nautische ongevallen. Dit betekent dat er aannames gedaan moeten worden voorafgaand aan het uitvoeren van de berekeningen met betrekking tot bijvoorbeeld de beschrijving van het verkeer. Ook zijn er modelaannames die een schematisering van de werkelijkheid zijn.

Een van deze aannames is de keuze voor de grootte van gridcellen waarvoor zowel de resultaten gepresenteerd worden als waarvoor het niet-routegebonden verkeer gemodelleerd wordt. In eerdere projecten, waaronder het project naar de cumulatieve effecten van de uitrol Wind op Zee 2030 [Ref 1.] is gekozen voor een gridcel grootte van 8x8km. Deze 8x8km is een keuze gebaseerd op de benodigde rekenkracht voor de berekeningen beschikbaar bij de eerste ontwikkelingen van het model en is tot nu toe altijd toereikend geweest binnen alle met behulp van SAMSON uitgevoerde projecten op de Noordzee. Echter, door de toename van de complexiteit van de verkeersstromen in de gebieden rond de windenergiegebieden is als aanbeveling vanuit het cumulatieve onderzoek meegegeven te onderzoeken of het mogelijk is deze gridcel grootte te verkleinen. In 2020 en 2021 is hier verder onderzoek naar gedaan waarbij is gekeken naar de effecten van gridcellen van 8x8km, 4x4km, 2x2km en 1x1km. In overleg met opdrachtgever RWS is gekozen voor een gridcel grootte van 4x4km binnen dit project naar de kwantitatieve cumulatieve effecten op scheepvaartveiligheid van de windenergiegebieden RK 2030, 2030+ en doorkijk richting 2040.

De keuze voor 4x4km gridcellen betekent een verfijning van de resultaten t.o.v. 8x8km gridcellen. Echter, door de keuze voor 4x4km gridcellen in plaats van nog kleinere cellen kan nog wel de onzekerheid in de verdeling van het niet-routegebonden verkeer van nu, en in de toekomst worden meegenomen in de berekeningen. Daarnaast komen de 4km gridcellen overeen met de 2 nautische mijl (nm) bufferzone rond de windenergiegebieden, die meegenomen is op basis van het afwegingskader veilige afstanden tussen scheepvaartroutes en windparken. (<https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/@167518/afwegingskader/>). Daarbij moet wel worden opgemerkt dat de locatie van het grid niet noodzakelijk een-op-een overeenkomt met de locatie van de ruimte tussen de vaarweg en het windpark. Echter, door de keuze van de kleinere gridcellen (4x4km i.p.v. 8x8km) zal de overlap met het windpark zelf kleiner zijn. Een verdere toelichting op de gebruikte niet-routegebonden verkeersdatabases wordt beschreven in paragraaf 3.4.2.

3.3 Inrichting windparken

Voor het bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequentie is de positie van de windturbines binnen de windparken nodig. Voor de operationele en (deels) vergunden windparken: HKN, HKZ, Borssele, TNW en HKW zijn de werkelijke posities, de posities zoals aangegeven binnen de vergunning of de posities binnen de laatste milieueffectrapportage (m.e.r.) gebruikt. Deze posities zijn vastgesteld in overleg met de opdrachtgever RWS.

Voor de windenergiegebieden waar nog geen m.e.r. is uitgevoerd zijn door MARIN zelf posities vastgesteld op basis van de gestelde uitgangspunten in het PN 2022-2027, in overleg met RWS.

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten en aannames gebruikt voor deze analyse:

- Totaalaantal MW per gebied is bepaald uitgaande van een dichtheid van 10MW per km²
- Er zal gebruik gemaakt worden van 15 MW-windturbines
- De windturbines staan evenredig verdeeld over het gebied, hierbij is geen rekening gehouden met eventuele pijpleidingen, kabel, platformen of andere bestaande of geplande objecten omdat de windenergiegebieden in deze fase nog niet verkaveld zijn.

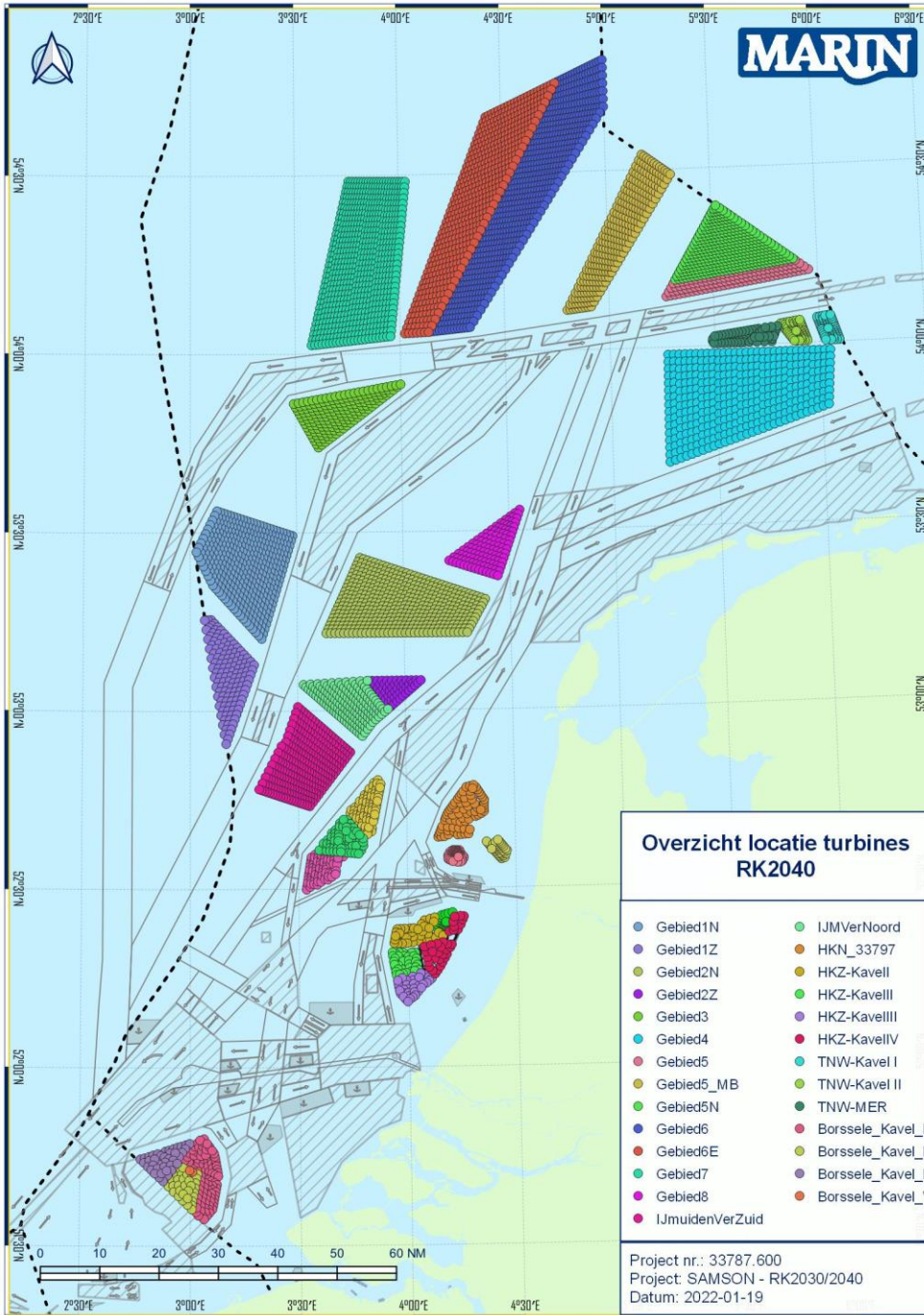
Uitgaande van bovengenoemde dichtheid is het verwachte aantal windturbines bepaald en deze zijn evenredig over het gebied verdeeld. Door deze aanpak zal uiteindelijk inzichtelijk worden waar binnen het windenergiegebied de hoogste aanvaar- en aandrijffrequentie te verwachten zijn. De windenergiegebieden kunnen op deze manier ook goed met elkaar vergeleken worden.

In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van de verschillende windenergiegebieden met het aangenomen aantal windturbines binnen het gebied. De eerste rijen (blauw) bevatten de gebieden waarvoor het aantal is bepaald op basis van de oppervlakte. De laatste zes rijen (groen) bevatten de gebieden waarvoor de coördinaten van de windturbines vastgesteld zijn op basis van bekende informatie uit vergunningen of m.e.r. procedures.

Binnen het SAMSON-model kan opgegeven worden wat de minimale passeerafstand is tot een object, in dit geval een windturbine. De minimale passeerafstand voor het routegebonden verkeer is een buffer van 1 nm (vergelijkbaar met eerdere uitgevoerde onderzoeken). Voor het niet-routegebonden verkeer is een buffer van 500m aangenomen.

Tabel 3-1 Overzicht van de verschillende windenergiegebieden met het aangenomen aantal windturbines en GW.

Naam	Km ²	Scenario	GigaWatt (weergegeven van shapefile RWS)	MW op basis van oppervlakte (km ² *10MW)	# windturbines (berekende MW/15)	Aangenomen aantal in de berekening
Gebied 1 Noord	612	RK2030+	(4 GW)	6120	408	408
Gebied 1 Zuid	202	RK2030+	(2 GW)	2021	135	135
Gebied 2 Noord	757	RK2030+	(2-4 GW)	7574	505	505
Gebied 2 Zuid	87	RK2030+	-	872	58	58
Gebied 3	276	RK2040	(2 GW)	2762	185	185
Gebied 4	548	RK2040	(4 GW)	5478	365	365
Gebied 5 middenberm	344+84	RK2040	(2 GW)	3438+842	229+56	285
Gebied 5 Oost	565	RK2030+	(2-4 GW)	5654	377	377
Gebied 6 Extra	874	RK2040	-	8740	583	583
Gebied 6	1340	RK2040	(10 GW)	13397	893	893
Gebied 7	1043	RK2040	(8 GW)	10432	695	695
Gebied 8	176	RK2040	(2 GW)	1762	117	117
IJmuiden Ver Noord	242	RK2030+	(2 GW)	2421	161	161
IJmuiden Ver (zuid)	460	RK2030	-	4604	300	300
HKW Noord		RK2030				152
HKW Zuid		RK2030				76
Ten noorden van de Wadden (incl Gemini I en II)		RK2030				226
Borssele		RK2030				173
HKN		RK2030				71
HKZ		RK2030				140



Figuur 3-5 Overzicht van de locaties van individuele windturbines meegenomen binnen de berekeningen.

3.4 Verkeersdatabase

Belangrijke invoerparameter voor de berekeningen is de beschrijving van het verkeer; de zogenoemde verkeersdatabase. Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het "routegebonden" en het "niet-routegebonden" verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de (koopvaardij)schepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, offshore werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd. Het routegebonden verkeer wordt toegekend aan een netwerkstructuur. Het niet-routegebonden verkeer wordt als een dichtheid per gridcel gemodelleerd.

Voor beide verkeersdatabases is eerst een basisvariant gemaakt op basis van het huidige verkeer (2019), vervolgens zijn aanpassingen gedaan om rekening te houden met de toekomstige windenergiegebieden en het doorvaartbeleid. Uiteindelijk bestaat per scenario één routegebonden verkeersdatabase en één niet-routegebonden verkeersdatabase.

Voor ieder scenario zijn alle, bij dat scenario behorende, windparken meegenomen, zie paragraaf 3.1. Er is niet voor ieder individueel windpark een individuele verkeersdatabase gemaakt. De berekende effecten zijn dus de effecten van het gehele scenario. Dit betekent dat wanneer bijvoorbeeld in scenario 3 (RK2040), later tijdens het routekaartproces toch besloten wordt om bijvoorbeeld gebied 7 niet mee te nemen, dit niet een-op-een terug te vinden is in de resultaten voor de schip-schip aanvaringen. De resultaten voor de schip-windturbine aanvaringen zijn wel per windpark bepaald, hiervoor kan dus wel inzichtelijk gemaakt worden wat het effect is van het bijvoorbeeld niet gebruiken van gebied 7.

In de paragrafen 3.4.1 en 3.4.2 worden de wijzigingen die per verkeersdatabase zijn doorgevoerd in meer detail beschreven.

3.4.1 Verkeersdatabase – routegebonden verkeer

Het *routegebonden* verkeer is gemodelleerd in de scheepvaartroutes op de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen aangezien men overal mag varen, zolang men de regels in acht neemt. Dit aandeel is echter zeer klein aangezien de links met elkaar alle kortste en veiligste verbindingen tussen havens omvatten; er wordt rekening gehouden met ondieptes, diepgang van schepen en andere obstakels.

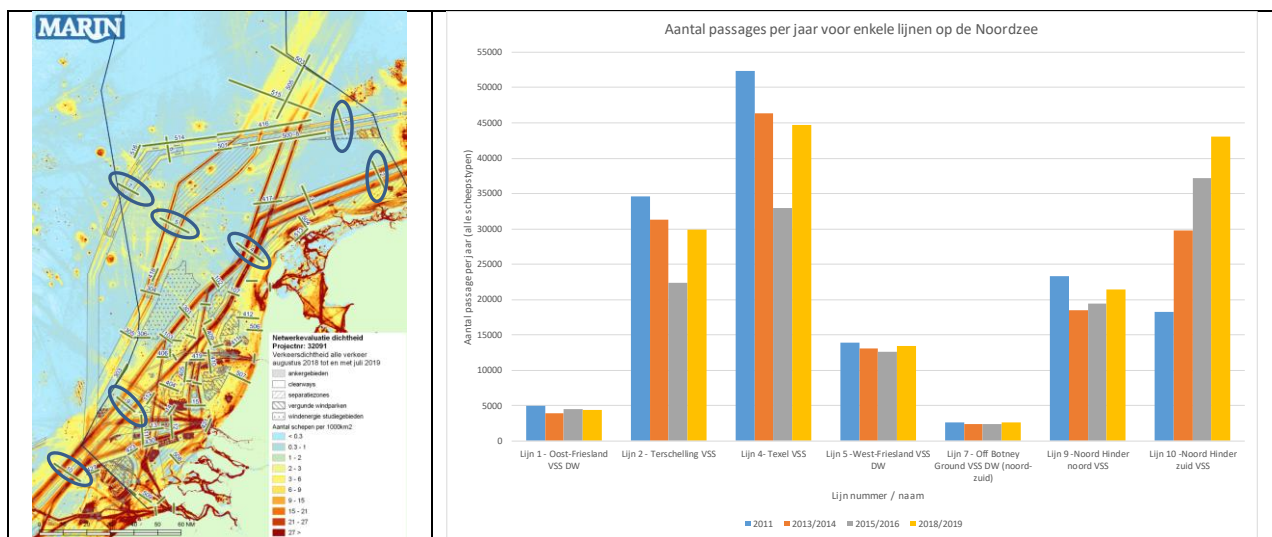
Een verkeersdatabase van routegebonden verkeer bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is.

Binnen het cumulatieve onderzoek ([Ref 1.] uitgevoerd in 2018/2019) is een verkeersdatabase aangemaakt op basis van de AIS-data voor 2017 en een voorspelling voor de autonome groei in 2030. Ook is binnen de FSA-Baltische routes [Ref 2.] een verkeersdatabase aangemaakt op basis van AIS-data verkregen voor de gehele Noordzee vanuit de NorthSeaServer. Echter, deze database is aangemaakt met als voornaamste doel de effecten van windenergiegebied 5 Oost, zoekgebied 5 middenberm en 6 in kaart te brengen. Deze verkeersdatabase was dan ook geoptimaliseerd voor een deel van de Noordzee.

Omdat voor het huidige onderzoek op verschillende locaties de basis routestructuur aangepast moet worden om rekening te houden met de aanvullende windparken binnen windenergie- en zoekgebieden, is ervoor gekozen een nieuwe database aan te maken op basis van de AIS-data over 2019. Dit is gedaan, omdat nu bij het vaststellen van de routestructuur van de huidige situatie al rekening gehouden is met de verwachte aanpassingen door de windenergiegebieden, hierdoor was het eenvoudiger de

routes aan te passen voor de toekomstige situaties. Omdat nog niet duidelijk is wat de effecten zijn van COVID-19 op de verkeersintensiteit is gekozen voor 2019 als meest geschikte en recentste jaar. Ook voor de niet-routegebonden verkeersdatabase (zie paragraaf 3.4.2) is 2019 als basisjaar gebruikt, hierdoor sluiten beide databases goed op elkaar aan.

Het voornaamste doel van het huidige onderzoek is in kaart brengen van de effecten van de verschillende zoekgebieden binnen verschillende scenario's. Eventuele autonome groei van de scheepvaart zou binnen alle scenario's gelijk zijn, daarom is in overleg met de opdrachtgever afgesproken de autonome groei niet als factor mee te nemen in de verkeersdatabase, omdat de verwachting is dat dit niet een onderscheidend aspect zal zijn. Daarnaast laat de meest recente netwerkanalyse Noordzee (2018/2019) [Ref 4.] zien dat de intensiteit van de scheepvaart niet significant gestegen is vanaf de eerste "metingen" in 2011. In Figuur 3-6 is een grafiek weergegeven waarin het aantal passages over een aantal lijnen op de Noordzee is weergegeven (bron: [Ref 4.]). De grafiek laat zien dat het aantal schepen over de verschillende routes schommelt, maar dat het aantal schepen sinds 2011 niet significant is toegenomen. De toename zichtbaar voor lijn 10 (rechts in de grafiek) wordt veroorzaakt door een verbeterde AIS-dekking in dit gebied. Daarbij is de autonome groei bepalen van het niet-routegebonden verkeer lastig gebleken in eerdere onderzoeken ([Ref 1.]).



Figuur 3-6 Rechts: Aantal passages per jaar voor een aantal lijnen op de Noordzee (bron: [Ref 4.]). Links locatie van de lijnen

Het aanmaken van de verkeersdatabase bestaat uit een aantal stappen; eerst het vaststellen van de routestructuur en vervolgens het bepalen van de verkeersintensiteit voor de verschillende routes.

De routestructuur is gemaakt op basis van de routes waar in 2019 gevaren door de schepen is. Hierdoor is een zeer actueel beeld van het verkeer als basis genomen voor de modellering. Naast het verkeersbeeld is ook de bestaande infrastructuur, zoals de bestaande windparken en olie- en gasinstallaties meegenomen in het vaststellen van de verkeersroutes.

Voor het vaststellen van de routestructuur is gebruik gemaakt van eerder aangemaakte verkeersdatabases, dichtheidskaarten en zogenoemde track-kaarten. Deze laatste zijn kaarten waarop de individuele tracks van schepen zijn weergegeven als lijnen, hierdoor kunnen verschillende vaarroutes worden vastgesteld en ook de vaarrichting van de schepen.

Na het vaststellen van de routestructuur wordt op basis van de Course over Ground (CoG) van de schepen en de afstand tot een routelijn een AIS-target toegewezen aan een bepaalde lijn. Op basis hiervan wordt het aantal passages per scheepstype en scheepsgrootte bepaald voor elk deel van de routestructuur. Het aantal passages vormt de basis voor de verkeersdatabase die het huidige verkeersbeeld beschrijft.

Vervolgens worden de lijnen van de routestructuur verlegd om rekening te houden met de veranderingen als gevolg van de verschillende windenergiegebieden. Uiteindelijk zijn drie verschillende routegebonden verkeersdatabases vastgesteld. In Figuur 3-7 zijn de verschillende verkeersdatabases schematisch weergegeven. Hierbij zijn alle routes dusdanig aangepast dat de verschillende windenergiegebieden niet doorkruist worden. In de kaarten is met een rode cirkel aangegeven waar de grootste veranderingen zijn ten opzichte van het vorige scenario.

Overzicht van de grootste aanpassingen:

RK2030 variant t.o.v. basis (huidige situatie):

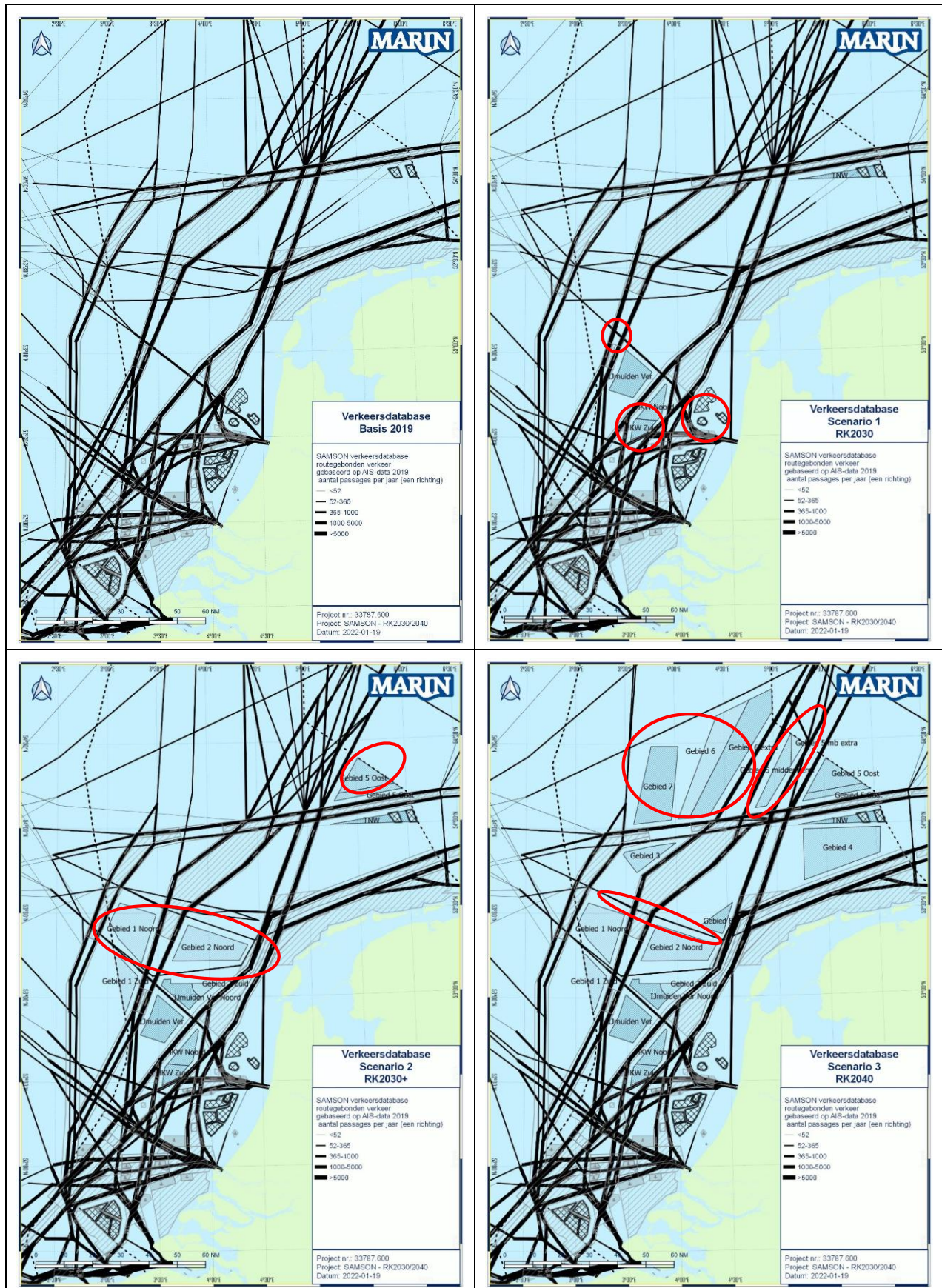
- In het huidige verkeersbeeld is te zien dat schepen vanuit of naar IJmuiden door het zuidelijke deel van windpark HKW varen, deze schepen zullen in de toekomst aan de zuidkant van het windpark passeren.
- De route tussen IJmuiden en de UK (New Castle), met name gebruikt door de ferry, is iets naar het noorden opgeschoven, door de ligging van de scheepvaartcorridor door het windenergiegebied IJmuiden Ver. Deze route is tevens door de ligging van windpark HKN aangepast.

RK2030+ (21 GW) variant t.o.v. RK2030 (11 GW) variant

- De huidige oost-west georiënteerde vaarroutes door de geplande windenergiegebieden 1 en 2 zijn aangepast, deels opgeschoven naar het noorden en een deel naar het zuiden door de scheepvaartcorridor in windenergiegebied IJmuiden Ver.
- De route door windenergiegebied 5, richting Esbjerg, is verschoven. Aangenomen is dat deze schepen in de toekomst langer in het verkeersscheidingsseksel (VSS) blijven en verder naar het oosten in noordelijke richting afbuigen richting Esbjerg. Binnen deze studie is niet uitgegaan van een eventuele scheepvaartcorridor door windenergiegebied 5 omdat deze reeds is afgevallen. Deze corridor is onderdeel geweest van de uitgevoerde FSA voor dit gebied [Ref 2.].

RK2040 (38+ GW) variant t.o.v. RK2030+ (21 GW) variant

- Door de ligging van gebied 8 schuift de oost-west route vanuit het VSS naar het zuiden op.
- De schepen in de huidige route van en naar Noorwegen door gebied 6 en 7 zijn "verplaatst" naar de aansluiting met de Northern Sea Route (NSR) aan de westkant van gebied 7. Hierdoor neemt hier de intensiteit toe.



Figuur 3-7 Schematische weergave van de verschillende verkeersdatabases voor het routegebonden verkeer (linksboven: basis 2019, rechtsboven: RK2030, Linksonder: RK2030+, rechtsonder: RK2040).

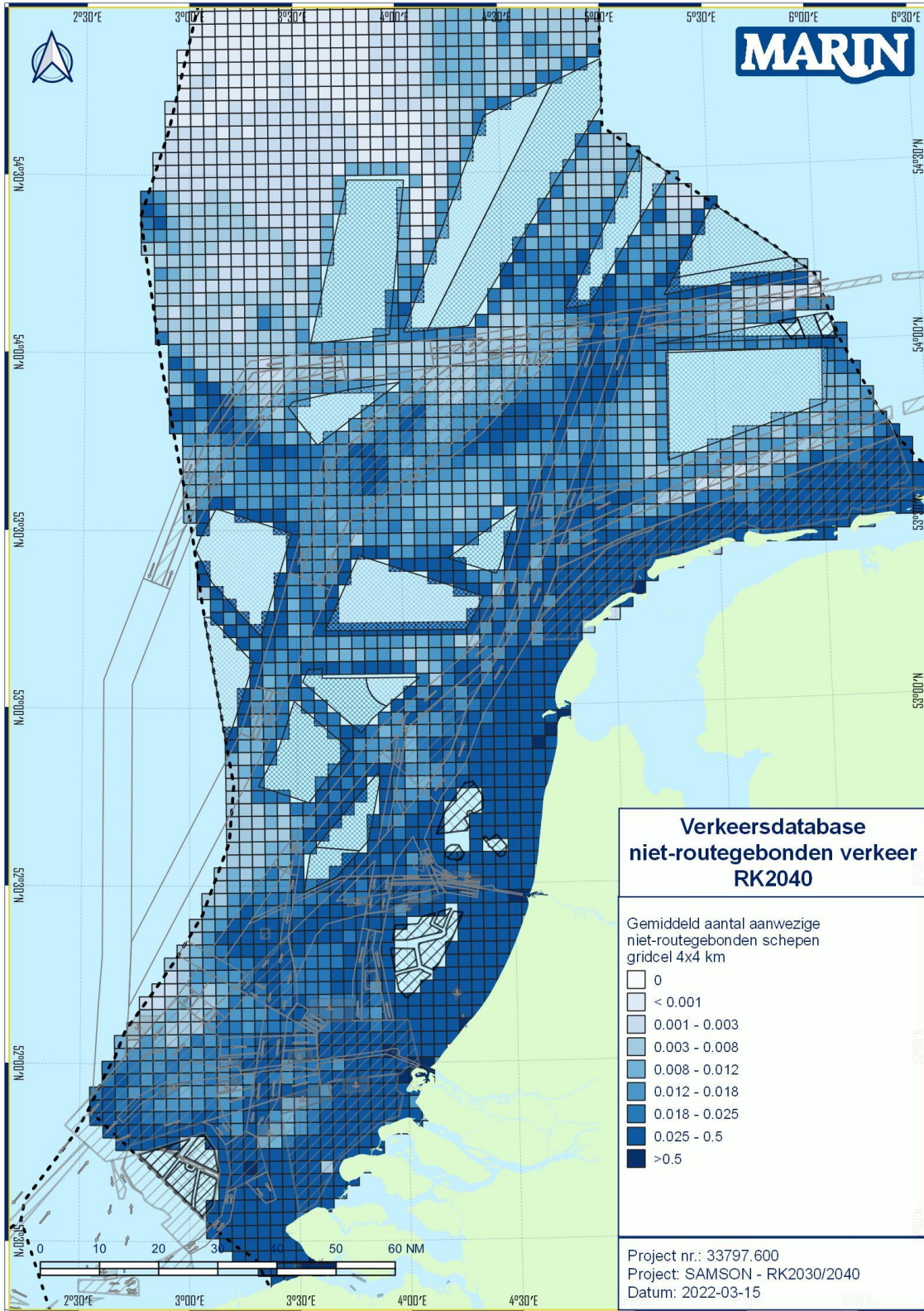
3.4.2 Verkeersdatabase – niet-routegebonden verkeer

Het niet-routegebonden verkeer (visserij, offshore supply vaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op dezelfde wijze worden gemodelleerd als het routegebonden verkeer. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar één of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens in veel gevallen weer terug naar de vertrekhaven A (of andere haven). Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien nog vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd. Voor dit project is gekozen voor een gridcel grootte van 4x4km in tegenstelling tot de eerder gebruikte 8x8km (zie ook 3.2).

De basis voor de niet-routegebonden verkeersdatabase is de AIS-data over 2019, ook voor de routegebonden verkeersdatabase is gekozen voor 2019. Op basis van de AIS-data is per gridcel het gemiddeld aantal aanwezige schepen per scheepstype en scheepsgrootte klasse bepaald. Dit vormt de basis voor de verdere aanpassingen. Voor het gebruik van de verkeersdatabase binnen de verschillende scenario's moeten enkele aanpassingen gedaan worden. Hiervoor zijn de volgende uitgangspunten afgestemd met de opdrachtgever:

- De totale verwachte intensiteit van het niet-routegebonden verkeer op de Noordzee blijft gelijk. Uiteraard zal het zo zijn dat door de bouw van de windparken en andere mogelijke activiteiten op zee de intensiteit van het werkverkeer zal fluctueren en naar verwachting toenemen over de komende jaren. Echter, nu is nog te weinig informatie bekend over deze toename om deze goed en betrouwbaar mee te nemen in de berekeningen. Daarnaast zal de toename niet altijd overal hetzelfde zijn, maar fluctueren over de tijd en locatie. Ook de intensiteit en locatie van visserijvaartuigen zal anders zijn binnen de verschillende scenario's, maar ook hier is nu nog te weinig informatie over bekend.
- Per windpark is bepaald welke cellen vrij van verkeer gemaakt worden en naar welke cellen het verkeer "verplaatst" wordt. Uitgangspunt is dat het verkeer dat zich binnen het windpark bevindt verplaatst wordt naar de randen van het windpark en dat de totale intensiteit evenredig verdeeld wordt over de cellen in de rand. Er is dus geen rekening gehouden met de locatie binnen het windpark of de uiteindelijke vaarroutes van de schepen in het windpark. Voor het onderzoek naar de effecten voor doorvaart [Ref 3.] is wel een uitgebreide verkeersanalyse uitgevoerd om onderscheid te maken. Voor dit huidige onderzoek is, in overleg met de opdrachtgever, bepaald dat hier geen detailanalyses uitgevoerd wordt omdat op dit moment nog te weinig informatie bekend is over het toekomstige gedrag van deze categorie schepen. Het uitgangspunt voor het niet-routegebonden verkeer is dus dat de totale verkeersintensiteit gelijk blijft, maar dat het verkeer vanuit de windparken naar de bufferzone verplaatst.

Van enkele gridcellen liggen de hoeken deels binnen de windenergiegebieden. Dit heeft geen grote invloed op de aanvaar- en aandrijffrequentie van de individuele windturbines, omdat per windturbine een minimale passeerafstand is opgegeven binnen de uitgangspunten van de berekeningen. Deze minimale passeerafstand is gedefinieerd tot de 500m veiligheidszone rond de buitenste rij windturbines. Hierdoor kunnen binnen het mathematische model schepen dus "nooit" in de basis binnen 500m van een windturbine varen. Uiteraard kan een schip wel binnen de 500m komen als gevolg van een incident.

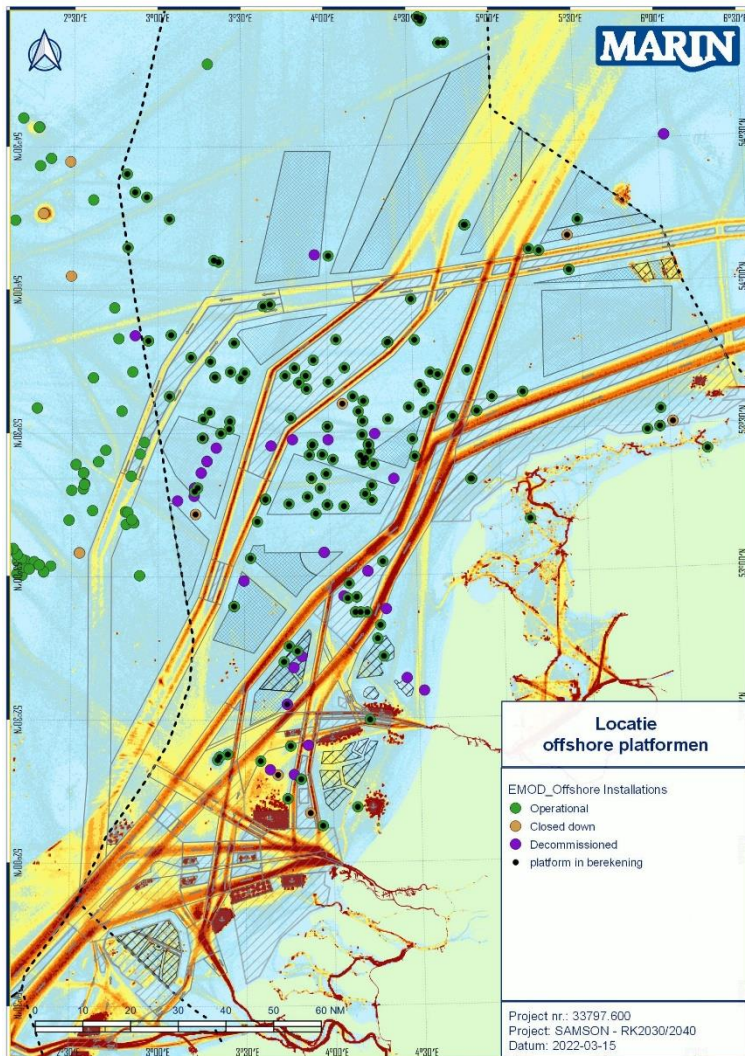


Figuur 3-8 Totale niet-routegebonden verkeersdatabase voor RK2040 (scenario 3)

3.5 Bestaande offshore platformen

Naast de aanvaar- en aandrijffrequentie voor de bestaande en toekomstige windturbines is ook de aanvaar- en aandrijffrequentie bepaald voor de al bestaande offshore platformen aanwezig op de Nederlandse EEZ. Als basis hiervoor zijn de gegevens gebruikt vanuit EMDO-net (<https://emodnet.ec.europa.eu/en/human-activities>). Hierbij is een selectie gemaakt van offshore constructies boven water die of “operational” of “closed down” zijn. De platformen waarbij aangegeven is dat “decommissioned” zijn, zijn niet mee genomen in de analyse.

De komende jaren zullen verschillende platformen worden afgebroken. Welke dat zullen zijn is nu nog niet definitief bekend, daarom is er, in overleg met de opdrachtgever, voor gekozen alle platformen mee te nemen in de berekeningen voor de verschillende scenario's. Dit betekent op sommige locaties wellicht een overschatting van het risico, omdat de platformen er in de toekomst niet meer zullen staan. Hoe groot deze overschatting is hangt af van de locatie van het platform ten opzichte van de verkeersroutes.



Figuur 3-9 Locatie offshore platformen mee genomen in de berekeningen.

4 RESULTATEN

De resultaten van de SAMSON-berekeningen met de uitgangspunten zoals beschreven in hoofdstuk 3 worden toegelicht in dit hoofdstuk. Eerst worden de individuele resultaten voor schip-schip aanvaringen (paragraaf 4.1) en schip-windturbine aanvaringen (paragraaf 4.2) weergegeven. Tenslotte worden in paragraaf 4.3 de resultaten van beide incidenten typen bij elkaar opgeteld voor het totale effect. In paragraaf 4.4 worden vervolgens de resultaten van de berekeningen uitgezet tegen de resultaten vanuit het cumulatieve onderzoek ([Ref 1.]).

4.1 Resultaten schip-schip aanvaringen

Op basis van de aangepaste verkeersdatabases voor het routegebonden en niet-routegebonden verkeer is met behulp van het SAMSON-model het aantal verwachte schip-schip aanvaringen bepaald. Het aantal berekende schip-schip aanvaringen wordt bepaald per scheepstype en aanvaringstype. De aanvaringen worden uiteindelijk toegewezen aan de gridcellen zoals deze vastgesteld zijn voor de niet-routegebonden verkeersdatabases (in dit geval 4x4km cellen).

In Tabel 4-1 is het totaal aantal verwachte aanvaringen per jaar weergegeven voor de gehele Nederlandse EEZ, hierbij zijn de resultaten voor de Waddenzee buiten beschouwing gelaten. Op de Waddenzee is een mix van binnenvaart, visserij, recreatievaart en zeevaart aanwezig, dit maakt dat de basis ongevalskansen, die een van de basisuitgangspunten zijn van SAMSON, voor dit gebied niet geheel toereikend zijn. Deze basis ongevalskansen zijn bepaald op basis van historische ongevallen op open zee. De aanvaringen zijn onderverdeeld in drie categorieën:

- RR → routegebonden schip met routegebonden schip
- RN → routegebonden schip met niet-routegebonden schip
- NN → niet-routegebonden schip met niet-routegebonden schip

Tabel 4-1 Aantal verwachte schip-schip aanvaringen per jaar voor de drie scenario's (RK2030, RK2030+ en RK2040).

Scenario	Verwachte aantal schip-schip aanvaringen per jaar			
	RR	RN	NN	Totaal
Basis - 2019	1,673	2,063	2,568	6,304
RK2030	1,676	2,064	2,568	6,308
RK2030+	1,677	2,070	2,572	6,319
RK2040	1,686	2,071	2,574	6,331
Absolute verschil				
RK2030 – Basis 2019	0,003	0,001	0,000	0,004
RK2030+ – Basis 2019	0,004	0,007	0,004	0,015
RK2040 – Basis 2019	0,012	0,008	0,006	0,027
RK2040 - RK2030	0,010	0,007	0,006	0,023
Procentuele groei				
RK2030 t.o.v. basis 2019	0,15%	0,07%	0,00%	0,06%
RK2030+ t.o.v. basis 2019	0,23%	0,34%	0,17%	0,24%
RK2040 t.o.v. basis 2019	0,74%	0,41%	0,24%	0,43%
RK2040 t.o.v. RK2030	0,59%	0,34%	0,24%	0,36%

Voor scenario 1: RK2030 (11 GW) is het totaal aantal berekende schip-schip aanvaringen 6,31 per jaar, hiervan is gemiddeld 1,68 tussen routegebonden schepen onderling, 2,06 tussen een routegebonden en een niet-routegebonden schip en in totaal 2,57 tussen niet-routegebonden schepen onderling.

Het totaal aantal berekende schip-schip aanvaringen voor scenario 2: 21 GW (RK2030+) is 6,32 per jaar en voor scenario 3: 38+ GW (RK2040) is dit 6,33 per jaar. Hierbij dient opgemerkt te worden dat alleen de verschuivingen in routes en de verschuiving van het niet-routegebonden verkeer zijn meegenomen. Binnen deze studie is geen autonome groei van de scheepvaart meegenomen. De verkeersintensiteit voor de verschillende scenario's is gelijk. Als onderdeel van het cumulatieve onderzoek uitgevoerd in 2019 [Ref 1.] zijn wel de effecten van de verwachte autonome groei inzichtelijk gemaakt. Het effect zichtbaar vanuit de berekeningen laat voornamelijk het effect van de verschuiving van het verkeer zien, eventuele aanvullende effecten op de kans op een schip-schip aanvaring, zoals de negatieve effecten op de zichtbaarheid van schepen onderling, zijn niet meegenomen binnen het model.

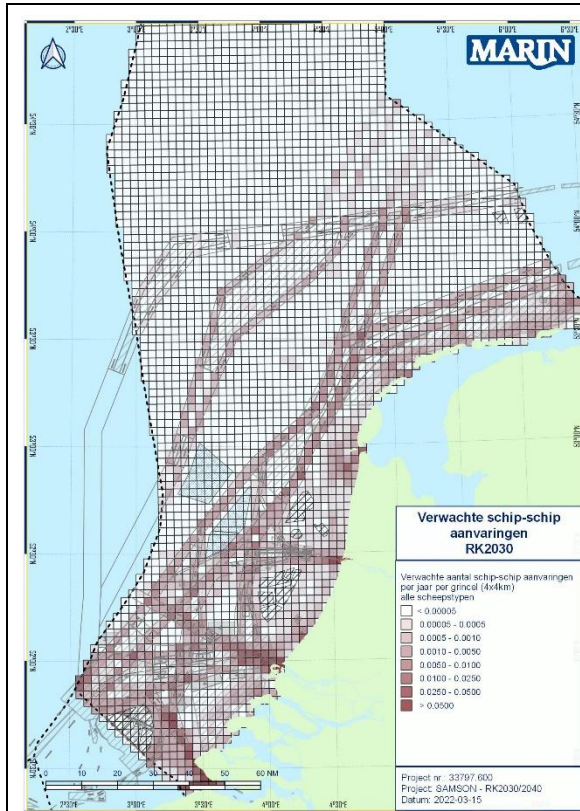
De effecten van de verandering van de vaarroutes en verschuiving van verkeersintensiteit voor de drie beschouwde toekomstscenario's met het SAMSON-model zijn klein. In Tabel 4-1 is naar de absolute verschillen ook de procentuele groei weergegeven voor de verschillende scenario's. Voor alle scenario's geldt dat de verwachte groei niet meer is dan 1% ten opzichte van het scenario RK2030.

Er zijn verschillende kaarten gemaakt om inzichtelijk te maken waar de grootste effecten optreden. Figuur 4-1 t/m Figuur 4-3 laten het verwachte aantal schip-schip aanvaringen per jaar per gridcel (4x4km) zien voor de verschillende scenario's. In Figuur 4-4 t/m Figuur 4-6 is het absolute verschil tussen de verschillende scenario's weergegeven, hierbij is per gridcel het verschil bepaald in het aantal verwachte schip-schip (blauw betekent afname in aantal schip-schip aanvaringen en rood een toename).

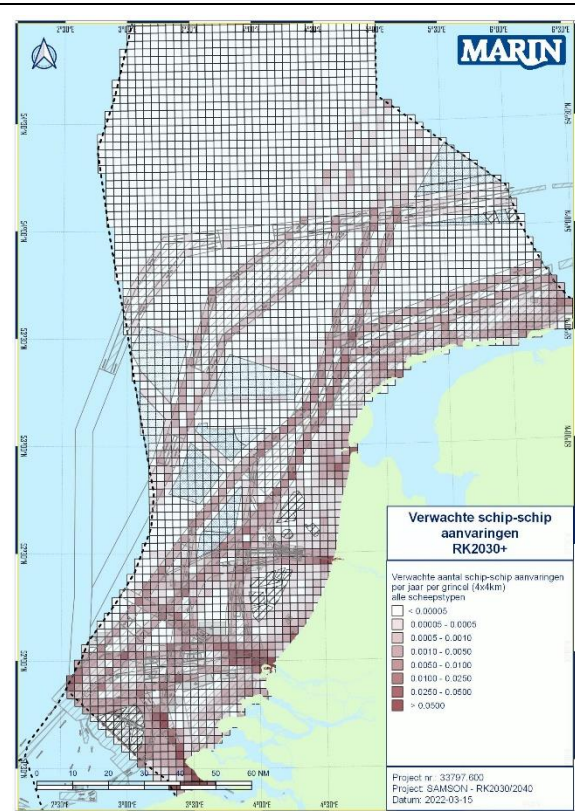
Het grootste effect dat zichtbaar is, bevindt zich aan de randen rond de verschillende windenergiegebieden en binnen de windenergiegebieden zelf. Het niet-routegebonden verkeer dat eerst in de windparken is waargenomen is verplaatst naar de bufferzone aan de rand. Dus het aantal verwachte schip-schip aanvaringen voor niet-routegebonden schepen onderling is verplaatst van binnen het toekomstige windenergiegebied naar de bufferzone aan de randen. Daarbij komt dat er aan de randen van de bufferzone meer interactie is met het routegebonden verkeer in de vaarroutes, dus de toename die zichtbaar is voor dit type aanvaring zal zich concentreren in de gebieden rond de windenergiegebieden.

Tenslotte zijn op een aantal locaties bestaande (kleinere) routes aangepast waardoor deze meer geconcentreerd zijn. In de situatie zonder windenergiegebieden lopen er een aantal oost-west georiënteerde routes tussen het VSS Vlieland aan de oostkant van de Nederlandse EEZ en het Verenigd Koninkrijk aan de westkant. Deze vaarroutes zullen meer samengevoegd worden aan de noordkant van IJmuiden Ver, gebied 2, gebied 1 en door de corridor tussen IJmuiden Ver, het kruisen van het tussenliggende VSS West Friesland en de corridor door Gebied 1.

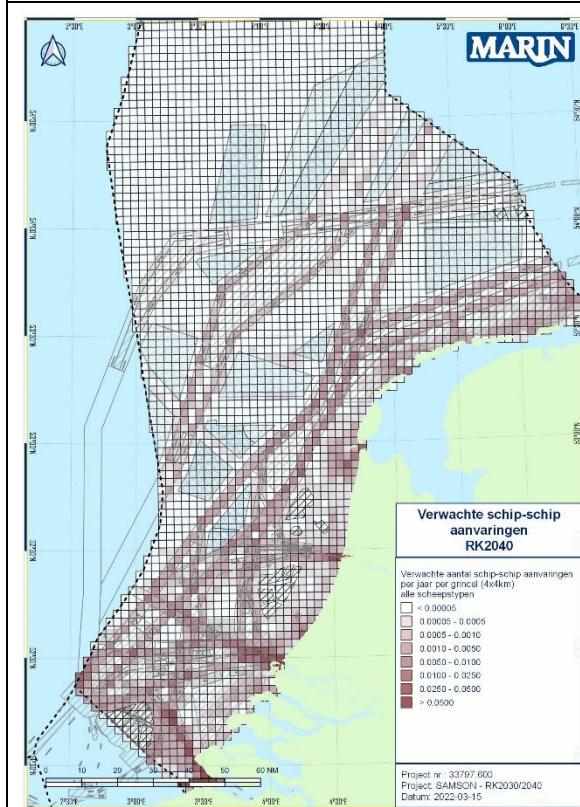
Ook zal de middenberm bij gebied 5 in het noorden ervoor zorgen dat er meer verkeer getrechterd wordt door een smaller gebied. Dit vergroot de kans op interactie tussen schepen onderling en dus de kans op schip-schip aanvaringen. De effecten van de middenberm zijn in meer detail onderzocht in de FSA-Baltische route ([Ref 2.]).



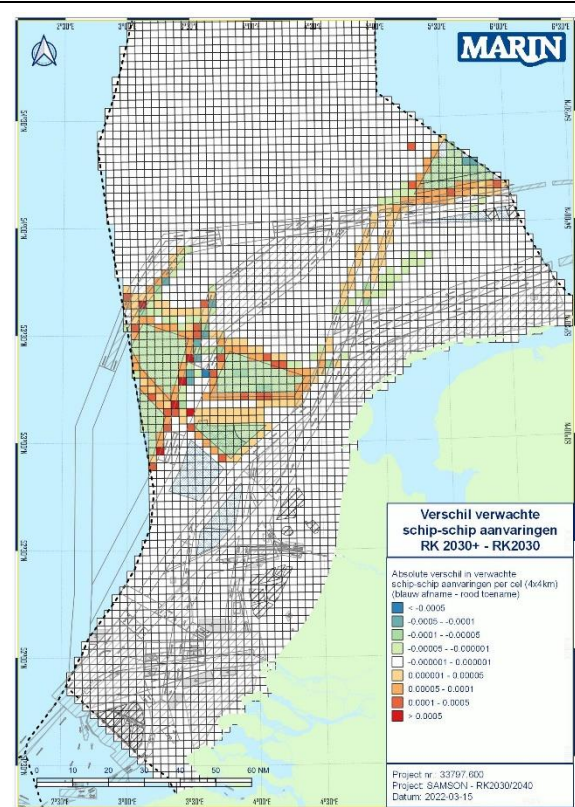
Figuur 4-1 Verwachte schip-schip aanvaringen per gridcel (4x4km) voor RK2030



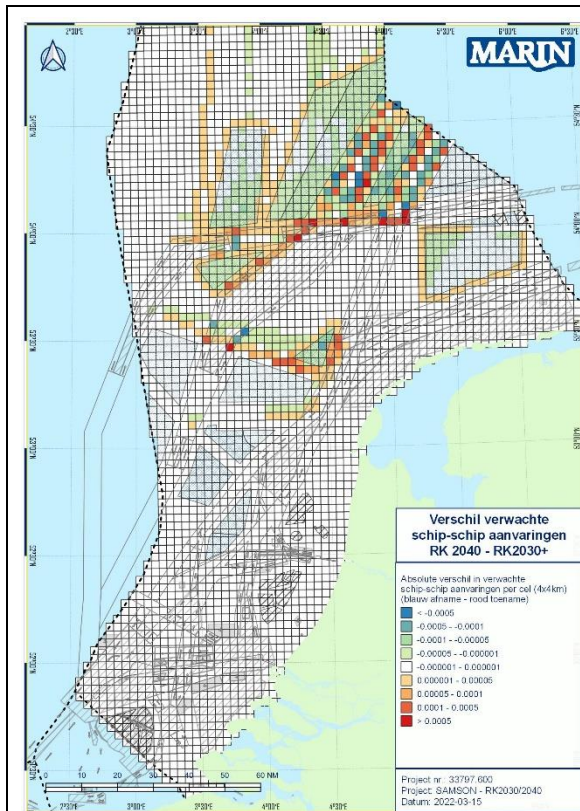
Figuur 4-2 Verwachte schip-schip aanvaringen per gridcel (4x4km) voor RK2030+



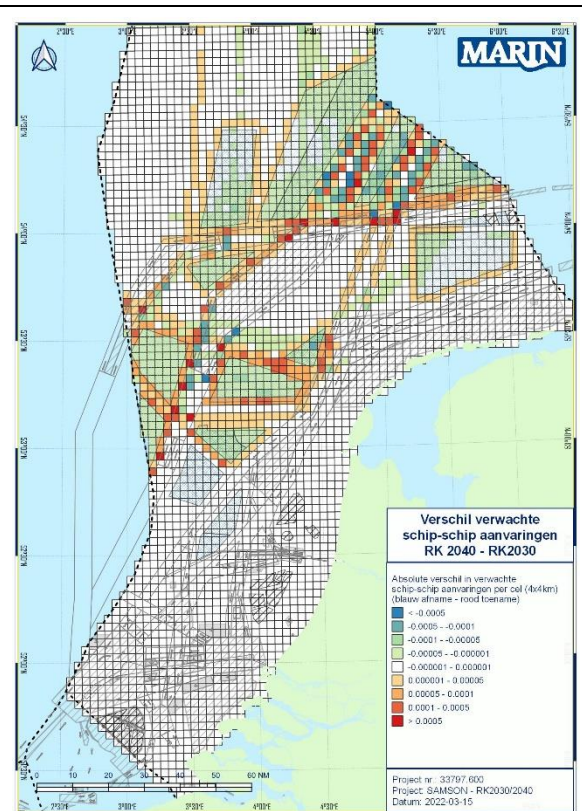
Figuur 4-3 Verwachte schip-schip aanvaringen per gridcel (4x4km) voor RK2040



Figuur 4-4 Vershil in verwachte schip-schip aanvaringen per gridcel (4x4km) voor RK2030+ - RK2030



Figuur 4-5 Vershil in verwachte schip-schip aanvaringen per gridcel (4x4km) voor RK2040 - RK2030+



Figuur 4-6 Vershil in verwachte schip-schip aanvaringen per gridcel (4x4km) voor RK2040 - RK2030

Conclusies met betrekking tot de effecten op het aantal schip-schip aanvaringen als gevolg van aanpassingen in de routes voor de verschillende scenario's zijn:

- Het totaal berekende aantal verwachte schip-schip aanvaringen verandert weinig;
- De locatie van de schip-schip aanvaringen verandert wel en zal zich meer concentreren rond de toekomstige windenergiegebieden, al ligt de concentratie van de aanvaringen nog steeds in de vaarroutes, waar de meeste scheepvaart zich bevindt.
- De berekende effecten zijn alleen het gevolg van de aanpassing van de route structuur door de ligging van de windparken, effecten als gevolg van de beperktere ruimte voor uitwijken of het effect op het onderlinge zicht etc. zijn niet expliciet mee genomen binnen het huidige SAMSON-model.

In paragraaf 4.4 zullen de resultaten worden vergeleken met de resultaten uit eerdere onderzoeken.

4.2 Resultaten schip-windturbine aanvaringen

De aanvaar- en aandrijffrequentie voor de windturbines zijn uitgerekend voor iedere individuele windturbine zoals weergegeven in paragraaf 3.3. Tenslotte is de totale aanvaar- en aandrijffrequentie per windenergiegebied weergegeven in Tabel 4-2 en Tabel 4-3. In Tabel 4-2 staan de resultaten weergegeven als verwachte aantal aanvaringen per jaar en in Tabel 4-3 zijn de frequenties weergegeven als “eens in de jaar”.

In de tabellen (Tabel 4-2 en Tabel 4-3) is in de tweede kolom het aantal windturbines weergegeven dat is meegenomen in de berekeningen. In kolom 3 t/m 5 staat de totale frequentie voor het gehele windpark. In kolom 6 t/m 8 staat de gemiddelde frequentie per windturbine, dit is bepaald door het totaal te delen door het aantal windturbines. Tenslotte is in de kolommen 9 t/m 11 de frequentie weergegeven van de windturbine die de hoogste frequentie heeft van het windpark.

In de laatste rijen van de tabel is het totaalaantal verwachte schip-windturbine aanvaringen weergegeven voor de verschillende scenario's en in de laatste twee rijen is alleen de extra frequentie weergegeven voor het betreffende scenario t.o.v. van het voorgaande. Voor een totaalbeeld zijn ook de verwachte aanvaar- en aandrijffrequentie voor het basis scenario 2019 weergegeven, hierbij zijn de frequenties gesommeerd voor de parken: PAWP, OWEZ, Luchterduinen, Gemini I en Gemini II.

In totaal is het aantal verwachte aanvaringen/aandrijvingen met een windturbine in RK2030 0,562 per jaar (eens in de 1.8 jaar). Voor het scenario RK2030+ is dit 0,978 per jaar (eens in de 1.0 jaar) en voor RK2040 1.436 per jaar (eens in de 0.7 jaar, meer dan 1 keer per jaar). In het basis scenario voor 2019 is de aanvaar- en aandrijffrequentie voor de 5 windparken (294 windturbines) eens in de 10 jaar.

In Figuur 4-7 zijn de totale aanvaar- en aandrijffrequenties per windpark, per jaar nogmaals grafisch weergegeven, ook is (blauwe lijn) het aantal berekende windturbines weergegeven.

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie is het hoogst voor de windenergiegebieden Gebied 2-Noord, Gebied 6, HKW en Borssele. Een deel van deze gebieden heeft ook het meeste aantal windturbines. Daarom is in Figuur 4-8 ook de gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequentie per windturbine per windenergiegebied weergegeven. Hieruit volgt dat de gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequentie per windturbine voor de windparken HKW en Borssele het hoogst zijn, gevolgd door de windparken HKN, HKZ en Gebied 8.

Deze windparken liggen in het zuidelijke drukkere deel van de Nederlandse EEZ. In dit deel van de EEZ liggen de verschillende aanloopgebieden richting de Nederlandse Havens (Westerschelde, Rotterdam en IJmuiden/Amsterdam), de windparken in dit deel van de EEZ zijn dan ook veelal omringd door verschillende drukke verkeersroutes. De windparken in het noorden van de Nederlandse EEZ liggen verder van de drukke vaarroutes af m.u.v. Gebied 5-MB. Daarnaast is de verkeersintensiteit van het niet-routegebonden verkeer dicht bij de kust en in de aanloopgebieden hoger dan in de noordelijke gebieden.

Tabel 4-2 Verwachte totale aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar voor alle windgebieden

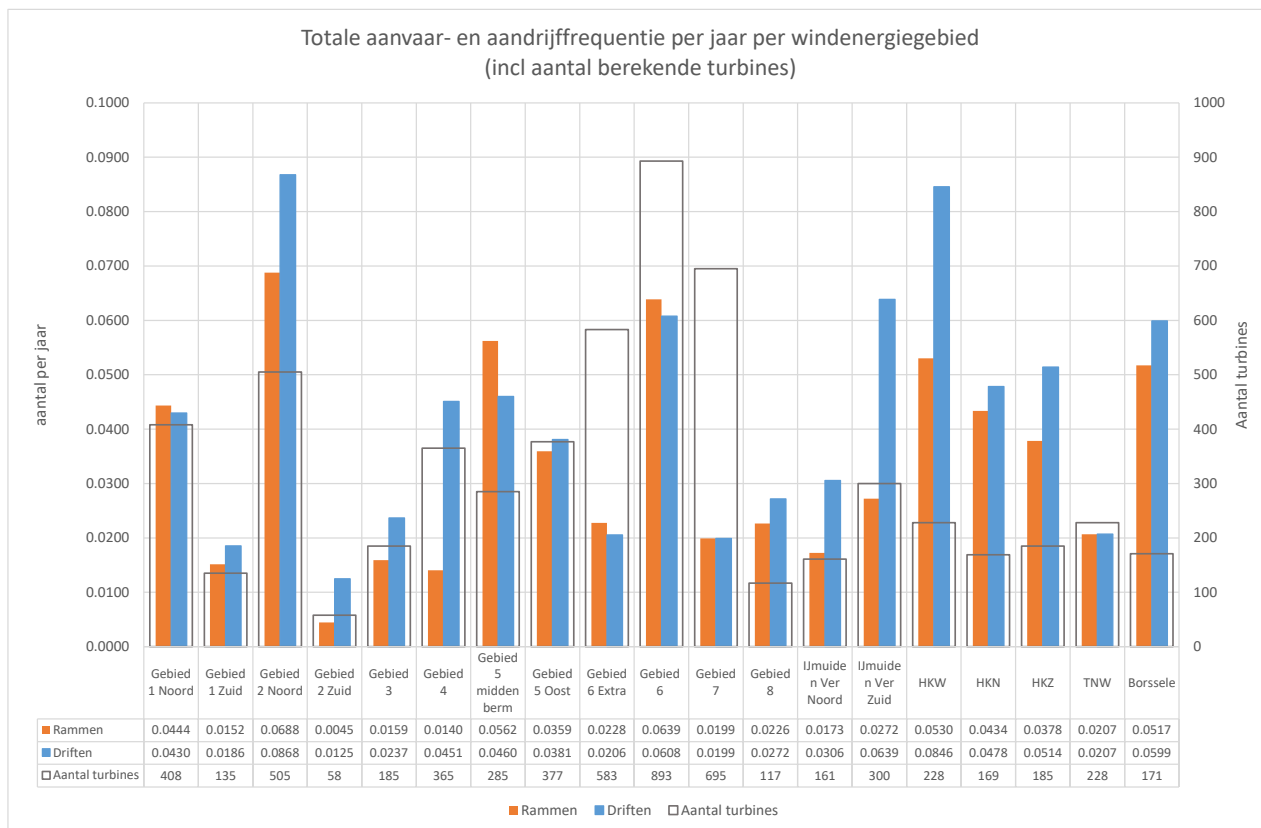
Windpark	Aantal wind turbine	Totale frequentie per jaar (gehele windpark)			Gemiddelde frequentie per jaar per windturbine			Maximale frequentie per windturbine per jaar		
		Rammen	Driften	Totaal	Rammen	Driften	Totaal	Rammen	Driften	Totaal
Gebied 1 Noord	408	0,04436	0,04297	0,08733	1,09E-04	1,05E-04	2,14E-04	6,18E-04	2,06E-04	6,43E-04
Gebied 1 Zuid	135	0,01517	0,01856	0,03373	1,12E-04	1,37E-04	2,50E-04	5,33E-04	2,16E-04	5,53E-04
Gebied 2 Noord	505	0,06879	0,08677	0,15556	1,36E-04	1,72E-04	3,08E-04	5,39E-04	2,71E-04	5,78E-04
Gebied 2 Zuid	58	0,00448	0,01250	0,01697	7,72E-05	2,15E-04	2,93E-04	2,97E-04	2,63E-04	3,64E-04
Gebied 3	185	0,01593	0,02367	0,03959	8,61E-05	1,28E-04	2,14E-04	2,39E-04	2,15E-04	3,78E-04
Gebied 4	365	0,01405	0,04509	0,05913	3,85E-05	1,24E-04	1,62E-04	2,25E-04	2,50E-04	3,55E-04
Gebied 5 MB	285	0,05623	0,04600	0,10223	1,97E-04	1,61E-04	3,59E-04	8,95E-04	2,52E-04	1,07E-03
Gebied 5 Oost	377	0,03591	0,03809	0,07401	9,53E-05	1,01E-04	1,96E-04	5,03E-04	2,11E-04	5,32E-04
Gebied 6 Extra	583	0,02276	0,02057	0,04333	3,90E-05	3,53E-05	7,43E-05	3,33E-04	1,12E-04	3,45E-04
Gebied 6	893	0,06386	0,06078	0,12464	7,15E-05	6,81E-05	1,40E-04	7,15E-04	1,92E-04	9,07E-04
Gebied 7	695	0,01990	0,01990	0,03980	2,86E-05	2,86E-05	5,73E-05	2,84E-04	9,57E-05	2,98E-04
Gebied 8	117	0,02265	0,02719	0,04984	1,94E-04	2,32E-04	4,26E-04	8,04E-04	3,18E-04	1,10E-03
IJmuiden Ver Noord	161	0,01725	0,03057	0,04782	1,07E-04	1,90E-04	2,97E-04	5,12E-04	3,03E-04	8,15E-04
IJmuiden Ver Zuid	300	0,02720	0,06386	0,09105	9,07E-05	2,13E-04	3,04E-04	6,86E-04	3,05E-04	9,91E-04
HKW	228	0,05303	0,08456	0,13760	2,33E-04	3,71E-04	6,03E-04	1,47E-03	4,80E-04	1,93E-03
HKN	169	0,04335	0,04784	0,09119	2,57E-04	2,83E-04	5,40E-04	6,24E-04	3,80E-04	6,80E-04
HKZ	185	0,03783	0,05142	0,08925	2,04E-04	2,78E-04	4,82E-04	8,90E-04	3,55E-04	9,76E-04
TNW	228	0,02066	0,02072	0,04137	9,06E-05	9,09E-05	1,81E-04	2,62E-04	1,12E-04	2,89E-04
Borssele	171	0,05174	0,05992	0,11166	3,03E-04	3,50E-04	6,53E-04	2,33E-03	4,99E-04	2,54E-03
Totaal Basis 2019⁷	294	0,04898	0,05071	0,09969	1,67E-04	1,72E-04	3,39E-04			
Totaal RK2030	1281	0,23381	0,32831	0,56212	1,83E-04	2,56E-04	4,39E-04			
Totaal RK2030+	2925	0,41978	0,55776	0,97754	1,44E-04	1,91E-04	3,34E-04			
Totaal RK2040	6048	0,63515	0,80097	1,43611	1,05E-04	1,32E-04	2,37E-04			
Extra windturbines RK2030+ tov RK 2030	1644	0,18596	0,22946	0,41542	1,13E-04	1,40E-04	2,53E-04			
Extra windturbines RK 2040 tov RK2030	3123	0,21537	0,24320	0,45857	6,90E-05	7,79E-05	1,47E-04			

⁷ PAWP, OWEZ, Luchterduinen, Gemini I en Gemini II

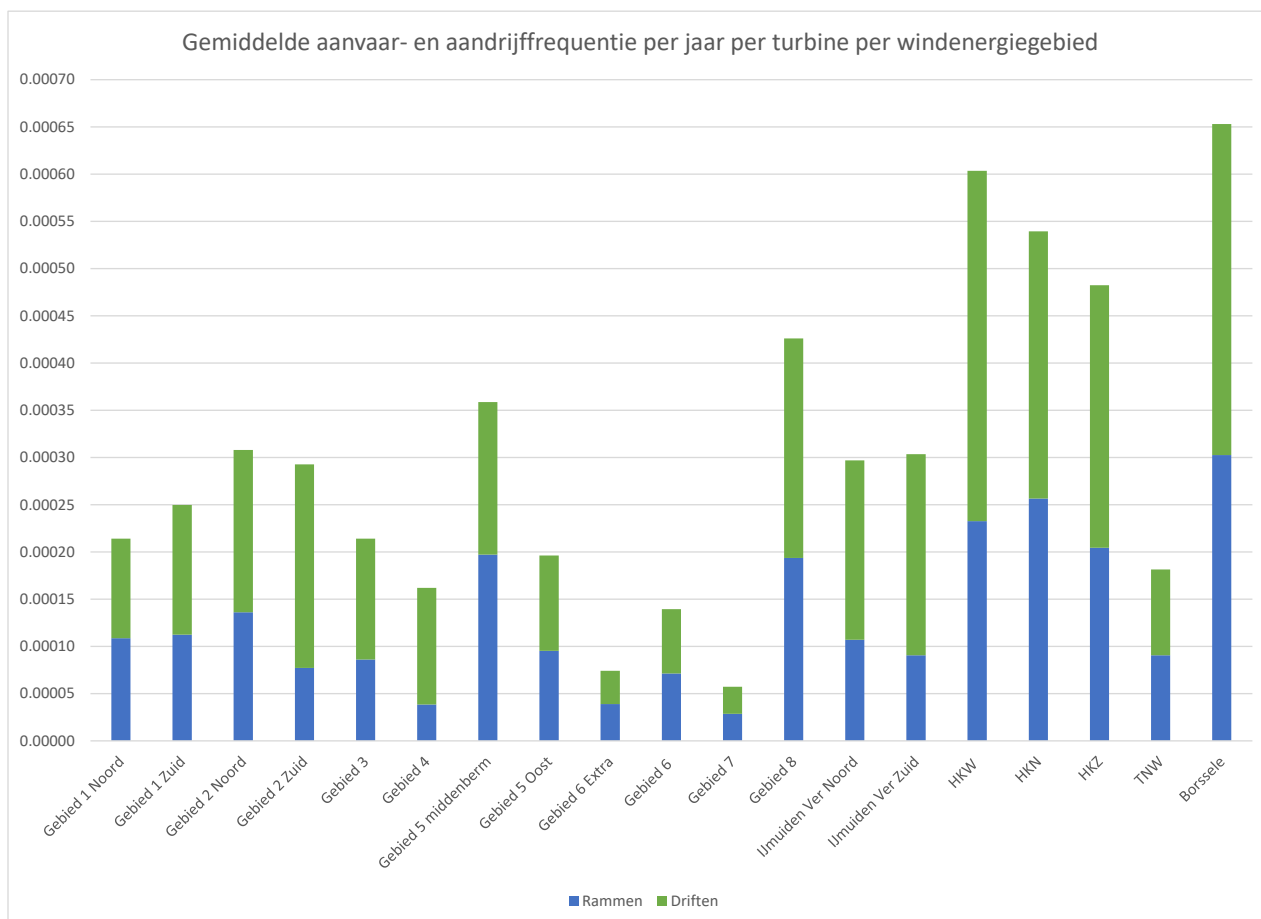
Tabel 4-3 Verwachte totale aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar voor alle windgebieden (eens per...jaar)

Windpark	Aantal wind turbines	Totale frequentie "eens in de ... jaar" (gehele windpark)			Gemiddelde frequentie "eens in de ""jaar" per windturbine			Maximale frequentie per windturbine "eens in de ... jaar"		
		Rammen	Driften	Totaal	Rammen	Driften	Totaal	Rammen	Driften	Totaal
Gebied 1 Noord	408	23	23	11	9198	9494	4672	1617	4856	1554
Gebied 1 Zuid	135	66	54	30	8899	7275	4003	1876	4623	1807
Gebied 2 Noord	505	15	12	6	7341	5820	3246	1857	3684	1729
Gebied 2 Zuid	58	223	80	59	12954	4641	3417	3365	3801	2751
Gebied 3	185	63	42	25	11615	7817	4672	4190	4656	2647
Gebied 4	365	71	22	17	25983	8096	6172	4445	3998	2818
Gebied 5 MB	285	18	22	10	5069	6195	2788	1117	3966	933
Gebied 5 Oost	377	28	26	14	10497	9897	5094	1986	4728	1881
Gebied 6 Extra	583	44	49	23	25615	28340	13454	3006	8930	2897
Gebied 6	893	16	16	8	13984	14692	7165	1398	5219	1103
Gebied 7	695	50	50	25	34927	34921	17462	3518	10448	3360
Gebied 8	117	44	37	20	5166	4303	2347	1243	3148	909
IJmuiden Ver Noord	161	58	33	21	9332	5267	3367	1953	3303	1227
IJmuiden Ver Zuid	300	37	16	11	11029	4698	3295	1459	3278	1009
HKW	228	19	12	7	4299	2696	1657	679	2083	518
HKN	169	23	21	11	3898	3533	1853	1601	2635	1470
HKZ	185	26	19	11	4890	3598	2073	1123	2813	1025
TNW	228	48	48	24	11036	11006	5511	3820	8944	3460
Borssele	171	19	17	9	3305	2854	1531	430	2002	394
Totaal Basis 2019⁸	294	20,4	19,7	10,0	6002	5797	2949			
Totaal RK2030	1281	4,3	3,0	1,8	5479	3902	2279			
Totaal RK2030+	2925	2,4	1,8	1,0	6968	5244	2992			
Totaal RK2040	6048	1,6	1,2	0,7	9522	7551	4211			
Extra windturbines RK2030+ tov RK 2030	1644	5,4	4,4	2,4	8840	7165	3957			
Extra windturbines RK 2040 tov RK2030	3123	4,6	4,1	2,2	14501	12841	6810			

⁸ PAWP, OWEZ, Luchterduinen, Gemini I en Gemini II



Figuur 4-7 Totale aanvaar- en aandrijffrequenties per jaar per windenergiegebied (incl. aantal windturbines)

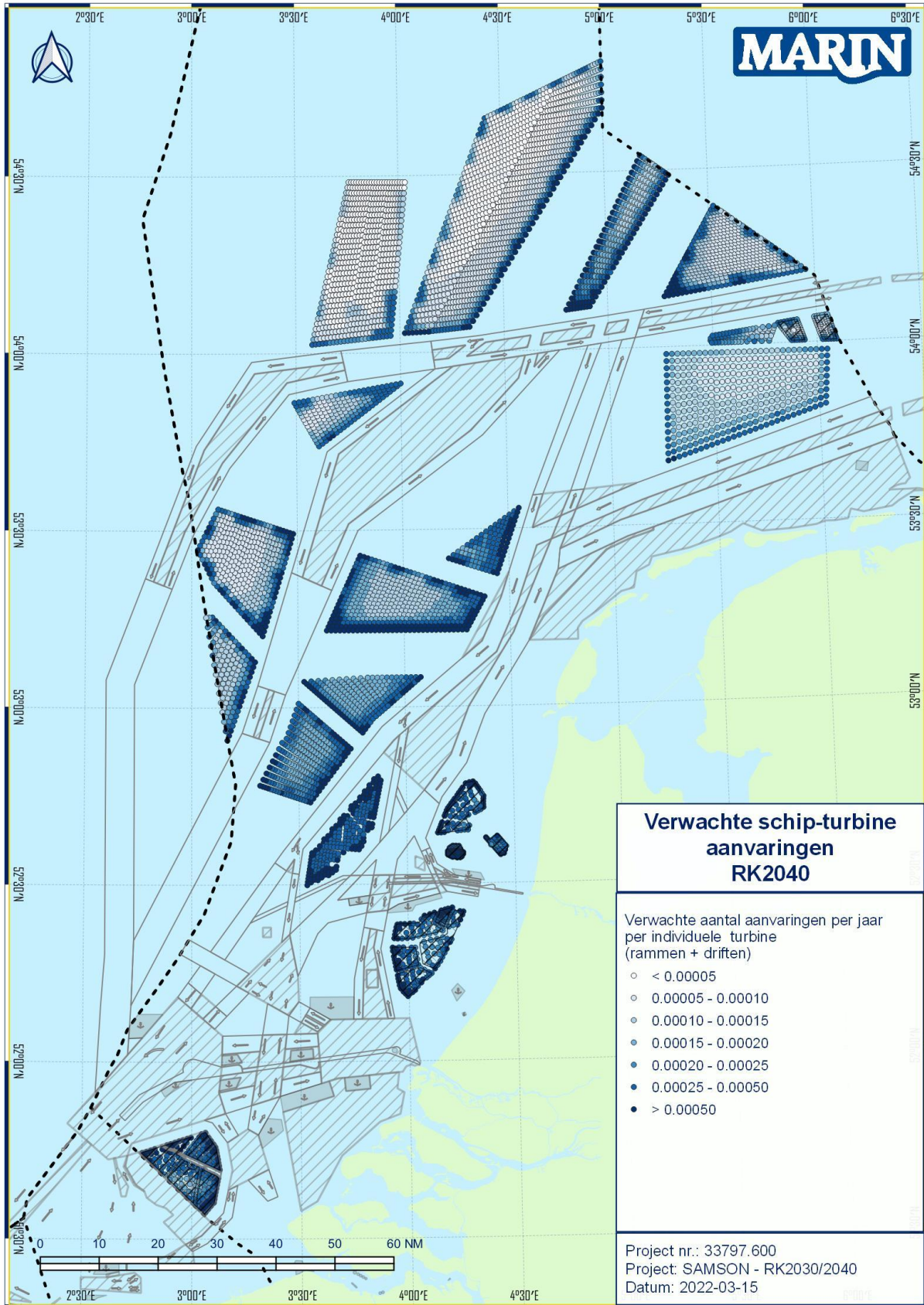


Figuur 4-8 Gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar per windturbine per windenergiegebied,

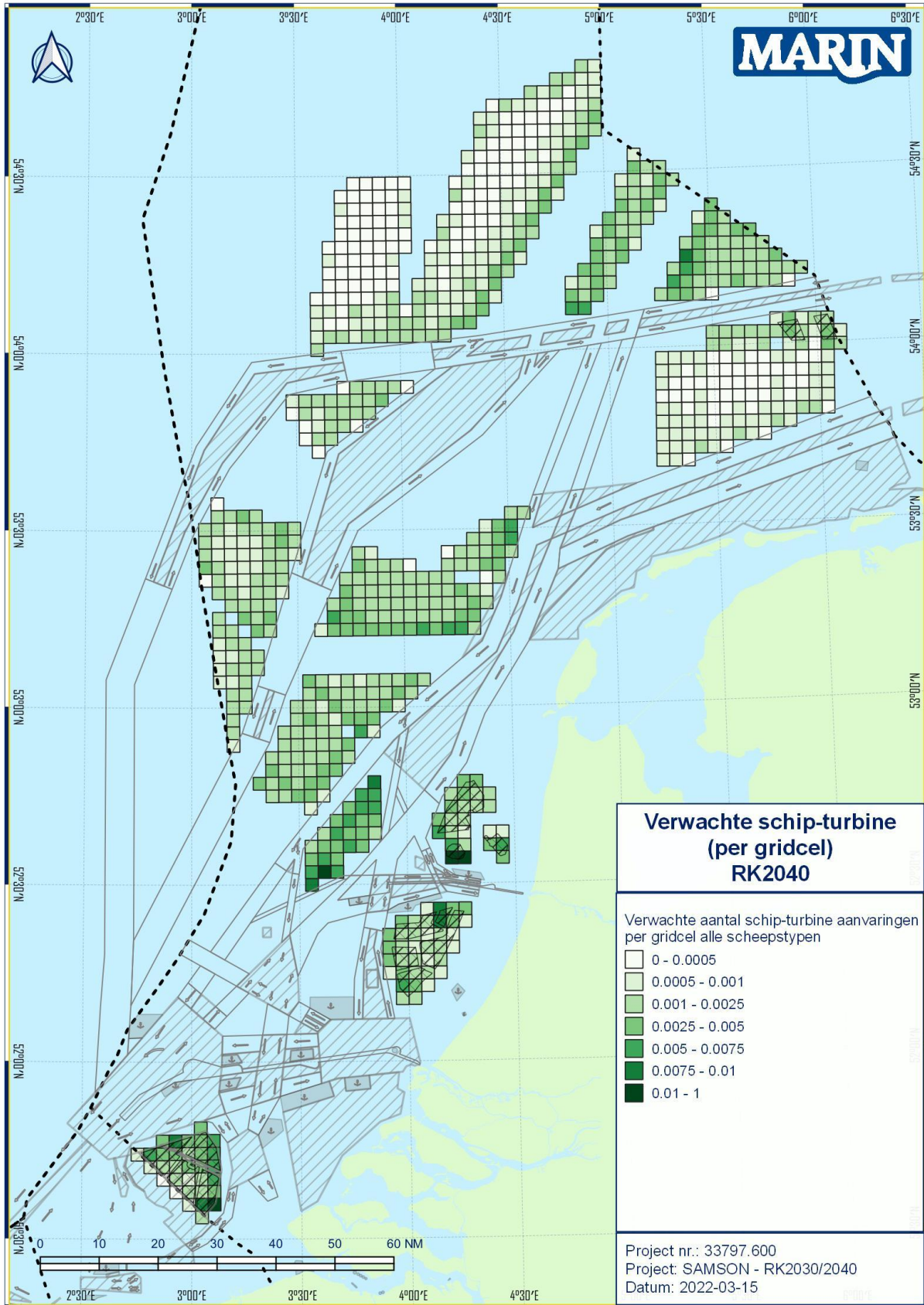
Naast de totalen per windpark en per scenario zijn de resultaten van de aanvaar- en aandrijffrequentie weergegeven op een kaart, hierbij is de individuele aanvaar- en aandrijffrequentie van de windturbines weergegeven (Figuur 4-9). De kaart laat duidelijk zien dat de windturbines met hogere individuele aanvaar- en aandrijffrequentie aan de randen van het windenergiegebieden staan. Binnen dit onderzoek is al het verkeer uit de windparken verplaatst naar de randen van het windpark, hierdoor ontstaat een iets ander beeld dan zichtbaar binnen het cumulatieve onderzoek, waarbij het uitgangspunt was dat kleinere vaart integraal door het windpark mocht varen (uitgebreidere discussie van de resultaten t.o.v. het cumulatieve onderzoek staat in paragraaf 4.4).

De verhoogde aanvaar- en aandrijffrequenties langs de randen wordt ook veroorzaakt door de omringende vaarroutes van het routegebonden verkeer. Ook hier is duidelijk zichtbaar dat de windparken in het zuiden en langs de kust een hogere aanvaar- en aandrijffrequentie hebben dan de windparken verder van de kust en meer naar het noorden waar het scheepvaartverkeer meer verspreid vaart. Met name Borssele, HKW en de westkant van HKN en HKZ hebben een hogere aanvaar- en aandrijffrequentie dan andere gebieden. Ook Gebied 8 en Gebied 5 MB laten hogere aanvaar- en aandrijffrequenties zien.

De individuele aanvaar- en aandrijffrequentie zijn ook toegewezen aan de gridcel waarin de windturbine zich bevindt, hierdoor kunnen de resultaten ook weergegeven worden op een grid, Figuur 4-10 laat de resultaten zien voor RK2040, waarbij dus alleen de gridcellen zichtbaar zijn waarin windturbines zijn geplaatst. Ook vanuit deze kaart is te zien dat er lokale hogere dichtheden zichtbaar zijn bij HKW, Borssele en HKZ.



Figuur 4-9 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequentie per individuele windturbines per jaar voor het Rk2040 scenario



Figuur 4-10 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequentie per gridcel (4x4km) per jaar voor het Rk2040 scenario

Om te kijken naar de effecten van enkele windturbines met een hoogste individuele aanvaar- en aandrijffrequentie op het totale beeld is een korte aanvullende analyse uitgevoerd op de resultaten. Hierbij zijn alle windturbines in een lange lijst gezet en is gekeken welk deel van de windturbines “verantwoordelijk” zijn voor welk deel van de totale frequentie.

In Tabel 4-4 is het aantal windturbines weergegeven met een individueel risico boven een bepaalde waarde per scenario. In totaal zijn er voor 6048 windturbines aanvaar- en aandrijffrequenties uitgerekend, voor 11 hiervan is de individuele aanvaar- en aandrijffrequentie meer dan eens in de 500 jaar, deze windturbines zijn allemaal windturbines die vallen binnen het RK2030 scenario. Voor de extra windturbines binnen het RK2030+ scenario is er slechts één (1) die een aanvaar- en aandrijffrequentie heeft van meer dan eens in de 1000 jaar. In de laatste vier kolommen is de verdeling weergegeven. Hieruit volgt dat bijvoorbeeld 36% van alle doorgerekende windturbines een individuele aanvaar- en aandrijffrequentie heeft van minder dan eens in de 10000 jaar.

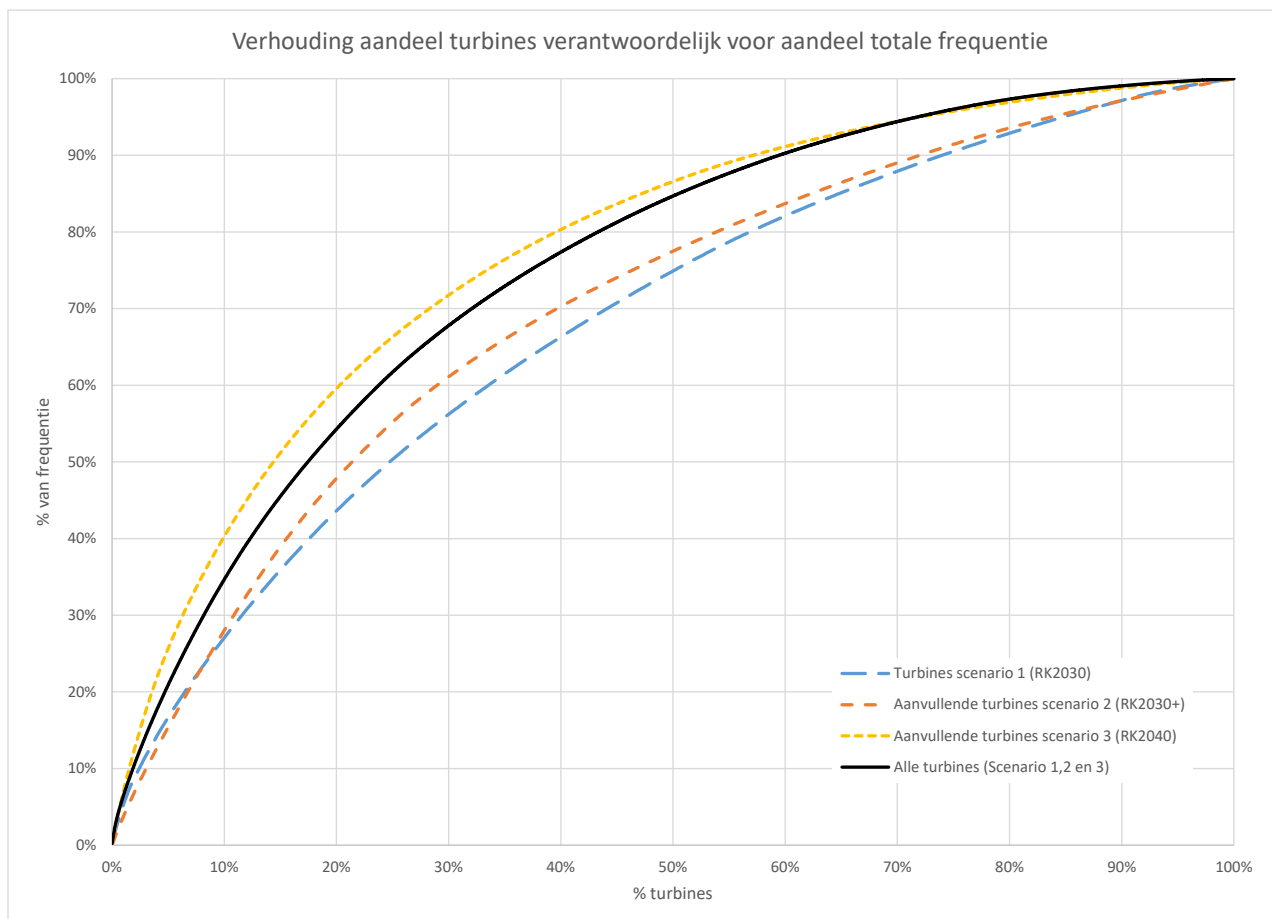
Tabel 4-4 Totaal aantal windturbines binnen elk scenario met een individuele aanvaar- en aandrijffrequentie boven een bepaalde waarde

Eens in de ... jaar	Totaal aantal windturbines				Verdeling			
	Totaal (alle wind turbines RK 2040)	RK2030	Extra wind turbines RK2030+	Extra wind turbines RK2040	Totaal (alle wind turbines RK 2040)	RK2030	Extra wind turbines RK2030+	Extra wind turbines RK2040
> 500	11	11	0	0	0%	1%	0%	0%
> 1000	86	74	1	11	1%	6%	0%	0%
> 2500	1127	534	330	263	19%	42%	20%	8%
> 5000	2399	1038	666	695	40%	81%	41%	22%
> 7500	3310	1203	1075	1032	55%	94%	65%	33%
> 10000	3889	1254	1327	1308	64%	98%	81%	42%
< 10000	2159	27	317	1815	36%	2%	19%	58%
Totaal	6048	1281	1644	3123	100%	100%	100%	100%

In Tabel 4-5 is niet gekeken naar een vaste drempelwaarde, maar naar het aantal windturbines dat “verantwoordelijk” is voor een bepaald deel van het totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor een bepaald scenario. Uit de tabel volgt bijvoorbeeld dat voor alle windturbines binnen RK2040 in totaal vijf windturbines verantwoordelijk zijn voor 1% van de totale verwachte aanvaar- en aandrijffrequentie voor de gehele NL EEZ samen (in dit geval de 6048 doorgerekende posities). In de laatste vier kolommen zijn wederom de percentages weergegeven. Hieruit volgt dat voor het totale RK2040-scenario 37% van de windturbines “verantwoordelijk” is voor 75% van de totale aanvaar- en aandrijffrequentie.

Tabel 4-5 Totaal aantal windturbines binnen elk scenario met een individuele aanvaar- en aandrijffrequentie boven een bepaalde waarde

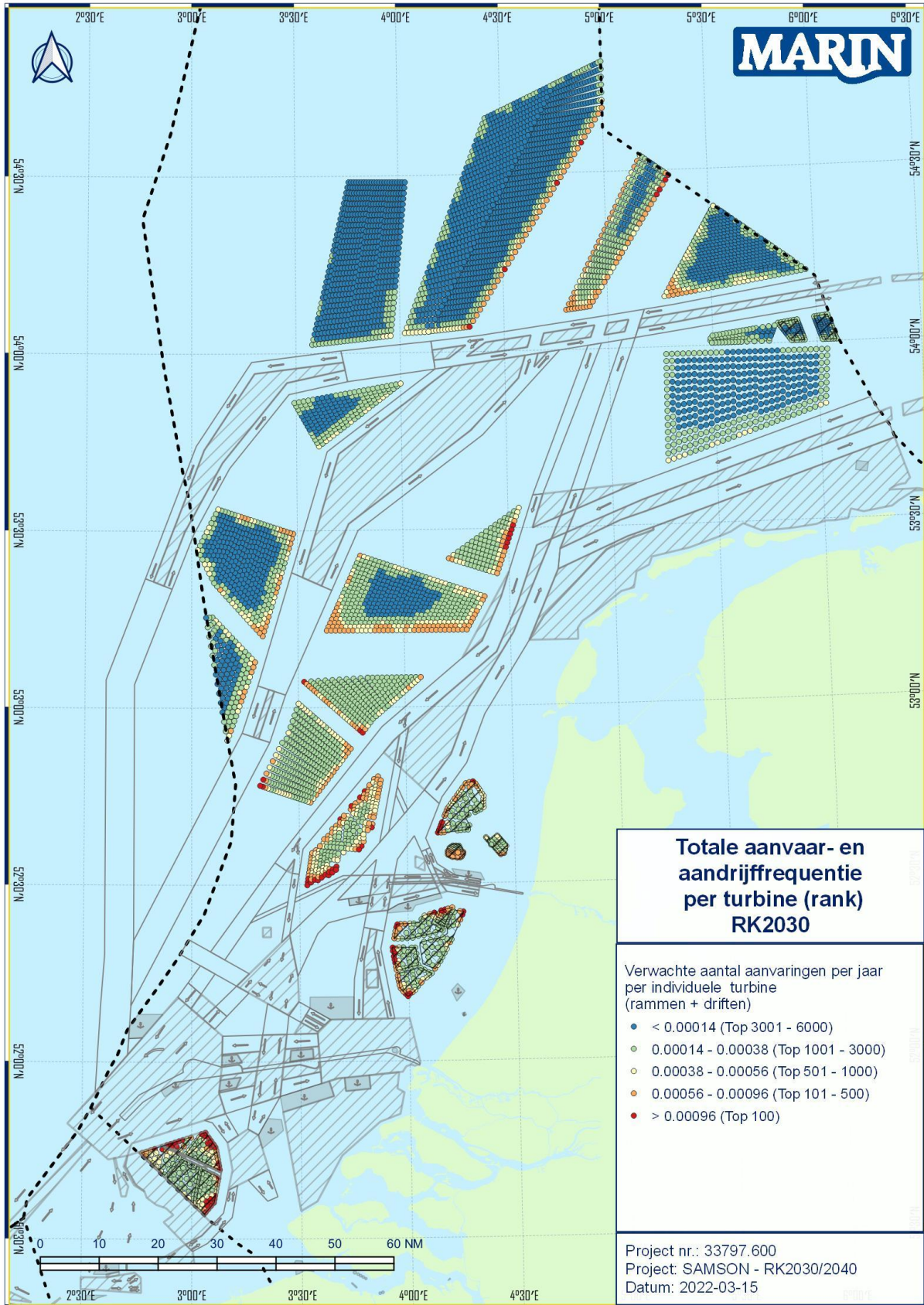
% van totale frequentie	Totaal aantal windturbines				Verdeling			
	Totaal (alle wind turbines RK 2040)	RK2030	Extra wind turbines RK2030+	Extra wind turbines RK2040	Totaal (alle wind turbines RK 2040)	RK2030	Extra wind turbines RK2030+	Extra wind turbines RK2040
1 %	5	1	4	3	0%	0%	0%	0%
5 %	42	12	22	21	1%	1%	1%	1%
10 %	112	30	49	47	2%	2%	3%	2%
25 %	385	114	143	150	6%	9%	9%	5%
50 %	1055	317	351	449	17%	25%	21%	14%
75 %	2253	641	762	1042	37%	50%	46%	33%
100%	6048	1280	1643	3122	100%	100%	100%	100%



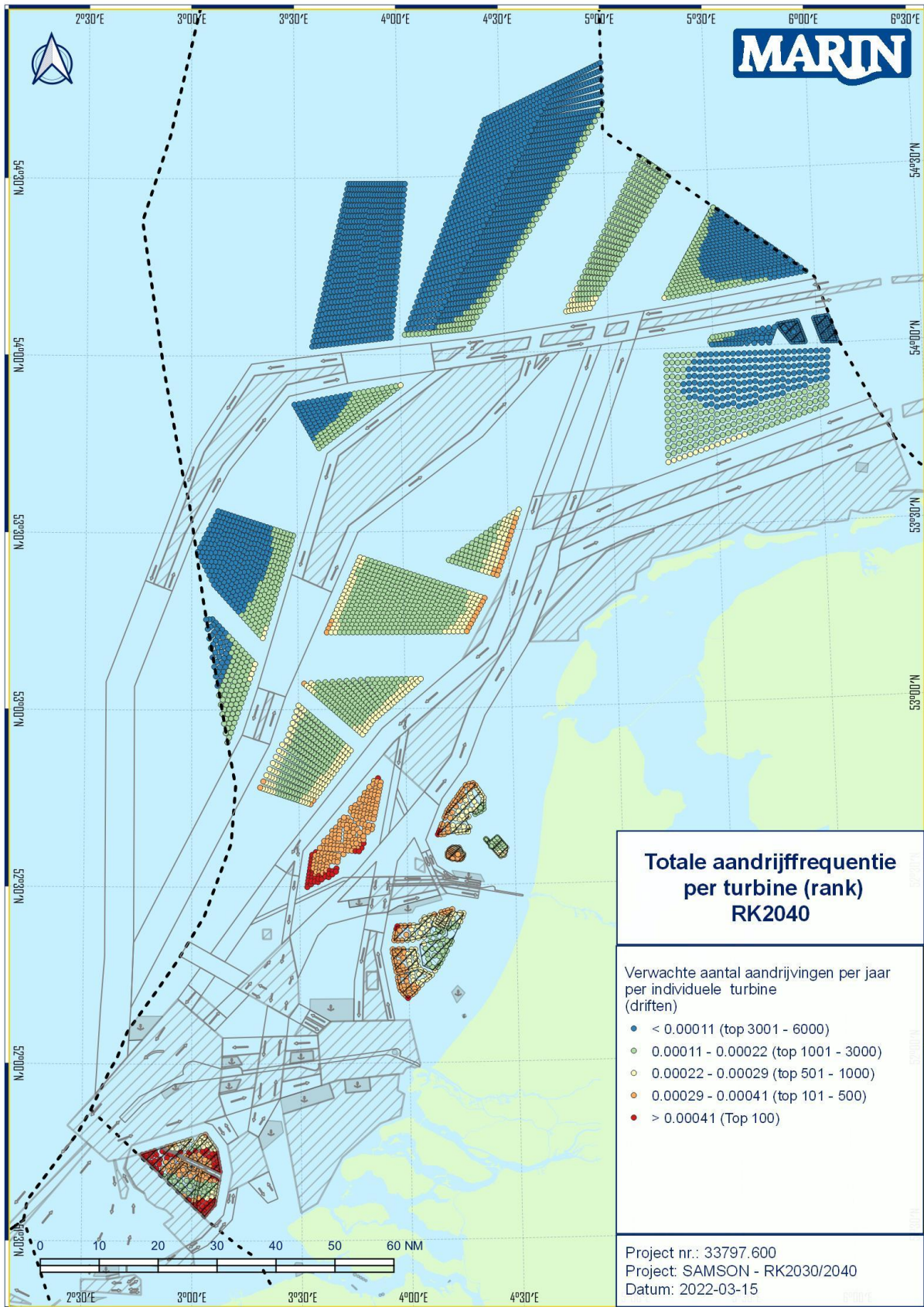
Figuur 4-11 Relatie tussen % windturbines dat "verantwoordelijk" is voor % van de aanvaar- en aandrijffrequentie.

Op basis van deze totaal tabellen zijn de locaties van deze windturbines met de hoogste bijdrage grafisch weergegeven (Figuur 4-12 t/m Figuur 4-14). In de figuren zijn in de legenda de grenzen zo gekozen dat de top 100 windturbines rood zijn weergegeven, de top 101-500 oranje, de top 501 – 1000 geel, de top 1001-3000 groen en de overige windturbines blauw. Hierdoor is inzichtelijk welke windturbines de grootste individuele aanvaar- en aandrijffrequentie hebben. Naast de kaart waarbij de ranking gebaseerd is op de totale aanvaar- en aandrijffrequentie zijn er ook twee kaarten weergegeven waarin de ranking alleen op rammen of driften gebaseerd is.

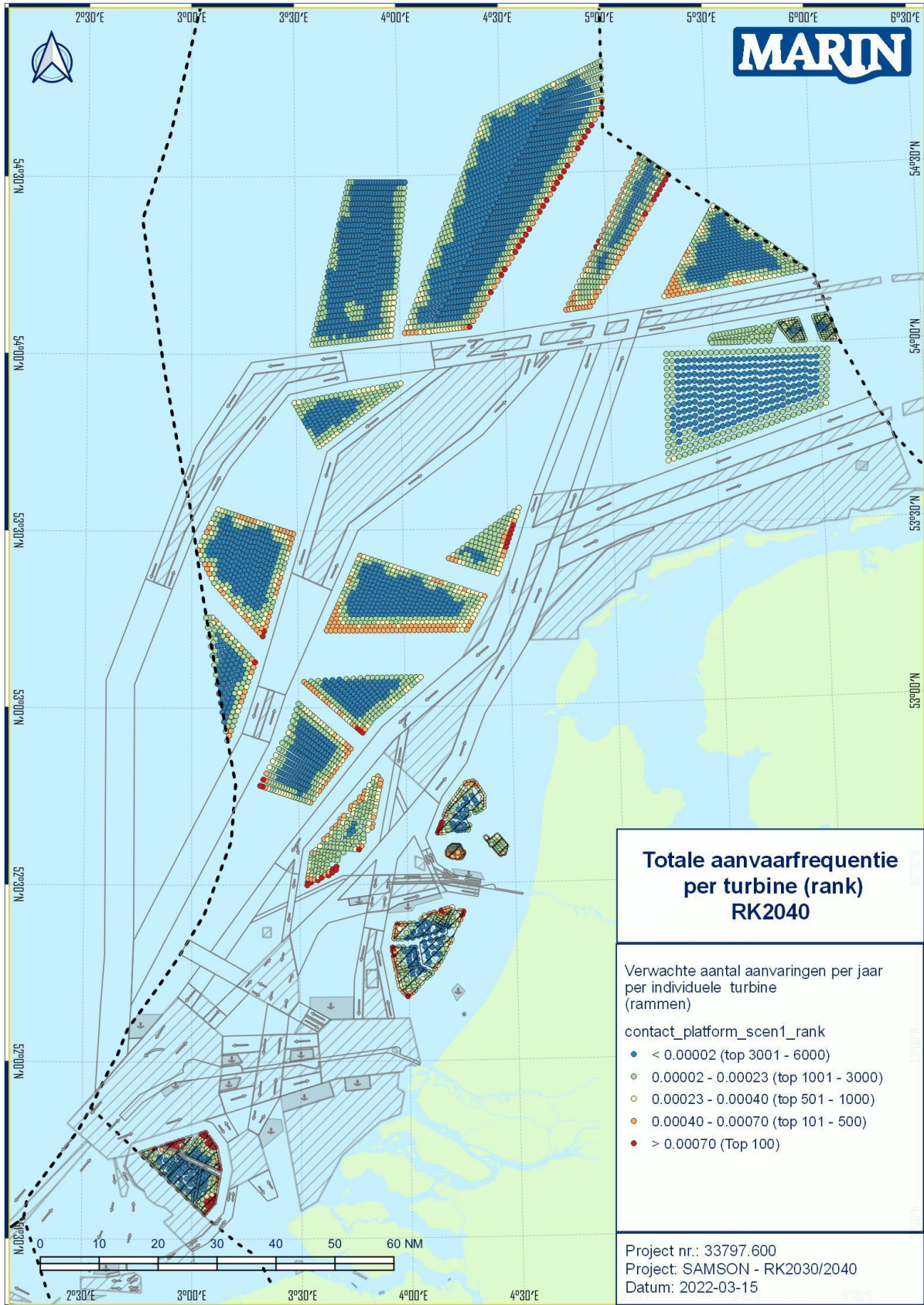
De windturbines met de hoogste individuele totale aanvaar- en aandrijffrequentie staan langs de randen van de windparken grenzend aan de doorgaande verkeerroutes. Wanneer alleen gekeken wordt naar de aanvaarfrequenties (rammen) is dit effect duidelijk zichtbaar, en laten de windturbines langs de randen van de noordelijke windparken (gebied 5 en 6) hoogste individuele aanvaarfrequenties zien. Wanneer echter alleen naar de aandrijffrequenties gekeken wordt zijn het met name de individuele windturbines in de zuidelijk Noordzee die een hogere frequentie laten zien. Met name Borssele en HKW.



Figuur 4-12 Totale verwachte individuele aanvaar- en aandrijffrequentie (rammen + driften), rood top 100 windturbines (RK2040).



Figuur 4-13 Totale verwachte individuele aandrijffrequentie (alleen driften), rood top 100 windturbines.



Figuur 4-14 Totale verwachte individuele aanvaar- en (alleen rammen), rood top 100 windturbines.

4.3 Totaal resultaten

In Tabel 4-6 zijn de resultaten van alle doorgerekende incidenttypen weergegeven (schip-schip aanvaring, schip-platform en schip-windturbine).

Voor het scenario RK2030, met in totaal 1281 windturbines in de verschillende windenergiegebieden, is het gemiddeld totaalaantal verwachte aanvaringen (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine) 7.15 per jaar (6,31 schip-schip, 0,28 schip-platform en 0,56 schip-windturbine). Voor het scenario RK2030+, met 2925 windturbines, zal dit aantal incidenten oplopen naar 7,56 per jaar, waarvan 6,32 schip-schip, 0,28 schip-platform en 0,98 schip-windturbine. Met name veroorzaakt door een forse groei in het aantal schip-windturbine aanvaringen. Tenslotte zal het totaalaantal verwachte incidenten in het RK2040-scenario (6048 windturbines) toenemen naar 8.06 per jaar, waarvan 6,33 schip-schip, 0.29 schip-platform en 1,44 schip-windturbine.

Voor dit scenario (RK2040) zal het totaal aantal incidenten groeien met 20,6% t.o.v. het basis scenario 2019 voor alle incidenten samen incident typen samen.

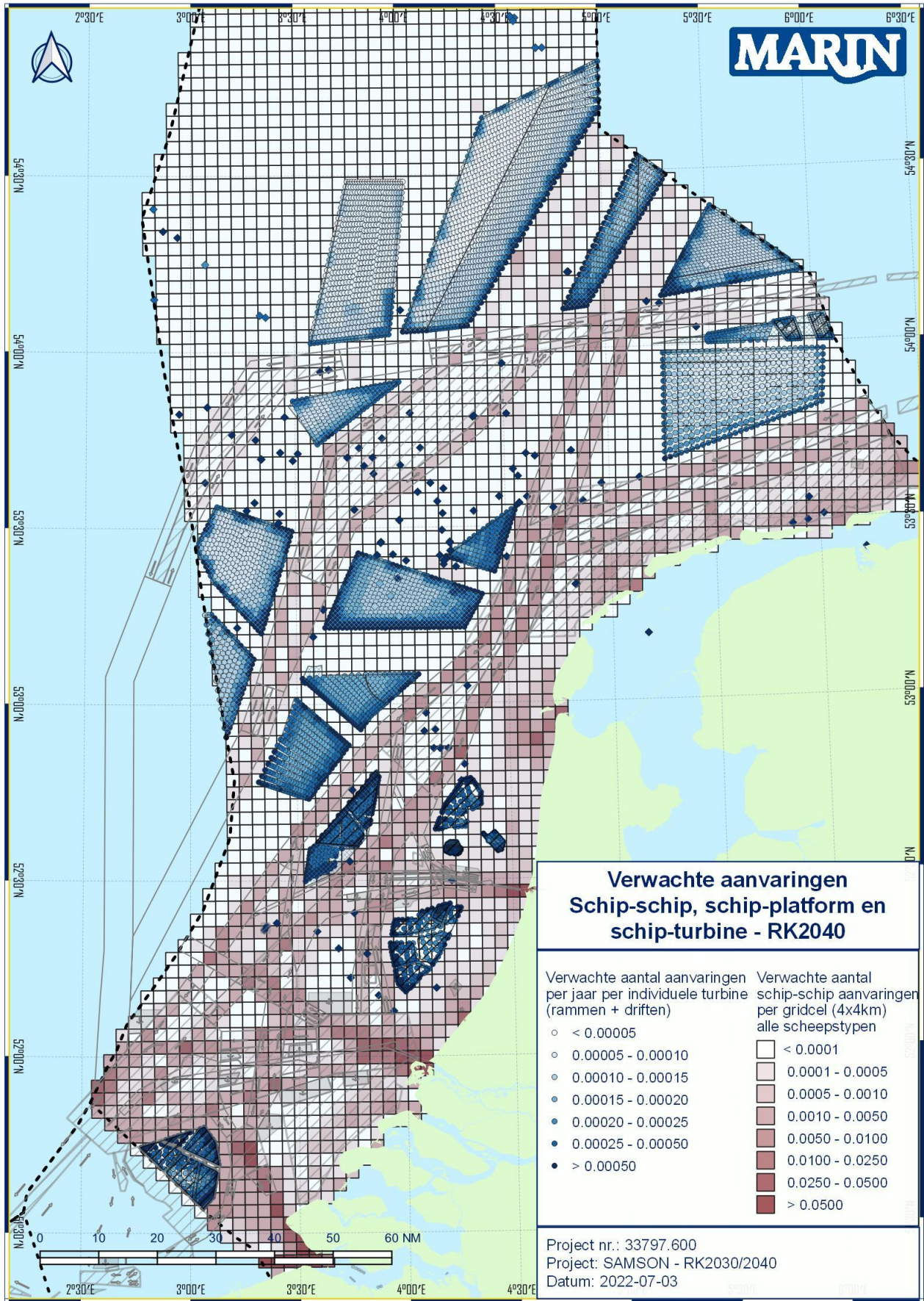
Voor alleen de frequentie schip-windturbine neemt het aantal verwachte incidenten toe van 0,1 in het basis scenario 2019 naar 0,56 per jaar voor het RK2030 scenario, dit is een toename van meer dan 460%. Binnen het scenario RK2040 neemt het aantal verwachte schip-turbine aanvaringen toe naar 1,44 per jaar, een groei van 1340% ten opzichte van het basis scenario 2019.

In paragraaf 4.4 wordt kort toegelicht hoe de afwijkende uitgangspunten binnen deze huidige berekeningen doorwerken in de resultaten t.o.v. de resultaten van het cumulatieve onderzoek [Ref 1.].

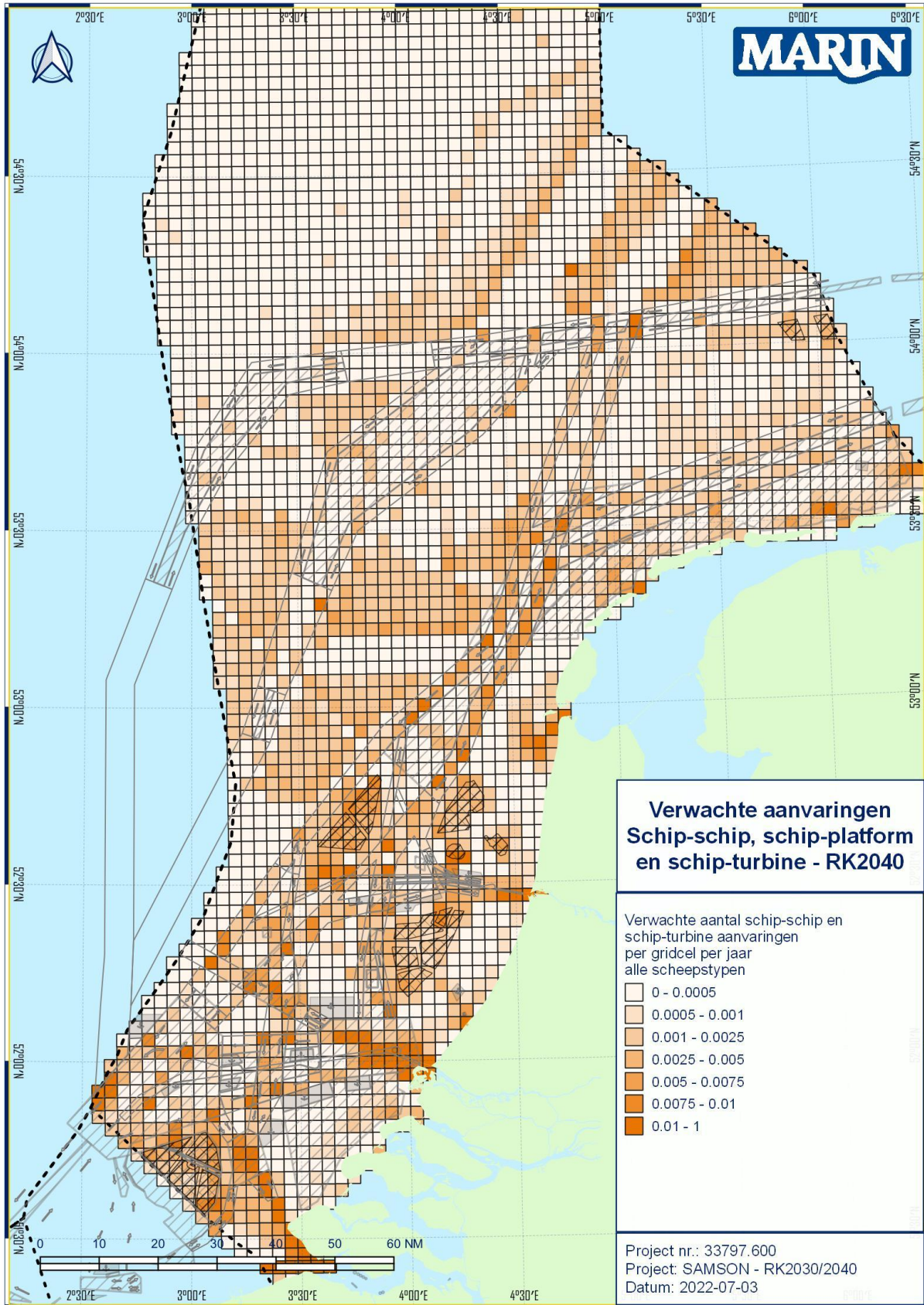
Tabel 4-6 Totale verwachte incident frequenties voor de verschillende scenario's

Scenario	Verwachte aantal incidenten per jaar (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine aanvaringen)					TOTAAL
	Schip-schip	Schip-platform	Schip-windturbine			
			Rammen	Driften	Totaal	
Basis (2019)	6,304	0,280	0,049	0,051	0,100	6,684
RK 2030	6,308	0,281	0,234	0,328	0,562	7,151
RK 2030+	6,319	0,275	0,420	0,558	0,978	7,572
RK 2040	6,331	0,290	0,635	0,801	1,436	8,057
Absolute verschil						
RK2030 – Basis 2019	0,004	0,001	0,185	0,278	0,462	0,467
RK2030+ – Basis 2019	0,015	-0,005	0,371	0,507	0,878	0,888
RK2040 – Basis 2019	0,027	0,010	0,586	0,750	1,336	1,374
RK2040 - RK2030	0,023	0,009	0,401	0,473	0,874	0,906
Procentuele groei						
RK2030 t.o.v. basis 2019	0,1%	0,3%	377,3%	547,4%	463,8%	7,0%
RK2030+ t.o.v. basis 2019	0,2%	-1,8%	757,0%	999,9%	880,5%	13,3%
RK2040 t.o.v. basis 2019	0,4%	3,7%	1196,7%	1479,4%	1340,5%	20,6%
RK2040 t.o.v. RK2030	0,4%	3,3%	171,6%	144,0%	155,5%	12,7%

In Figuur 4-15 is zowel het aantal verwachte schip-schip aanvaringen (gridcellen) als de individuele aanvaar- en aandrijffrequentie van de windturbines en platformen weergegeven. Figuur 4-16 laat de totale verwachte incident (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine) per jaar per gridcel (4x4km) zien voor het scenario RK2040.



Figuur 4-15 Verwachte aanvaringen (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine) RK2040.



Figuur 4-16 Verwachte aanvaringen (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine) RK2040 (totaal in gridcellen).

4.4 Discussie resultaten

In 2019 is een cumulatief onderzoek uitgevoerd naar de effecten van de uitrol van Wind op Zee (RK 2030), dit onderzoek bestond uit een kwalitatief en kwantitatief onderdeel. Het doel van dat onderzoek was het vergelijken van enkele scenario's, een basis scenario T0, scenario T1: alleen autonome groei scheepvaart (2030), scenario T2: autonome groei met uitrol windparken tot 2023 en T3: autonome groei met windparken uitrol tot 2030. De keuze voor de windparken richting 2030 wijken af t.o.v. de keuze gebruikt binnen de huidige studie.

In Tabel 4-7 staan de verschillende uitgangspunten gebruikt binnen het huidige onderzoek t.o.v. uitgangspunten cumulatieve onderzoek (2019)

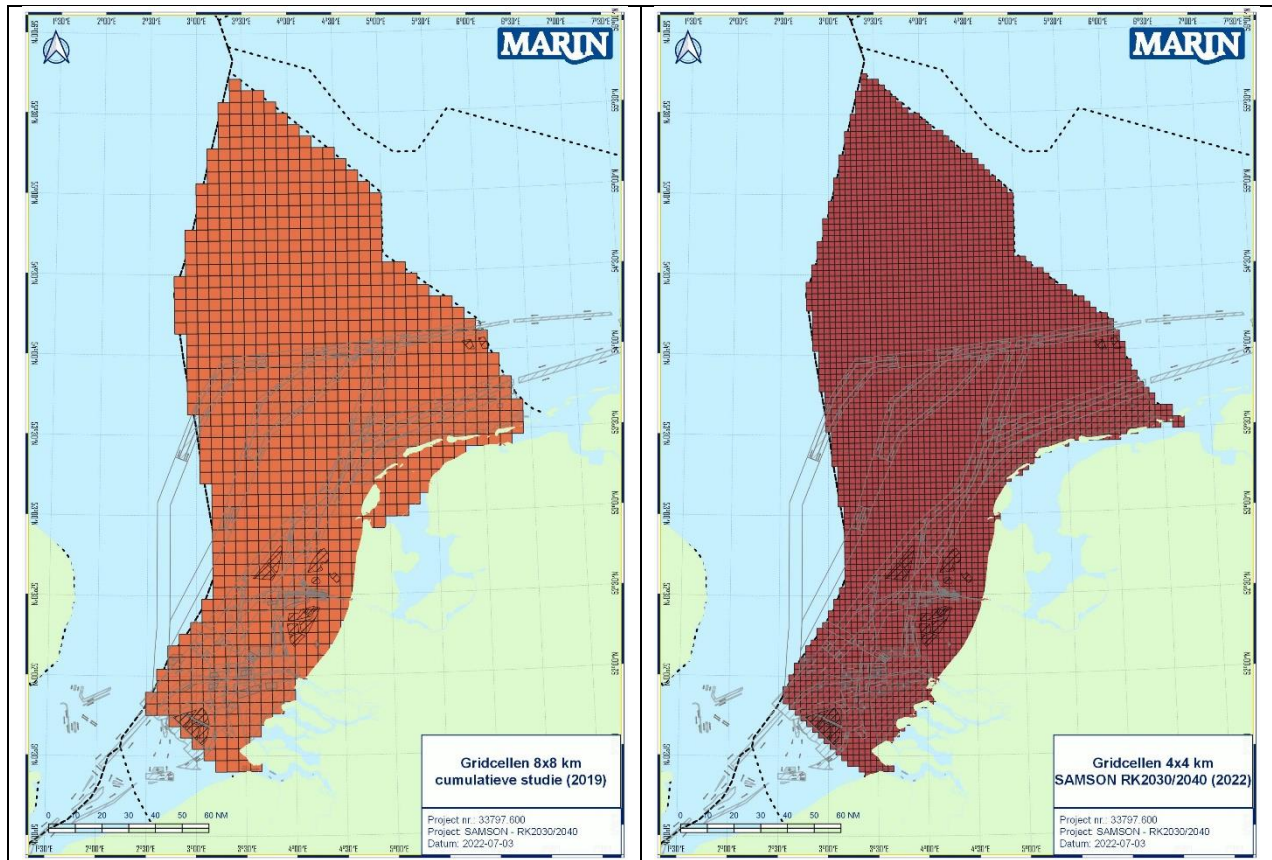
Tabel 4-7 Uitgangspunten cumulatieve en huidige onderzoek.

Uitgangspunt	Cumulatieve onderzoek [Ref 1.]	Huidige onderzoek
Routegebonden verkeersdatabase	Basis AIS-data 2017 + autonome groei o.b.v. scenario's Erasmus	Basis AIS-data 2019
Niet-routegebonden verkeer (basis)	AIS-data 2017 (8x8km gridcellen aangevuld met extra werkvaart richting windparken)	AIS-data 2019 (4x4km gridcellen)
Aanpassing Niet-routegebonden verkeer (doorvaartscenario)	Uitgangspunt integrale doorvaart voor drie lengte klassen tot 24m, tot 45m en tot 70m → deel van het verkeer vaart binnen de grenzen van het windpark	Uitgangspunt: geen integrale doorvaart en ook geen passage stroken (3.4.2) → alle verkeer is verplaatst naar cellen buiten de grenzen van het windpark
Minimale passeerafstand windturbines	Voor niet-routegebonden verkeer en integrale doorvaart is deze afstand 50m. Voor routegebonden verkeer is deze 1nm.	Voor niet-routegebonden verkeer is deze afstand 500m. Voor routegebonden verkeer is deze 1nm.
Gebied	Gehele EEZ + Waddenzee en ingang Westerschelde	Gehele EEZ + ingang Westerschelde, excl. Waddenzee

De verschillende uitgangspunten voor de berekeningen hebben als gevolg dat de berekende incident frequenties in het huidige onderzoek lager lijken dan de resultaten van het cumulatieve onderzoek, of de FSA-doorvaart.

Dit verschil in schip-schip aanvaringen wordt grotendeels veroorzaakt door het niet meenemen van de autonome groei, de toename van het werkverkeer en het kleinere analysegebied. Er is binnen het huidige onderzoek voor gekozen om niet de autonome groei mee te nemen, omdat het belangrijkste doel van het huidige onderzoek het vergelijken van de verschillende zoekgebieden is. Daarnaast laten de trendanalyses, uitgevoerd binnen de meest recente versie van de netwerkanalyse Noordzee [Ref 4.], niet zien dat de verkeerintensiteit erg toe/afneemt over de afgelopen jaren (zie ook Figuur 3-6). Het extra werkverkeer is niet meegenomen omdat er nog te veel onzekerheden zijn rond de ontwikkeling van deze groep schepen. Daarnaast zal de intensiteit van het werkverkeer fluctueren en afhankelijk zijn van de fase van de verschillende windenergiegebieden en de eventuele extra medegebruik activiteiten.

Tenslotte is ook het gebied waarover de schip-schip aanvaringen bepaald zijn aangepast, in het huidige onderzoek is de Waddenzee buitenbeschouwing gelaten. Op de Waddenzee is een mix van binnenvaart, visserij, recreatievaart en zeevaart aanwezig, dit maakt dat de basis ongevals-kansen, die een van de basisuitgangspunten zijn van SAMSON, voor dit gebied niet geheel toereikend zijn. Deze basis ongevals-kansen zijn bepaald op basis van historische ongevallen op open zee. Figuur 4-17 laat de gebruikte grid cellen (gebied) binnen beide onderzoeken zien.



Figuur 4-17 Overzicht van het gebied (grid cellen) gebruikt binnen het cumulatieve (links) en het huidige (rechts) onderzoek.

Het verschil in schip-windturbine aanvaringen wordt deels veroorzaakt door het niet implementeren van de autonome groei. Belangrijker nog is het effect van de integrale doorvaart of doorvaart in passages in de windparken die niet zijn meegenomen binnen het huidige onderzoek t.o.v. het cumulatieve onderzoek. Om de verschillen goed te kunnen duiden zijn binnen het huidige onderzoek verschillende aanvullende testberekeningen uitgevoerd, waarbij ook expliciet gekeken is naar het effect van de aangenomen passeerafstand. Hieruit volgt dat een groot deel van het verschil, een verlaging van de totale aanvaar- en aandrijffrequentie met windturbines verklaard wordt door de wijziging van de 50m passeerafstand in 500m en is dus als uitgangspunt genomen: het niet meer toestaan van integrale doorvaart in de windparken. Hierdoor liggen de verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties lager. Binnen de FSA naar passagestroken ([Ref 2.]), is eerder een vergelijkbaar effect waargenomen.

Binnen het huidige onderzoek is ervoor gekozen geen doorvaart (integraal of in passages) mee te nemen omdat tijdens de uitvoering van het onderzoek het beleid rond doorvaart nog niet vaststaat. Daarbij is nu nog onvoldoende bekend of en hoe schepen gebruik zullen maken van deze doorvaartmogelijkheid. Uiteindelijk zorgt dit dus voor een lichte onderschatting van de aanvaar- en aandrijffrequentie, de aanvaar- en aandrijffrequenties met doorvaart door het windpark zullen dus hoger liggen dan nu gepresenteerd in het rapport. De passeerafstand is hierin een belangrijke factor voor de uitkomst van de aanvaarfrequenties.

Gemiddeld genomen geven de uitgangspunten zoals deze binnen deze studie gebruikt zijn een kleine onderschatting van de incidentfrequenties, door het niet toepassen van autonome groei, extra werkvaart en doorvaart door windparken. Daarnaast is ook het effect van de beperking van beschikbare ruimte geen effect dat niet heel expliciet kan worden bepaald met behulp van het huidige SAMSON.

5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In Tabel 4-6 zijn de resultaten van beide doorgerekende incidenttypen weergegeven (schip-schip, schip-platform en schip-windturbines aanvaringen).

Voor het scenario RK2030, met in totaal 1281 windturbines in de verschillende windenergiegebieden, is het gemiddeld totaalaantal verwachte aanvaringen (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine) 7.15 per jaar (6,31 schip-schip, 0,28 schip-platform en 0,56 schip-windturbine). Voor het scenario RK2030+, met 2925 windturbines, zal dit aantal incidenten oplopen naar 7,56 per jaar, waarvan 6,32 schip-schip, 0,28 schip-platform en 0,98 schip-windturbine. Met name veroorzaakt door een forse groei in het aantal schip-windturbine aanvaringen. Tenslotte zal het totaalaantal verwachte incidenten in het RK2040-scenario (6048 windturbines) toenemen naar 8.06 per jaar, waarvan 6,33 schip-schip, 0,29 schip-platform en 1,44 schip-windturbine.

Voor dit scenario (RK2040) zal het totaal aantal incidenten groeien met 20,6% t.o.v. het basis scenario 2019 voor alle incidenten samen incident typen samen.

Voor alleen de frequentie schip-windturbine neemt het aantal verwachte incidenten toe van 0,1 in het basis scenario 2019 naar 0,46 per jaar voor het RK2030 scenario, dit is een toename van meer dan 460%. Binnen het scenario RK2040 neemt het aantal verwachte schip-turbine aanvaringen toe naar 1,44 per jaar, een groei van 1340% ten opzichte van het basis scenario 2019.

Tabel 5-1 Totale verwachte incident frequenties voor de verschillende scenario's

Scenario	Verwachte aantal incidenten per jaar (schip-schip, schip-platform en schip-windturbine aanvaringen)					TOTAAL
	Schip-schip	Schip-platform	Schip-windturbine			
			Rammen	Driften	Totaal	
Basis (2019)	6,304	0,280	0,049	0,051	0,100	6,684
RK 2030	6,308	0,281	0,234	0,328	0,562	7,151
RK 2030+	6,319	0,275	0,420	0,558	0,978	7,572
RK 2040	6,331	0,290	0,635	0,801	1,436	8,057
Absolute verschil						
RK2030 – Basis 2019	0,004	0,001	0,185	0,278	0,462	0,467
RK2030+ – Basis 2019	0,015	-0,005	0,371	0,507	0,878	0,888
RK2040 – Basis 2019	0,027	0,010	0,586	0,750	1,336	1,374
RK2040 - RK2030	0,023	0,009	0,401	0,473	0,874	0,906
Procentuele groei						
RK2030 t.o.v. basis 2019	0,1%	0,3%	377,3%	547,4%	463,8%	7,0%
RK2030+ t.o.v. basis 2019	0,2%	-1,8%	757,0%	999,9%	880,5%	13,3%
RK2040 t.o.v. basis 2019	0,4%	3,7%	1196,7%	1479,4%	1340,5%	20,6%
RK2040 t.o.v. RK2030	0,4%	3,3%	171,6%	144,0%	155,5%	12,7%

Schip-schip aanvaringen

De effecten van de verandering van de vaarroutes en verschuiving van verkeersintensiteit voor de drie beschouwde scenario's met het SAMSON-model zijn klein. Voor alle scenario's geldt dat de verwachte groei van het aantal schip-schip aanvaringen, met de bestaande verkeersintensiteit, als gevolg van de aanpassing in vaarroutes niet meer is dan 1% ten opzichte van het scenario RK2030. Binnen het onderzoek is geen groei in scheepvaartintensiteit meegenomen. De vergelijking wordt dus alleen gemaakt voor de aanpassing van de routes door de aanleg van de verschillende windparken.

Het grootste effect zichtbaar is aan de randen rond de verschillende windenergiegebieden in de bufferzone en binnen de windenergiegebieden zelf. Het niet-routegebonden verkeer dat eerst in de windparken is waargenomen is verplaatst naar de bufferzone aan de rand. Dus het aantal verwachte

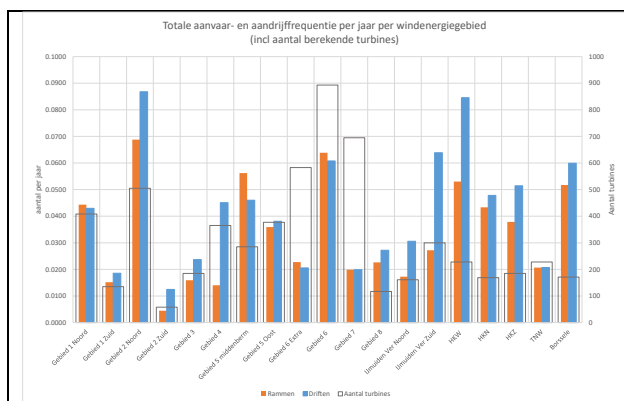
schip-schip aanvaringen voor niet-routegebonden schepen onderling is verplaatst van binnen het windenergiegebied naar de randen in de bufferzone. Daarbij komt dat er in de randen meer interactie is met het routegebonden verkeer in de vaarroutes, dus de toename die zichtbaar is voor dit type aanvaring zal zich concentreren in de gebieden rond de windenergiegebieden.

De berekende effecten zijn alleen het gevolg van de aanpassing van de route structuur door de ligging van de windparken, effecten als gevolg van de beperktere ruimte voor uitwijken of het effect op het onderlinge zicht etc. zijn niet expliciet mee genomen binnen het huidige SAMSON-model.

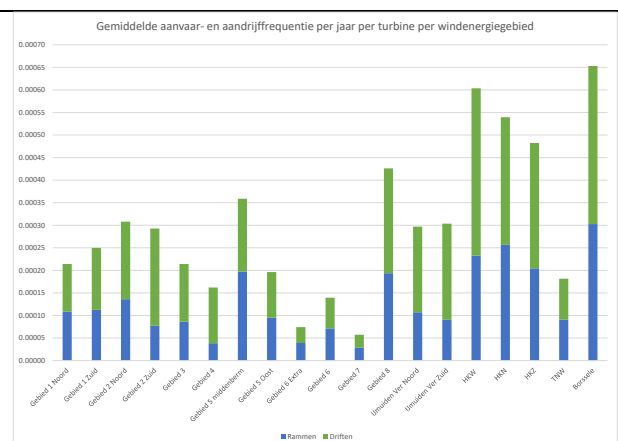
Schip- windturbine aanvaringen

In totaal is het aantal verwachte aanvaringen/aandrijvingen met een windturbine in RK2030 0,562 per jaar (eens in de 1.8 jaar). Voor het scenario RK2030+ is dit 0,978 per jaar (eens in de 1.0 jaar) en voor RK2040 1.436 per jaar (eens in de 0.7 jaar, meer dan 1 keer per jaar).

In het basis scenario voor 2019 is de aanvaar- en aandrijffrequentie voor de 5 parken (294 windturbines) eens in de 10 jaar.



Figuur 5-1 Totale aanvaar- en aandrijffrequenties per jaar per windenergiegebied (incl. aantal windturbines)



Figuur 5-2 Gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar per turbine per windenergiegebied.

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie is het hoogst voor de windenergiegebieden Gebied 2-Noord, Gebied 6, HKW en Borssele. Een deel van deze gebieden heeft ook het meeste aantal windturbines. Wanneer gekeken wordt naar de gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequentie per individuele windturbine, is deze het hoogst voor de windparken HKW en Borssele, gevolgd door de windparken HKN, HKZ, Gebied 8 en 5 middenberm.

Deze windparken liggen in het zuidelijke drukkere deel van de Nederlandse EEZ. In dit deel van de EEZ liggen de verschillende aanloopgebieden richting de Nederlandse Havens (Westerschelde, Rotterdam en IJmuiden/Amsterdam), de windparken in dit deel van de EEZ zijn dan ook veelal omringd door verschillende drukke verkeersroutes.

De windparken in het noorden van de Nederlandse EEZ liggen verder van de drukke routes af (m.u.v. Gebied 5-MB). Daarnaast is de verkeersintensiteit van het niet-routegebonden verkeer dicht bij de kust en in de aanloopgebieden in combinatie met de ankergebieden hoger dan in de noordelijke gebieden.

Discussie resultaten

De verschillende uitgangspunten voor de berekeningen binnen het huidige onderzoek t.o.v. eerder uitgevoerde onderzoeken ([Ref 1.][Ref 3.]) hebben als gevolg dat de berekende incidentfrequenties in het huidige onderzoek lager lijken dan de resultaten van het cumulatieve onderzoek, of de FSA-doorvaart.

Dit verschil in schip-schip aanvaring wordt grotendeels veroorzaakt door het niet meenemen van de autonome groei, de toename van het werkverkeer en het kleinere analysegebied. Er is binnen het huidige onderzoek voor gekozen om niet de autonome groei mee te nemen, omdat het belangrijkste doel van het huidige onderzoek het vergelijken van de verschillende zoekgebieden is. Daarnaast laten de trendanalyses, uitgevoerd binnen de meeste recente versie van de netwerkanalyse Noordzee, niet zien dat de verkeerintensiteit erg toe/afneemt over de afgelopen jaren. Het extra werkverkeer is niet meegenomen omdat er nog te veel onzekerheden zijn rond de ontwikkeling van deze groep schepen. Daarnaast zal de intensiteit van het werkverkeer fluctueren en afhankelijk zijn van de fase van de verschillende windenergiegebieden en de eventuele extra medegebruik activiteiten.

Het verschil in schip-windturbine aanvaring wordt deels veroorzaakt door het niet implementeren van de autonome groei. Belangrijker nog is het effect van de integrale doorvaart of doorvaart in passages in de windparken die niet in meegenomen binnen het huidige onderzoek t.o.v. het cumulatieve onderzoek. Binnen het huidige onderzoek wordt een minimale passeerafstand van 500m aangenomen en geen doorvaart, hierdoor lijken de verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties lager te liggen. Binnen de FSA naar passagestroken ([Ref 2.]), is al een vergelijkbaar effect waargenomen.

Gemiddeld genomen geven de uitgangspunten zoals deze binnen de huidige studie gebruikt zijn een kleine onderschatting van de incidentfrequenties, door het niet toepassen van autonome groei, extra werkvaart en met name de doorvaart door windparken.

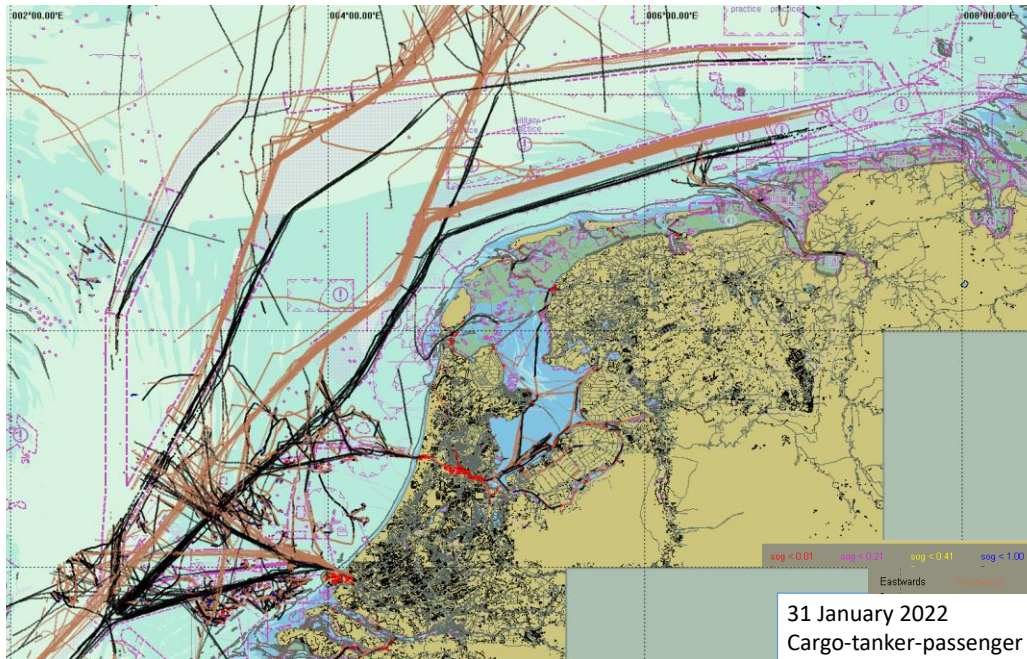
Aanbevelingen

Monitoring scheepvaartverkeer en trend analyses

Voor het goed kwantitatief modelleren van de effecten van de offshore windparken op de scheepvaartveiligheid is het belangrijk een goed beeld te hebben van zowel de huidige scheepvaart en als de verwachte veranderingen. Met name de verwachte veranderingen voor het niet-route gebonden verkeer (werkvaart) zijn nu nog erg onzeker; hierdoor zijn effecten van de verwachte toename van deze groep schepen in deze studie nog niet mee genomen. Dit leidt tot een onderschatting van het risico. Het is dan ook belangrijk dat de ontwikkeling van de scheepvaart de komende jaren op de Noordzee goed gemonitord wordt en dat deze data geanalyseerd wordt.

Beperkte ruimte voor manoeuvreren

Door de aanwezigheid van de windparken worden schepen beperkt in de ruimte die beschikbaar is voor 'goed zeemanschap', zoals bijvoorbeeld uitwijken, maar ook het kiezen van de juiste veilige koers in slecht weer. Deze effecten kunnen momenteel nog niet in de huidige versie van SAMSON gekwantificeerd worden, maar binnen verschillende expertsessie wordt dit wel als een risico aangegeven. Het is dus belangrijk dat er onderzoek gedaan wordt naar op welke plekken schepen meer ruimte nodig hebben bij uitdagende weersomstandigheden. Ter illustratie worden in Figuur 5-3 de tracks weergegeven van schepen op 31 januari 2022 (tijdens storm Corrie).



Figuur 5-3 Tracks van schepen op 31 januari 2022 (storm Corrie)

Gevolgen van aanvaringen met windturbines

De huidige studie beperkt zich tot het bepalen van het verwachte aanvaarfrequenties. Voor een volledige risicoanalyse is het ook belangrijk de gevolgen van de incidenten mee te nemen. Met name de gevolgen van een aanvaring of aandrijving met een windturbine. Het is belangrijk dat hier aanvullend onderzoek naar gedaan wordt en dat deze resultaten gekoppeld worden aan de resultaten van SAMSON, zoals ze in dit rapport gepresenteerd zijn. Hierbij is het van belang dat er niet alleen gekeken wordt naar de gevolgen voor de windturbine, maar zeker ook naar de schade die het schip op loopt.

Ontwikkeling SAMSON

Voor het kwantitatief vaststellen van de effecten van windparken, trends in scheepvaart of andere ontwikkelingen op de Noordzee is het model SAMSON ontwikkeld door MARIN in samenwerking met RWS. Om op de veranderingen in te kunnen spelen en daarmee goed toekomstbestendig te zijn is het belangrijk dat het SAMSON-model up-to-date blijft, door het onderhouden van basis gegevens die binnen het model gebruikt worden, maar ook door het toevoegen van nieuwe ontwikkelingen (programmadelen).

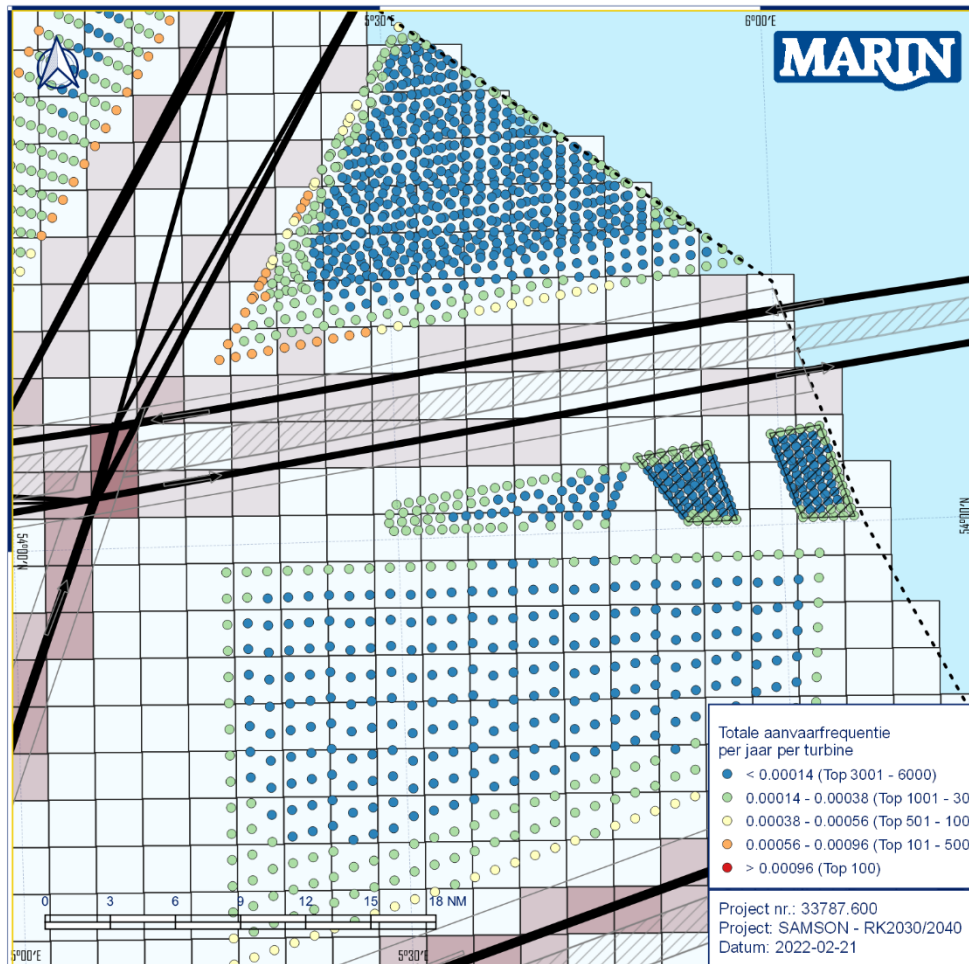
REFERENTIE

- [Ref 1.] J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y. Koldenhof, J. Valstar
WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen,
MARIN, 31132-3-MSCN-rev,1,0, 13 mei 2019
- [Ref 2.] H. Huisman, Y. Koldenhof
FSA Routing Baltic
MARIN, 32774-1-MO-rev,1,0, 29 oktober 2021
- [Ref 3.] H. Huisman, Y. Koldenhof
Formal Safety Assessment: Doorvaart in passages in windparken
MARIN, 33020-1-MO-rev.1, 19 maart 2021
- [Ref 4.] Y. Koldenhof en anderen
Netwerkevaluatie Noordzee 2018-2019. Analyse van het scheepvaartverkeer in de periode 1 juni 2018 – 31 mei 2019.
MARIN, 32091-1-MO-rev.1, 29 oktober 2020

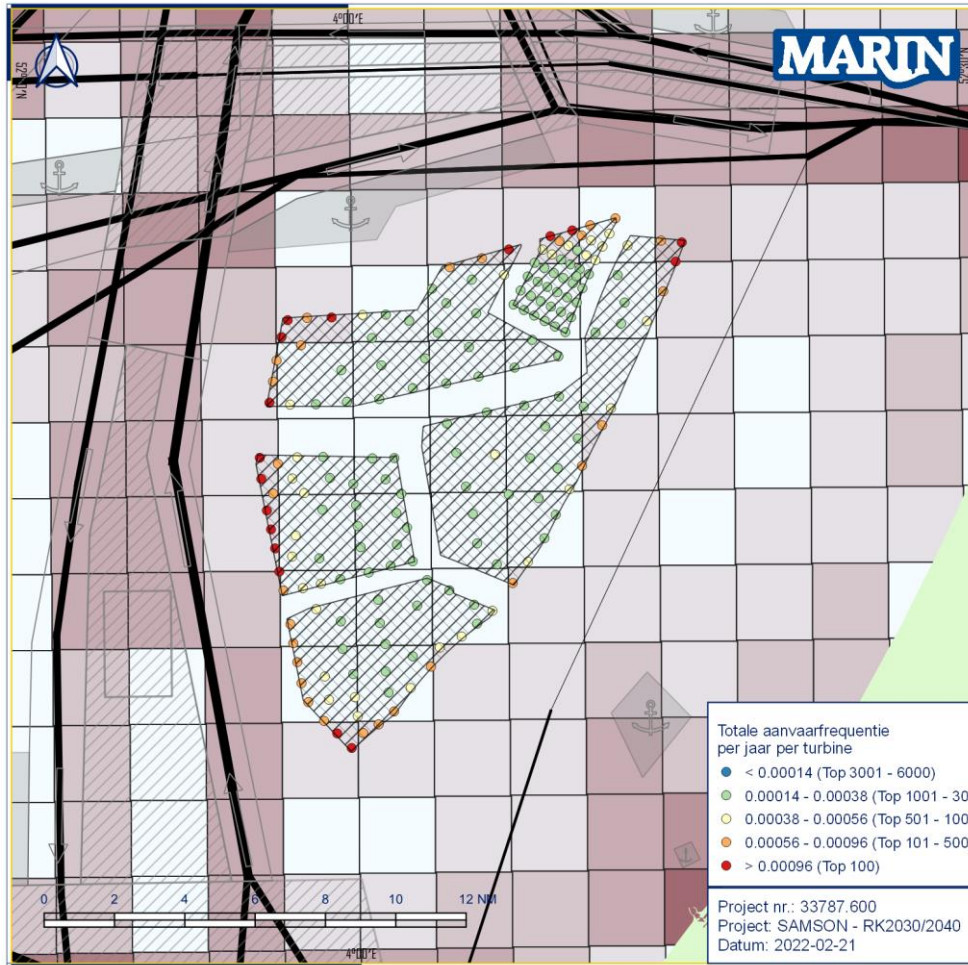
APPENDICES

APPENDIX 1 RESULTATEN SCHIP-WINDTURBINES AANVARINGEN PER WINDPARK

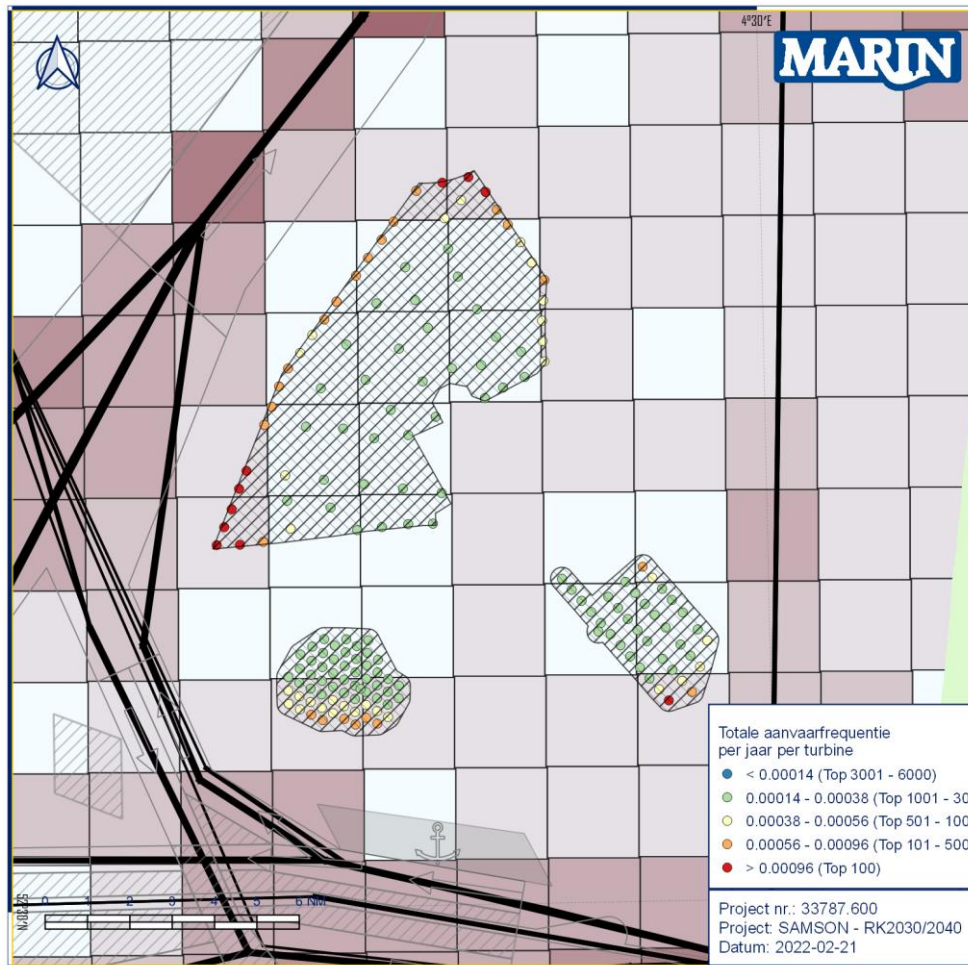
Windpark: TNW



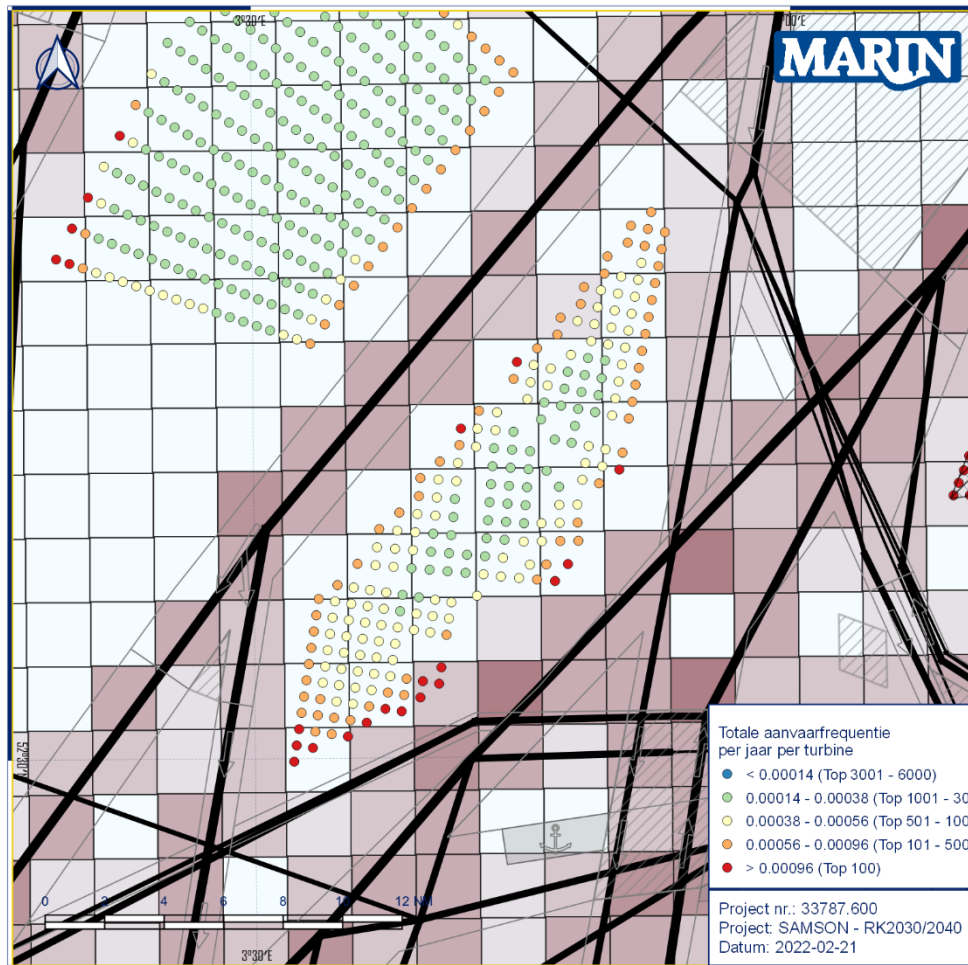
Aantal windturbines: 228	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar - TNW						
	Rammen			Driften			Totaal
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.004172	0.016488	0.020660	0.017656	0.003059	0.020715	0.041375
Eens per ... jaar	240	61	48	57	327	48	24
	10%	40%	50%	43%	7%	50%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	1.83E-05	7.23E-05	9.06E-05	7.74E-05	1.34E-05	9.09E-05	1.81E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	54656	13828	11036	12913	74540	11006	5511

Windpark: HKZ


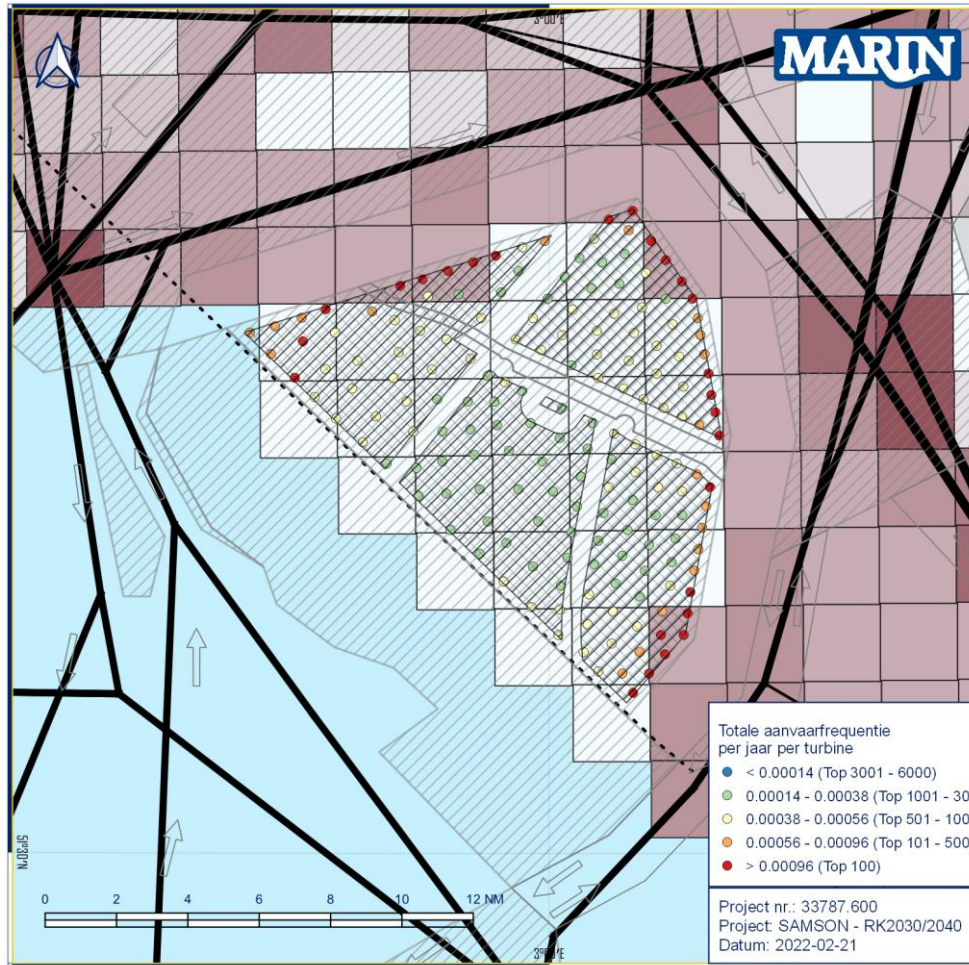
Aantal windturbines: 185	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar - HKZ						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.006818	0.031015	0.037832	0.043752	0.007664	0.051416	0.089248
Eens per ... jaar	147	32	26	23	130	19	11
	8%	35%	42%	49%	9%	58%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	3.69E-05	1.68E-04	2.04E-04	2.36E-04	4.14E-05	2.78E-04	4.82E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	27136	5965	4890	4228	24138	3598	2073

Windpark: HKN


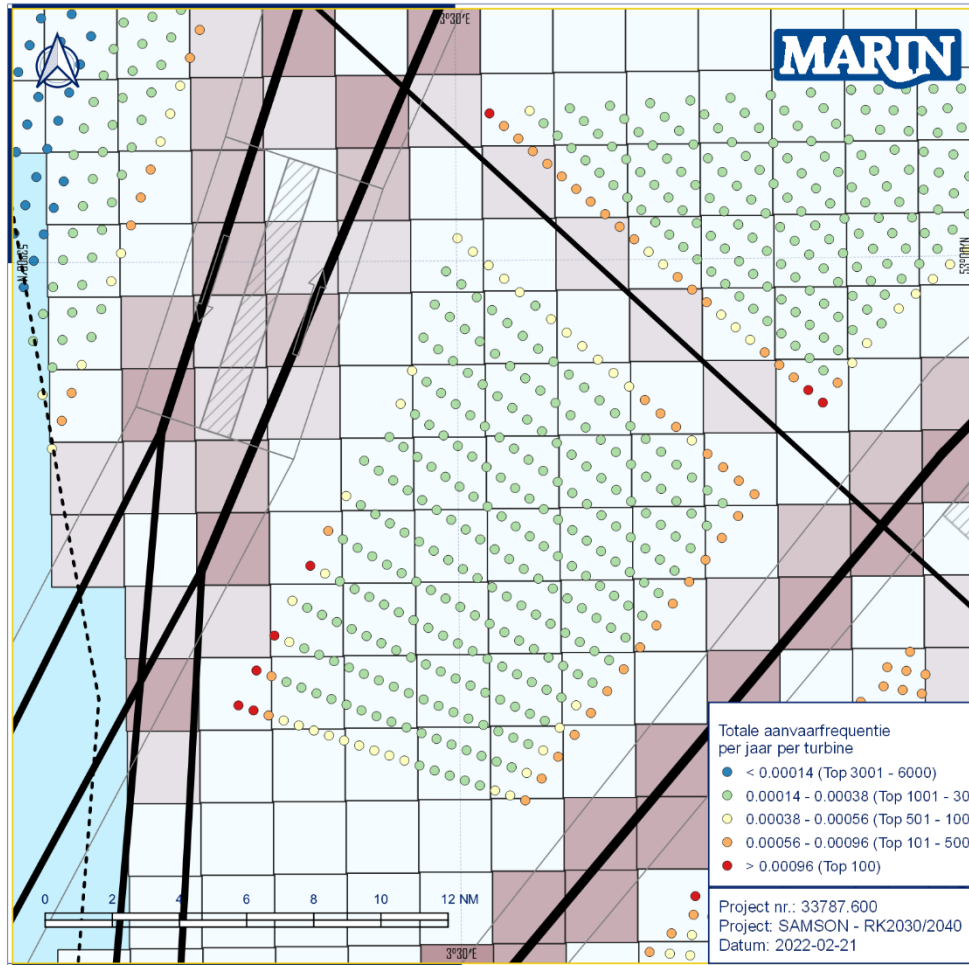
Aantal windturbines: 169	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar - HKN						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.003707	0.039645	0.043352	0.039607	0.008229	0.047836	0.091188
Eens per ... jaar	270	25	23	25	122	21	11
	4%	43%	48%	43%	9%	52%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	2.19E-05	2.35E-04	2.57E-04	2.34E-04	4.87E-05	2.83E-04	5.40E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	45594	4263	3898	4267	20537	3533	1853

Windpark: HKW


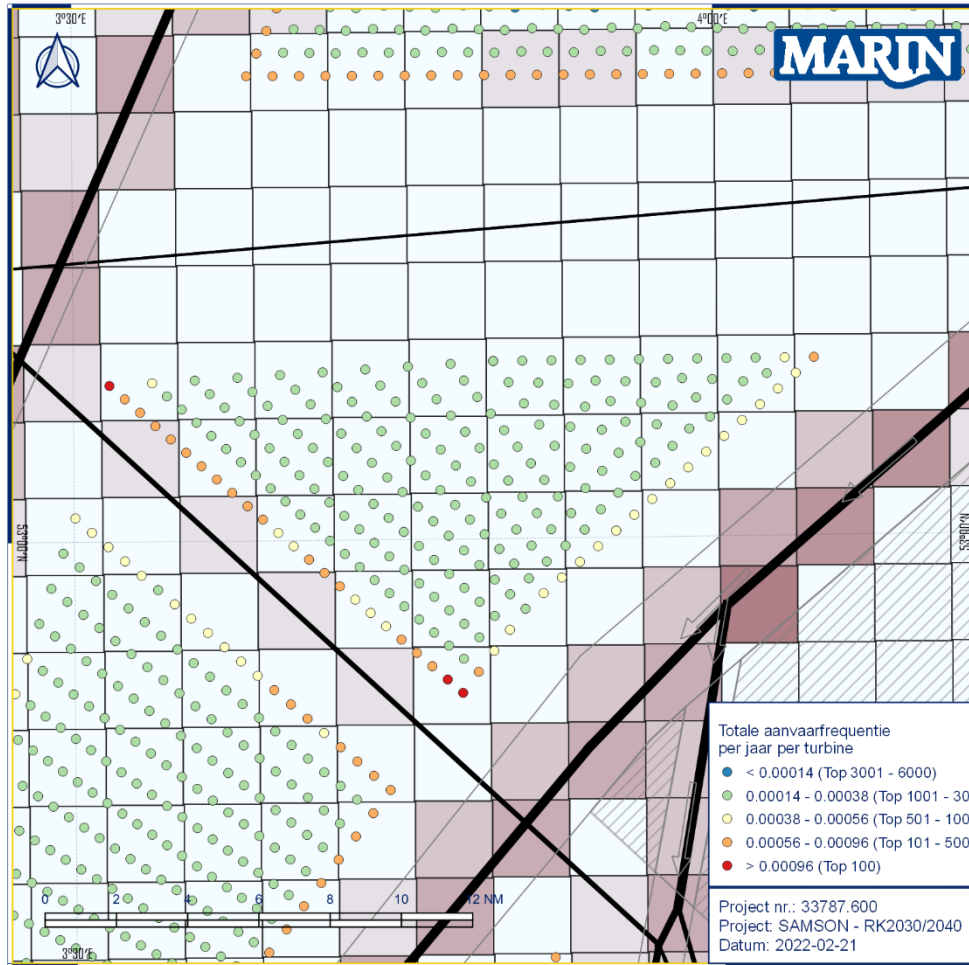
Aantal windturbines: 228	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar - HKW						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.033578	0.019453	0.053031	0.079857	0.004708	0.084565	0.137596
Eens per ... jaar	30	51	19	13	212	12	7
	24%	14%	39%	58%	3%	61%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	1.47E-04	8.53E-05	2.33E-04	3.50E-04	2.06E-05	3.71E-04	6.03E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	6790	11721	4299	2855	48431	2696	1657

Windpark: Borssele


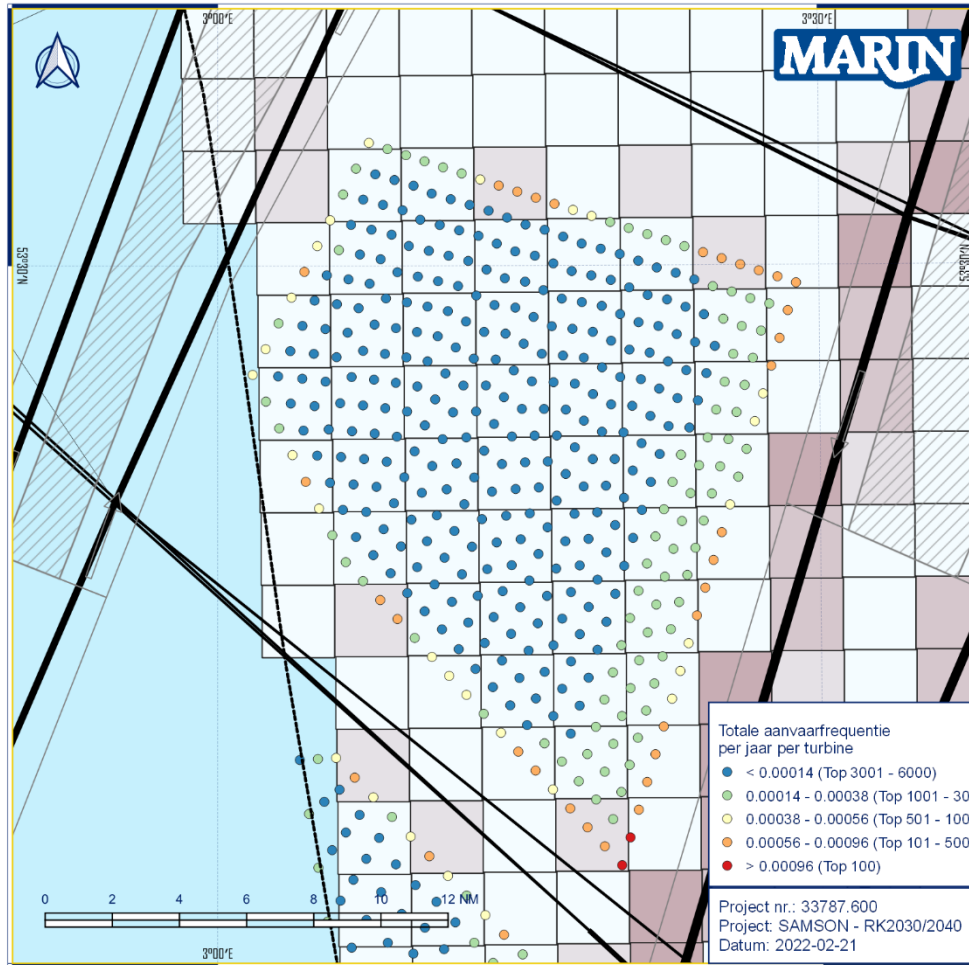
Aantal windturbines: 173	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar - Borssele						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.006236	0.045502	0.051737	0.044350	0.015569	0.059919	0.111656
Eens per ... jaar	160	22	19	23	64	17	9
	6%	41%	46%	40%	14%	54%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	3.65E-05	2.66E-04	3.03E-04	2.59E-04	9.10E-05	3.50E-04	6.53E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	27423	3758	3305	3856	10984	2854	1531

Windpark: IJmuiden Ver Zuid


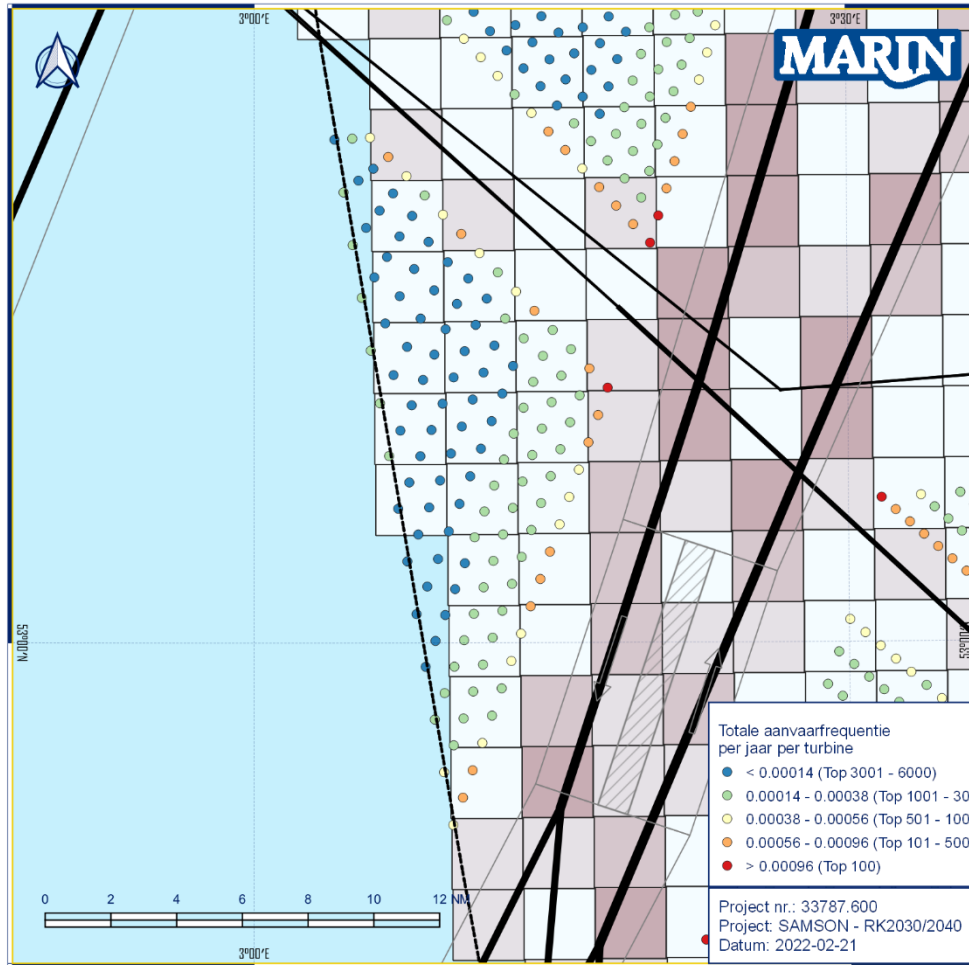
Aantal windturbines: 300	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – IJmuiden Ver Zuid						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.011879	0.020064	0.031943	0.061462	0.002393	0.063855	0.095798
Eens per ... jaar	84	50	31	16	418	16	10
	12%	21%	33%	64%	2%	67%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	3.96E-05	6.69E-05	1.06E-04	2.05E-04	7.98E-06	2.13E-04	3.19E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	25254	14952	9392	4881	125388	4698	3132

Windpark: IJmuiden Ver Noord


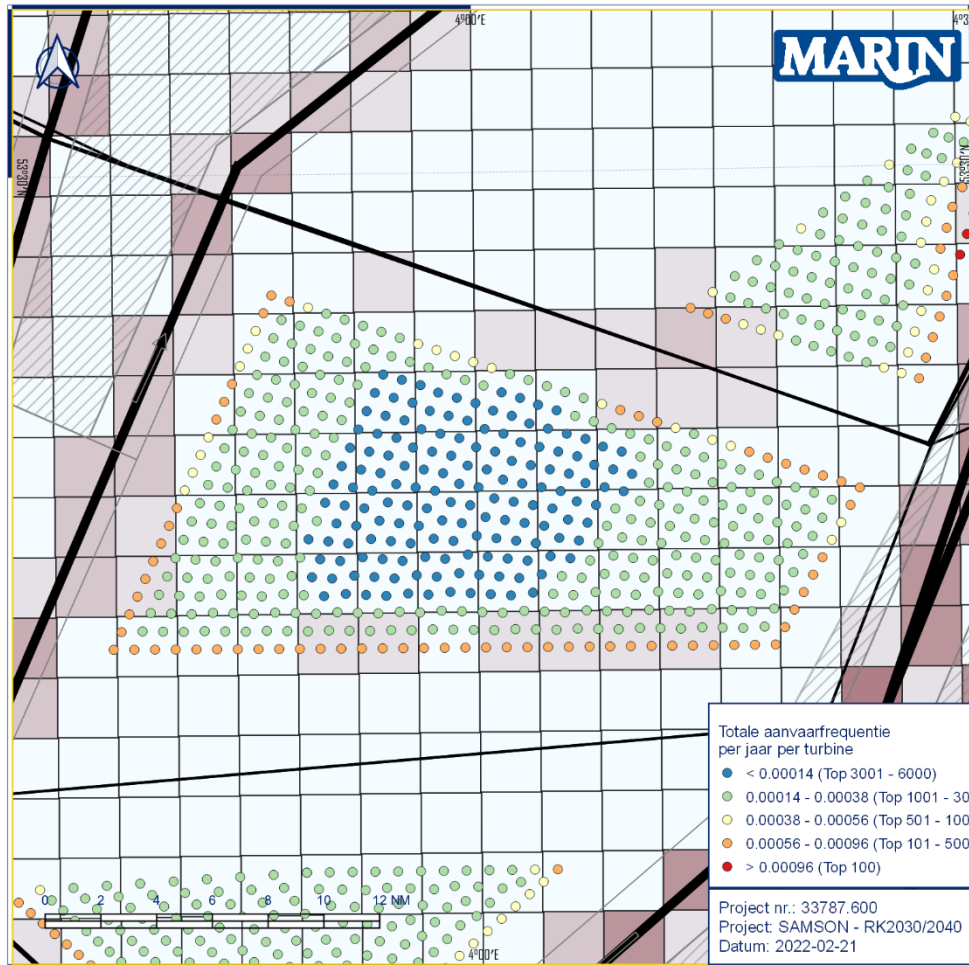
Aantal windturbines: 161	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – IJmuiden Ver Noord						
	Rammen			Driften			Totaal
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.011019	0.006234	0.017253	0.029145	0.001420	0.030566	0.047819
Eens per ... jaar	91	160	58	34	704	33	21
	23%	13%	36%	61%	3%	64%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	6.84E-05	3.87E-05	1.07E-04	1.81E-04	8.82E-06	1.90E-04	2.97E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	14611	25828	9332	5524	113354	5267	3367

Windpark: Gebied 1 - Noord


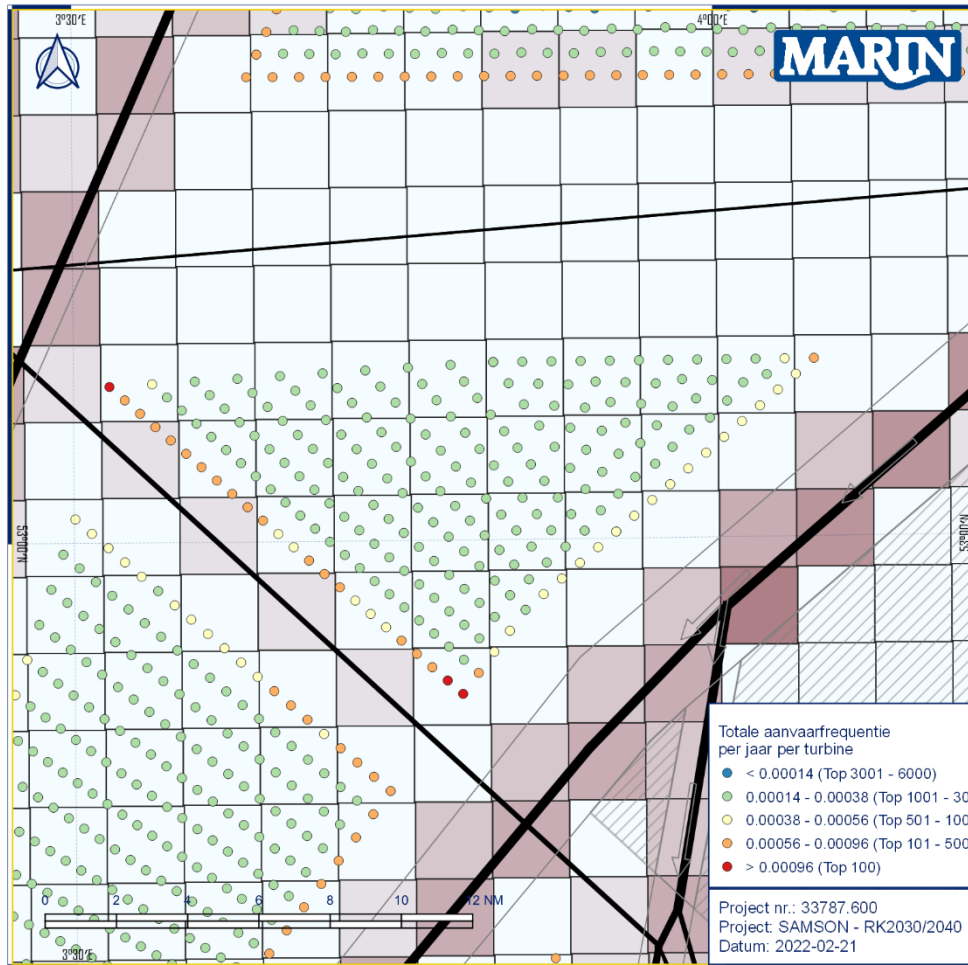
Aantal windturbines: 408	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 1 - Noord						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.005012	0.039346	0.044358	0.038658	0.004317	0.042975	0.087333
Eens per ... jaar	200	25	23	26	232	23	11
	6%	45%	51%	44%	5%	49%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	1.23E-05	9.64E-05	1.09E-04	9.47E-05	1.06E-05	1.05E-04	2.14E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	81400	10370	9198	10554	94508	9494	4672

Windpark: Gebied 1 - Zuid


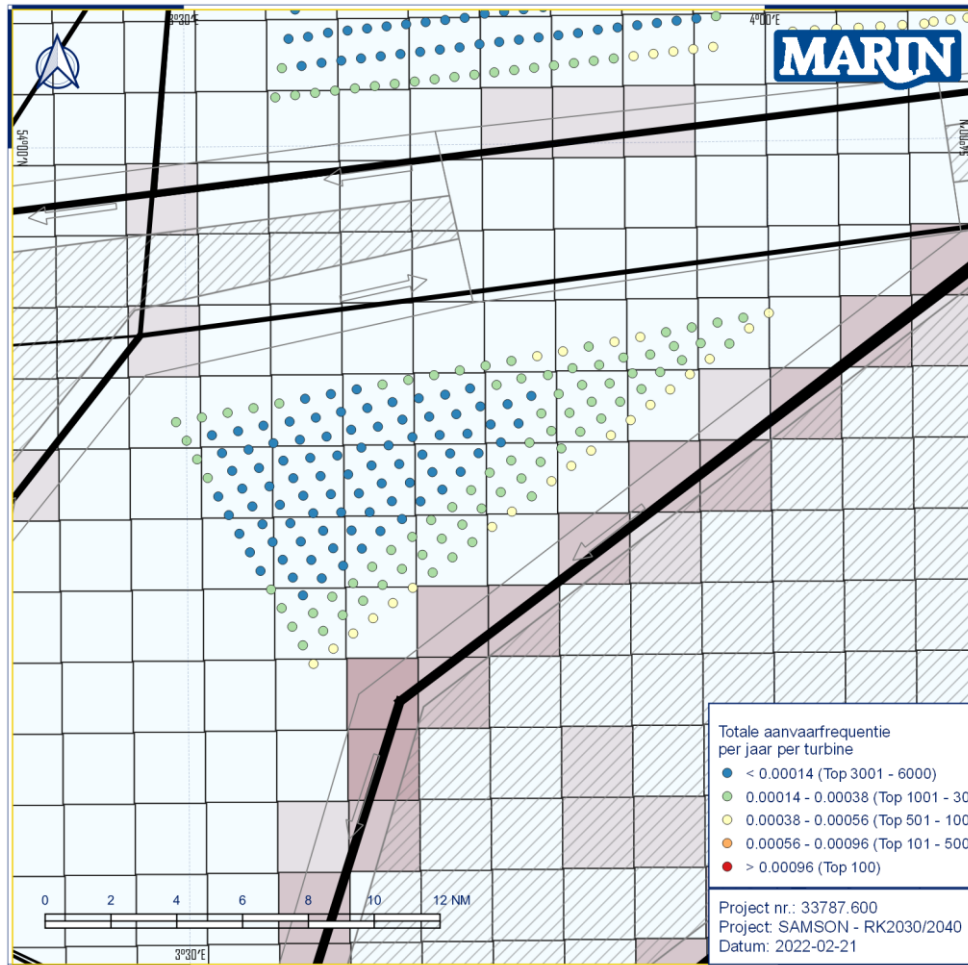
Aantal windturbines: 135	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 1 - Zuid						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.002751	0.012420	0.015171	0.016663	0.001894	0.018557	0.033727
Eens per ... jaar	363	81	66	60	528	54	30
	8%	37%	45%	49%	6%	55%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	2.04E-05	9.20E-05	1.12E-04	1.23E-04	1.40E-05	1.37E-04	2.50E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	49072	10870	8899	8102	71274	7275	4003

Windpark: Gebied 2 - Noord


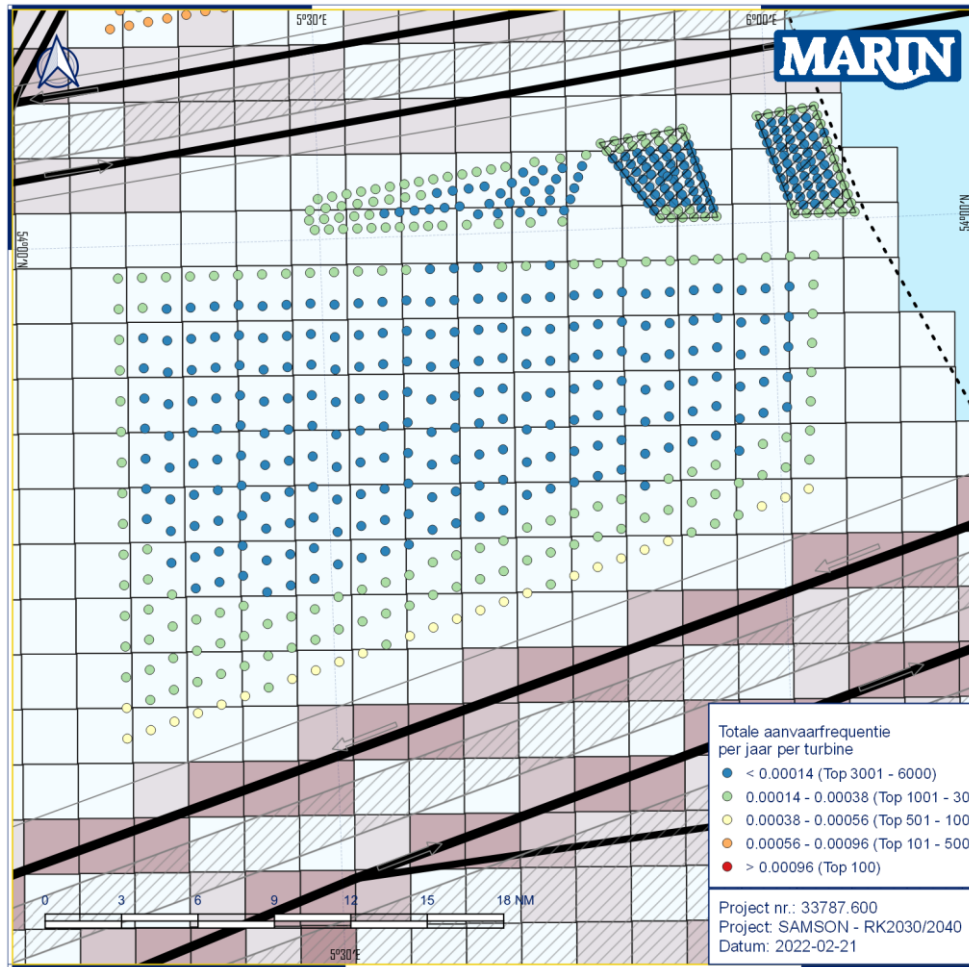
Aantal turbines: 505	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 2 Noord						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.003726	0.065065	0.068791	0.076237	0.010534	0.086771	0.155562
Eens per ... jaar	268	15	15	13	95	12	6
	2%	42%	44%	49%	7%	56%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	7.38E-06	1.29E-04	1.36E-04	1.51E-04	2.09E-05	1.72E-04	3.08E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	135537	7761	7341	6624	47939	5820	3246

Windpark: Gebied 2 - Zuid


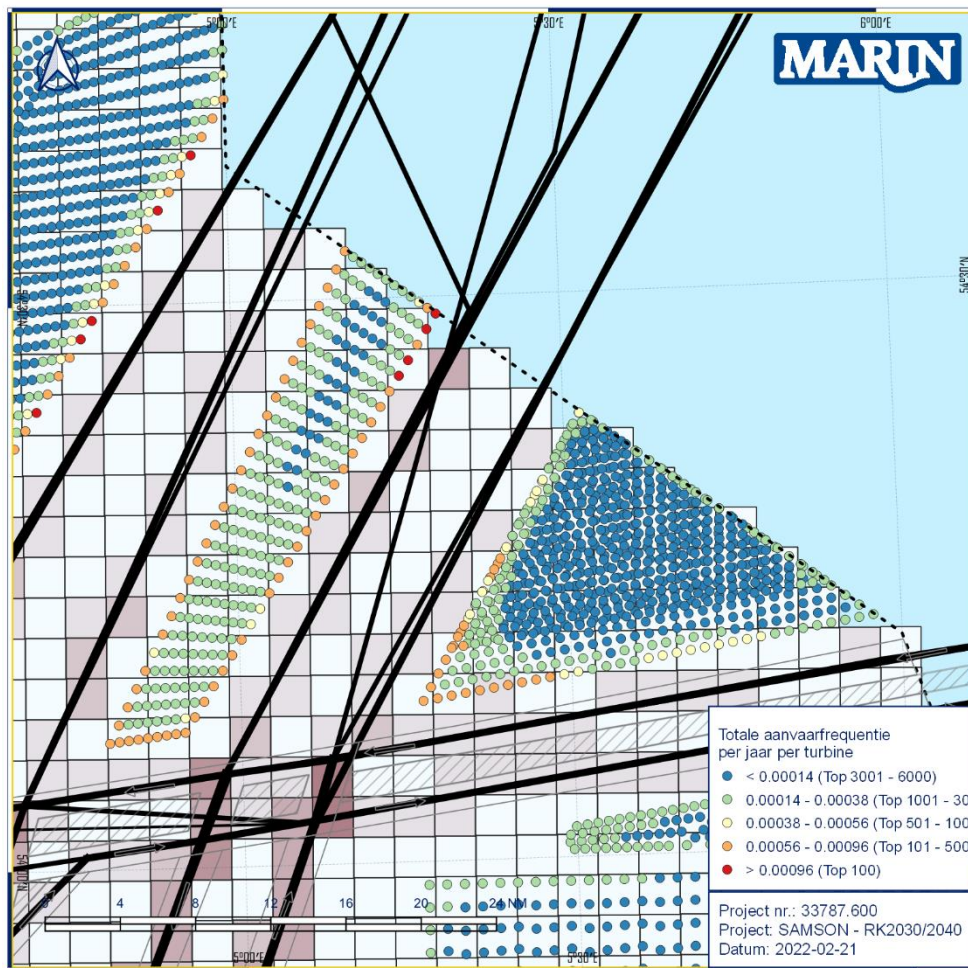
Aantal windturbines: 58	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 2 Zuid						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.001767	0.002711	0.004477	0.011779	0.000718	0.012497	0.016974
Eens per ... jaar	566	369	223	85	1393	80	59
	10%	16%	26%	69%	4%	74%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	3.05E-05	4.67E-05	7.72E-05	2.03E-04	1.24E-05	2.15E-04	2.93E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	32830	21397	12954	4924	80812	4641	3417

Windpark: Gebied 3


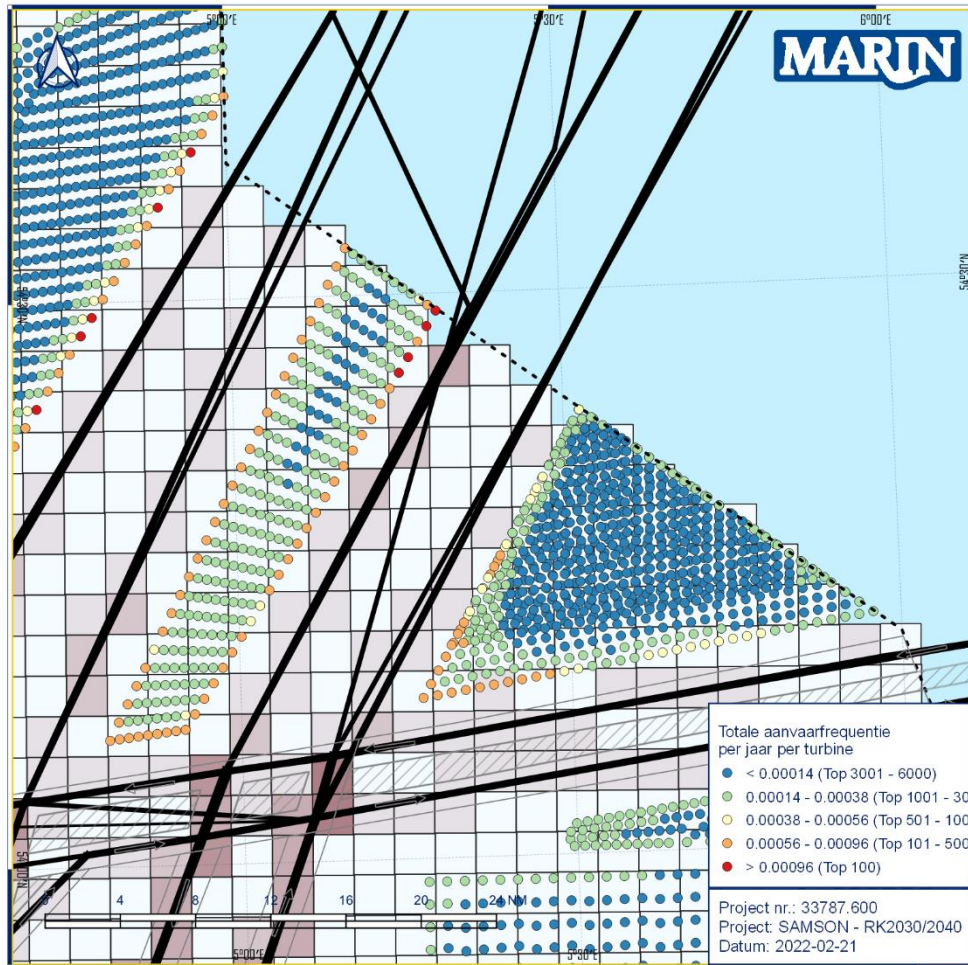
Aantal windturbines: 185	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 3						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.005375	0.010553	0.015928	0.022089	0.001577	0.023666	0.039594
Eens per ... jaar	186	95	63	45	634	42	25
	14%	27%	40%	56%	4%	60%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	2.91E-05	5.70E-05	8.61E-05	1.19E-04	8.52E-06	1.28E-04	2.14E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	34420	17530	11615	8375	117314	7817	4672

Windpark: Gebied 4


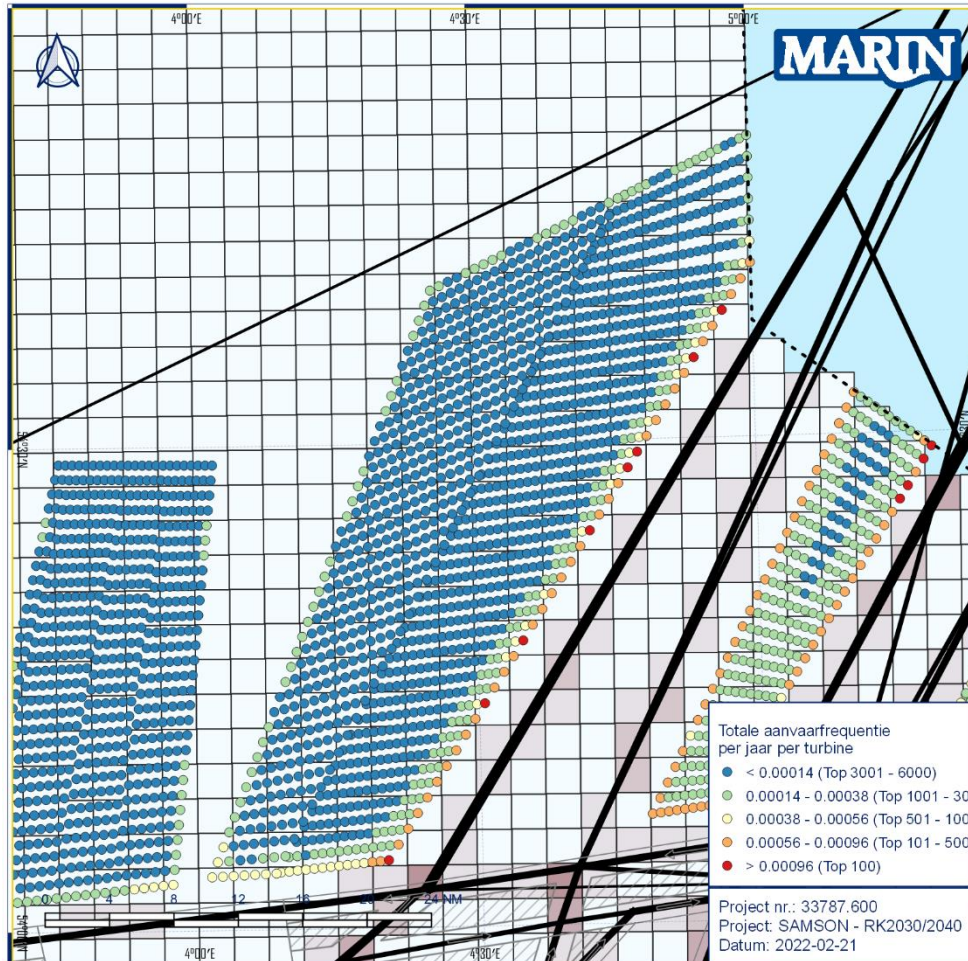
Aantal windturbines: 365	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 4						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.003877	0.010170	0.014048	0.042981	0.002105	0.045086	0.059134
Eens per ... jaar	258	98	71	23	475	22	17
	7%	17%	24%	73%	4%	76%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	1.06E-05	2.79E-05	3.85E-05	1.18E-04	5.77E-06	1.24E-04	1.62E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	94137	35888	25983	8492	173391	8096	6172

Windpark: Gebied 5


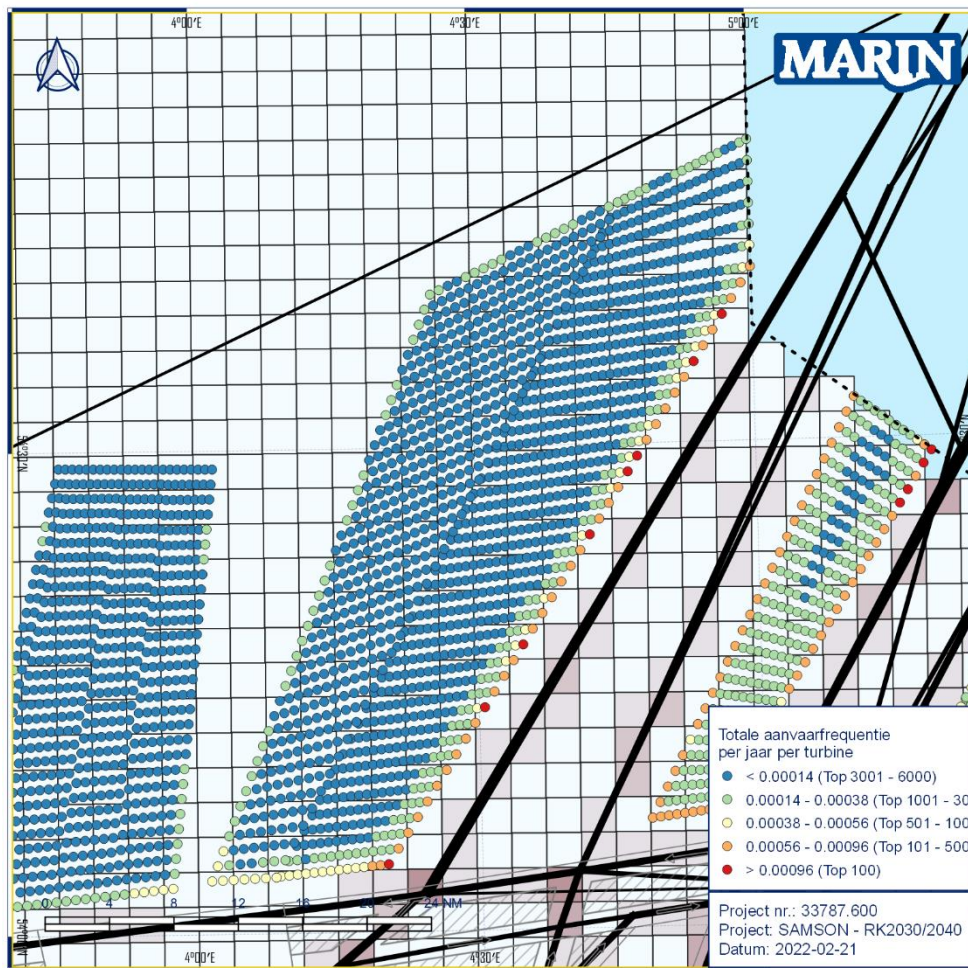
Aantal windturbines: 377	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 5						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.002946	0.032968	0.035914	0.032900	0.005193	0.038093	0.074007
Eens per ... jaar	339	30	28	30	193	26	14
	4%	45%	49%	44%	7%	51%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	7.81E-06	8.74E-05	9.53E-05	8.73E-05	1.38E-05	1.01E-04	1.96E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	127960	11435	10497	11459	72596	9897	5094

Windpark: Gebied 5 - MiddenBerm


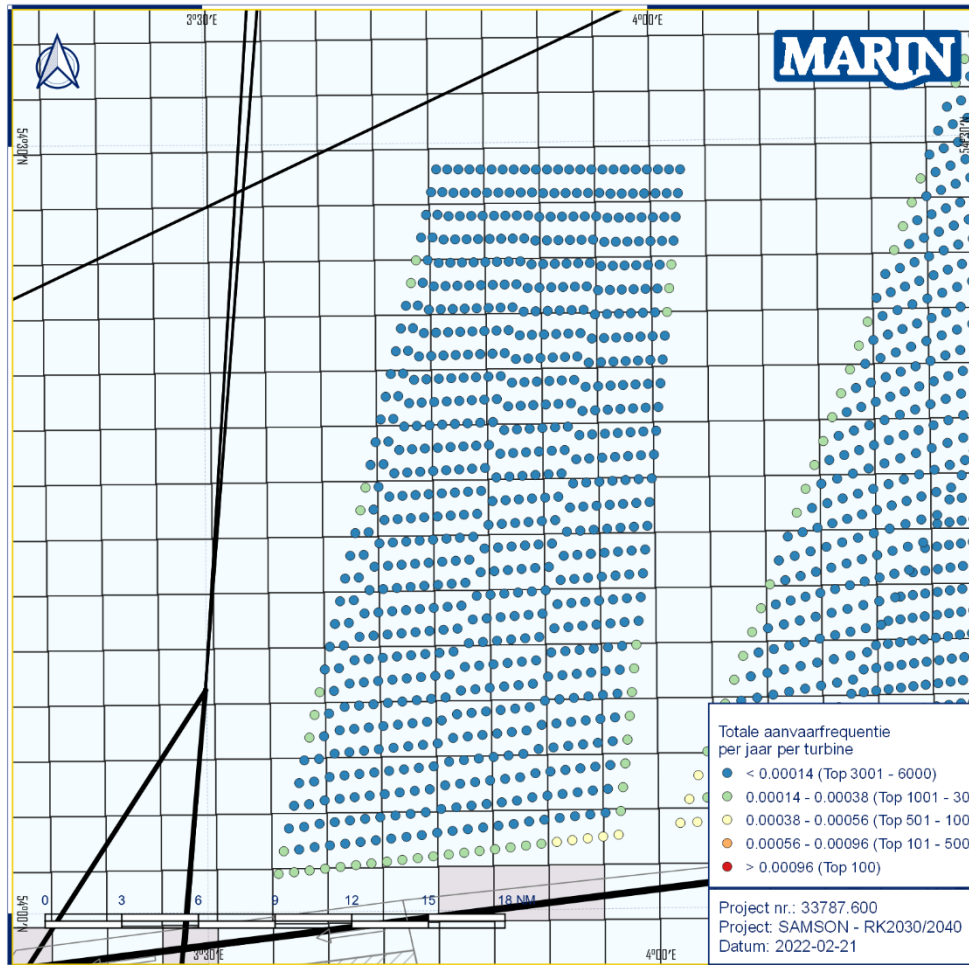
Aantal windturbines: 285	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 5 – Midden Berm						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.028473	0.027756	0.056229	0.043408	0.002597	0.046004	0.102233
Eens per ... jaar	35	36	18	23	385	22	10
	28%	27%	55%	42%	3%	45%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	9.99E-05	9.74E-05	1.97E-04	1.52E-04	9.11E-06	1.61E-04	3.59E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	10010	10268	5069	6566	109762	6195	2788

Windpark: Gebied 6


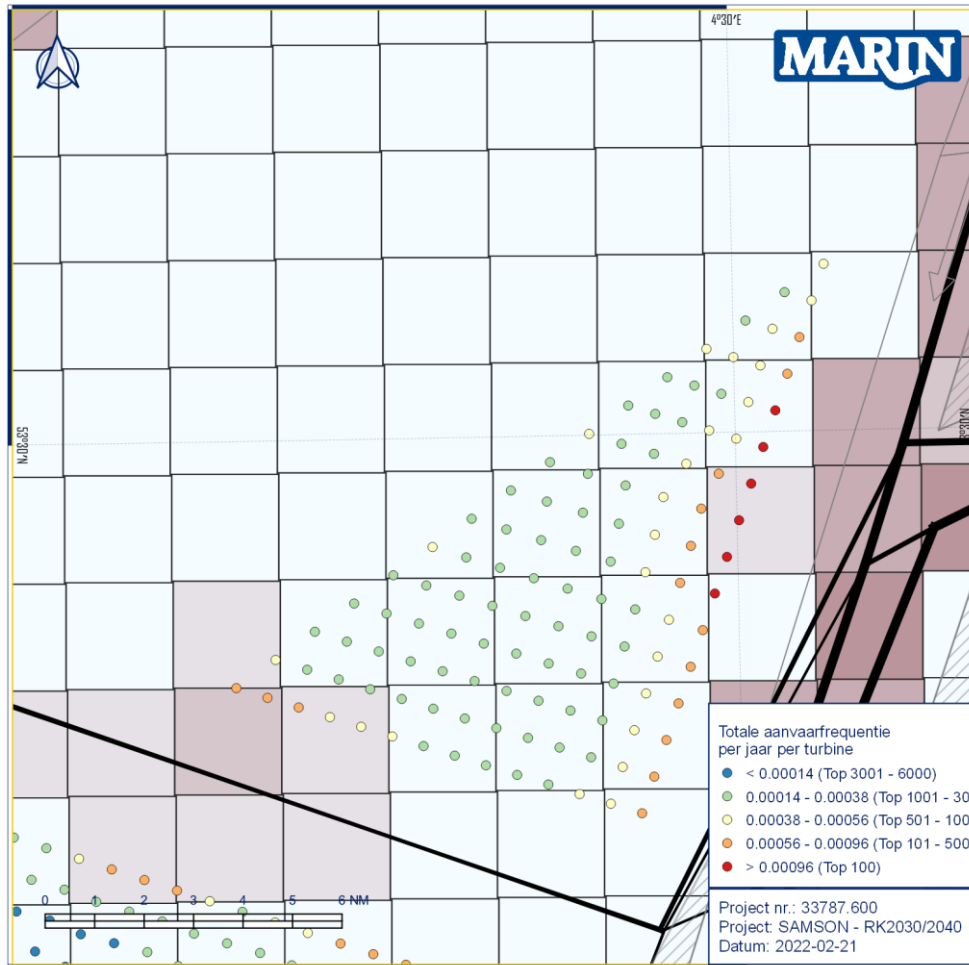
Aantal windturbines: 893	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 6						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.041880	0.021978	0.063858	0.058042	0.002738	0.060780	0.124638
Eens per ... jaar	24	46	16	17	365	16	8
	34%	18%	51%	47%	2%	49%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	4.69E-05	2.46E-05	7.15E-05	6.50E-05	3.07E-06	6.81E-05	1.40E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	21323	40632	13984	15385	326136	14692	7165

Windpark: Gebied 6 – Extra (westelijk deel)


Aantal windturbines: 583	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 6 - Extra						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.001257	0.021503	0.022760	0.018575	0.001996	0.020572	0.043332
Eens per ... jaar	796	47	44	54	501	49	23
	3%	50%	53%	43%	5%	47%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	2.16E-06	3.69E-05	3.90E-05	3.19E-05	3.42E-06	3.53E-05	7.43E-05
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	463897	27112	25615	31386	292017	28340	13454

Windpark: Gebied 7


Aantal windturbines: 695	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 7						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.002855	0.017044	0.019899	0.017710	0.002192	0.019902	0.039801
Eens per ... jaar	350	59	50	56	456	50	25
	7%	43%	50%	44%	6%	50%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	4.11E-06	2.45E-05	2.86E-05	2.55E-05	3.15E-06	2.86E-05	5.73E-05
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	243456	40777	34927	39243	317063	34921	17462

Windpark: Gebied 8


Aantal windturbines: 117	Verwachte aantal schip-windturbine aanvaringen per jaar – Gebied 8						Totaal
	Rammen			Driften			
	R	N	Totaal	R	N	Totaal	
Totaal	0.008699	0.003738	0.012437	0.009883	0.001066	0.010949	0.023386
Eens per ... jaar	115	268	80	101	938	91	43
	37%	16%	53%	42%	5%	47%	100%
Gemiddelde frequentie per windturbine (per jaar)	7.44E-05	3.19E-05	1.06E-04	8.45E-05	9.11E-06	9.36E-05	2.00E-04
Gemiddelde frequentie per windturbine (eens per ... jaar)	13450	31304	9408	11839	109757	10686	5003

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl
   