

Ecologische scenariovergelijking

**Vaargeul de Boontjes
Rijkswaterstaat**

21 november 2022

Contactpersoon

SARINA VERSTEEG
Marien ecooloog en projectleider

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	8
2	Wet- en beleidskaders	11
2.1	Wet natuurbescherming	11
2.1.1	Gebiedsbescherming	12
2.1.1.1	Beschermde gebieden	12
2.1.1.2	Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden	12
2.1.1.3	Rode lijn Wnb-gebiedsbescherming	13
2.1.2	Soortenbescherming	13
2.1.2.1	Vogelrichtlijnsoorten	13
2.1.2.2	Habitatrichtlijnsoorten	13
2.1.2.3	Andere soorten	14
2.1.2.4	Verbodsbepalingen	14
2.1.2.5	Gedragscodes en vrijstellingen	14
2.1.2.6	Rode lijn Wnb-soortenbescherming	14
2.2	Kaderrichtlijn Water (KRW)	14
2.2.1.1	Rode lijn Kaderrichtlijn Water Waddenzee	15
2.3	Programmatische Aanpak Grotere Wateren (PAGW)	16
2.4	Overige beleidskaders	18
2.4.1	OSPAR	18
2.4.2	ASCOBANS	18
2.4.3	Agenda voor het Waddengebied 2050 (AvhW)	18
2.4.4	De Ramsar conventie (Wetlands)	19
2.4.5	Unesco werelderfgoed/ Wadden Sea Plan 2010	19
2.5	Samenvatting rode lijnen beleidskaders	19
3	Voorgenomen activiteit	21
3.1	Activiteitenbeschrijving	21

3.2	Morfologie van baggerscenario's	24
3.3	Gevolgen van de activiteit	28
4	Beoordelingskader	29
4.1	Beschrijving effectketens en criteria	29
4.1.1	Effectketens en reikwijdtes	30
4.1.1.1	Habitataantasting en -verandering	30
4.1.1.2	Sedimentatie	32
4.1.1.3	Vertroebeling	34
4.1.1.4	Verstoring	39
4.1.1.5	Verontreiniging	41
4.1.1.6	Stikstofdepositie	42
4.1.2	Samenvatting criteria en beoogde onderzoeksmethode	44
4.1.3	Samenvatting reikwijdtes	45
4.2	Koppeling wetskader aan ecologische criteria	46
4.3	Methodiek	49
4.3.1	Habitataantasting en -verandering	50
4.3.2	Sedimentatie	50
4.3.3	Vertroebeling	51
4.3.4	Verstoring	51
4.3.5	Verontreiniging	52
4.3.6	Stikstofdepositie	52
5	Systeem- en gebiedsbeschrijving	54
5.1	Systeem-en gebiedsbeschrijving	54
5.1.1	Waddenzee	54
5.2	Kombergingsgebied Marsdiep	54
5.2.1	Habitattypes	54
5.2.1.1	H1110A Permanent overstroomde zandbanken	56
5.2.1.2	H1140A Slik- en zandplaten	58
5.2.2	Beschermde soorten	60
5.2.2.1	Beschermde vogelsoorten	60
5.2.2.2	Zeezoogdieren	61
5.2.3	Overige soorten	62
5.2.3.1	Schelpdieren	62
5.2.3.2	Zeegrasvelden	64

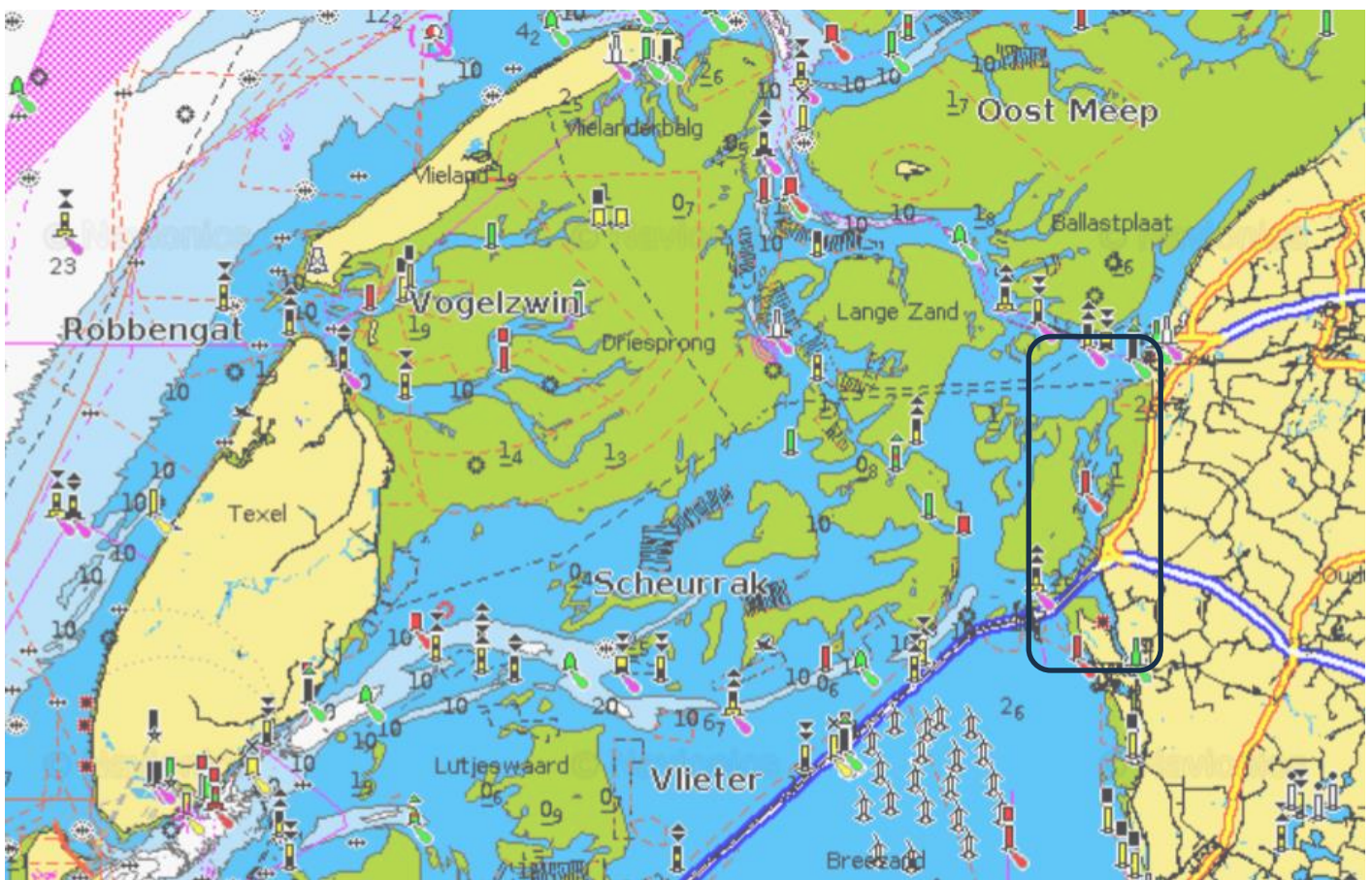
6	Effectbeoordeling	66
6.1	Habitataantasting en -verandering	66
6.1.1	Wet natuurbescherming	67
6.1.1.1	Gebiedsbescherming	67
6.1.1.2	Soortenbescherming	68
6.1.2	Kaderrichtlijn water	68
6.1.3	Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied	68
6.1.4	OSPAR	68
6.1.5	Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan	68
6.2	Sedimentatie	69
6.2.1	Wet natuurbescherming	70
6.2.1.1	Gebiedsbescherming	70
6.2.1.2	Soortenbescherming	71
6.2.2	Kaderrichtlijn water	71
6.2.3	Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied	71
6.2.4	OSPAR	72
6.2.5	Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan	72
6.3	Vertroebeling	72
6.3.1	Wet natuurbescherming	73
6.3.1.1	Gebiedsbescherming	73
6.3.1.2	Soortenbescherming	73
6.3.2	Kaderrichtlijn water	74
6.3.3	Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied	74
6.3.4	OSPAR	74
6.3.5	Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan	75
6.4	Verstoring	75
6.4.1	Wet natuurbescherming	76
6.4.1.1	Gebiedsbescherming	76
6.4.1.2	Soortenbescherming	76
6.4.2	Kaderrichtlijn water	77
6.4.3	Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied	77
6.4.4	OSPAR	77
6.4.5	Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan	77
6.5	Verontreiniging	77
6.5.1	Wet natuurbescherming	78

6.5.1.1	Gebiedsbescherming	78
6.5.1.2	Soortenbescherming	79
6.5.2	Kaderrichtlijn water	79
6.5.3	Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied	79
6.5.4	OSPAR	79
6.5.5	Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan	80
6.6	Stikstofdepositie	80
6.6.1	Wet natuurbescherming	80
6.6.1.1	Gebiedsbescherming	80
6.6.1.2	Soortenbescherming	81
6.6.2	Kaderrichtlijn water	81
6.6.3	Programma aanpak grote wateren en Agenda voor de Wadden	81
6.6.4	OSPAR	81
6.6.5	Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan	81
6.7	Scenariovergelijking 2050	81
6.8	Cumulatie/ Autonome activiteiten en ontwikkelingen	81
6.8.1	Morfologische veranderingen in de omgeving van de Boontjes	82
6.8.2	Andere bagger- en verspreidingswerkzaamheden	85
6.8.3	Visserij en schelpenwinning	88
6.8.4	Recreatie, veerdiensten en scheepsvaart	90
6.9	Optimalisatie van de baggertechnieken en baggerstrategie	92
7	Conclusies en samenvatting	94
7.1	Beoordelingen	94
7.2	Samenvattende conclusies en aanbevelingen	95
7.3	Kennisleemtes	96
8	Referentielijst	98
Bijlage A. Modelresultaten baggerverspreidingsstudie		100
A.1 Delft3D modelopzet		100
A.1.1	Randvoorwaarden	101
A.1.2	Rekenroosters en modelbathymetrie	101
A.1.3.	Sedimenteigenschappen in het model	101
A.1.4.	Simuleren van de baggerverspreiding	102
A.2 Beschikbare baggerdata		103

A.3 Bronterm baggervolume en varianten	104
A.4 Resultaten	106
A.4.1 Variant 1 - huidige baggerregime Boontjes	108
A.4.2 Variant 2 – ‘casestudy’ maximaal maandelijks baggervolume Boontjes	119
A.4.3 Variant 3 – huidige baggerregime Harlingen haven	129
A.4.4 Variant 1 + 3 – huidige baggerregime Boontjes + Harlingen haven	139
A.4.5 Variant 2 + 3 – ‘casestudy’ (sept. 2019) Boontjes + Harlingen	149
A.4.6 Variant 4 – ‘casestudy’ eerste half jaar 2021	159
Referenties	168
 Colofon	 169

1 Inleiding

De vaarweg Boontjes verbindt de zeehaven van Harlingen met het achterland via de Waddenzee en het IJsselmeer (Figuur 1-1). In 2009 is een overeenkomst gesloten tussen het Rijk en de provincie Friesland over de verruiming en 5 jaar onderhoud van de vaarweg. Onderdeel van deze overeenkomst is dat vijf jaar na de verruiming geëvalueerd zou worden of de ingreep ook zou leiden tot een significante stijging van de containeroverslag in de haven van Harlingen en of de gebaggerde volumes binnen de geprognosticeerde hoeveelheid zou blijven. Op basis van de evaluatie zou dan worden besloten over het toekomstig beheer van de Boontjes. De uitkomst van deze evaluatie was dat er minder in de haven van Harlingen werd overgeslagen dan verwacht. De hoeveelheid vracht door de Boontjes viel wel binnen de verwachting, maar voor het onderhoud moest aanzienlijk meer volume gebaggerd worden dan verwacht. Niettemin is in bestuurlijk overleg toen besloten de onderhoudspilot nog t/m 2022 te verlengen. Ook de evaluatieperiode is vervolgens verlengd t/m 2022.



Figuur 1-1 Locatie van de vaarweg Boontjes van Harlingen naar de Afsluitdijk (zwart kader), bron Navionics

Naast de monitoring van vervoerde containers en het baggervolume, is verder afgesproken dat er eind 2022 aanvullend economisch, morfologisch en ecologisch onderzoek heeft plaatsgevonden over de vaarweg Boontjes, en dat daarbij de kosten, baten en de gevolgen voor de Waddenzee voor zowel de kortere als de langere termijn inzichtelijk worden gemaakt. Hiertoe zijn drie scenario's geformuleerd door Rijkswaterstaat. Eén scenario waarbij het huidige onderhoudsprofiel wordt gehandhaafd, en twee uitersten t.w. stoppen met baggeren en verdiepen naar NAP - 4,70 m. Het scenario stoppen met baggeren is gebaseerd op de uitgangssituatie vóór de verruiming van de Boontjes in 2013/2014 toen er niet gebaggerd hoefde te worden omdat het natuurlijk profiel van de Boontjes zich op de toen geldende streefdiepte van NAP -2,80 m bevond (Rijkswaterstaat, 1996). Verdiepen is de door het bedrijfsleven gewenste situatie waarbij de relatie wordt gelegd met de verruiming van het sluiscomplex bij Kornwerderzand

(Lorentzsluizen) en waarin ook zeeschepen de Boontjes kunnen bevaren. De scenario's zijn gebruikt om de effecten op de natuurwaarden te onderzoeken. Het ecologisch rapport is onderdeel van de evaluatie op basis waarvan in bestuurlijk overleg bepaald wordt hoe de onderhoudssituatie van vaarweg Boontjes er vanaf 2023 t/m 2027 precies uit zal zien. De scenario's zijn:

1. Handhaven vaarwegprofiel NAP -3,80 m en 100 m breed;
2. Verdiepen profiel NAP -4,70 m en 100 m breed;
3. Stoppen met baggeren, terugkeer naar natuurlijk profiel.

Dit rapport beschrijft het ecologische onderzoek. De verschillende ecologische effecten van de scenario's worden vergeleken middels een beoordeling aan verschillende beleidskaders. De werkwijze hierbij lijkt op die van een MER, maar is qua focus (enkel op ecologie) en diepgang meer vergelijkbaar met een Passende Beoordeling. Er is getoetst aan de Wnb, onderdelen gebiedsbescherming en soortenbescherming. Daarnaast wordt er ook getoetst aan de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en de doelen van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Gezamenlijk vormen deze toetsen een Integrale Ecologische scenariovergelijking. Hierin wordt niet alleen gekeken naar de effecten volgens verschillende scenario's op juridisch aangewezen gebieden en soorten, maar zal er ook aandacht besteed worden aan lokale morfologie en ecologie. Dit is waar mogelijk meegenomen in de verschillende toetsingskaders.

In aanvulling op dit rapport is er een memo opgesteld voor een vierde scenario: vaarwegdiepte naar NAP -2,80 m, met een breedte van 100 m breed. Deze dimensies komen overeen met de situatie voorafgaand aan de verdieping van de drempel naar NAP -3,80 m in 2012. Daarin wordt de hier beschreven studie naar effecten op morfologie en ecologie op dit vierde scenario toegepast om vergelijking met de drie scenario's in dit rapport mogelijk te maken.

Voor de ecologische effecten wordt er gekeken op twee tijdschalen:

1. Korte termijn met analyses van snel effect hebbende gevolgen zoals vertroebeling en verstoring (directe effecten, ten tijde van het onderhoud).
2. Lange termijn effecten, zoals effecten op bodemmorfologie (jaren) en samenstelling van bodemsoorten (effecten in de maanden en jaren na het onderhoud).

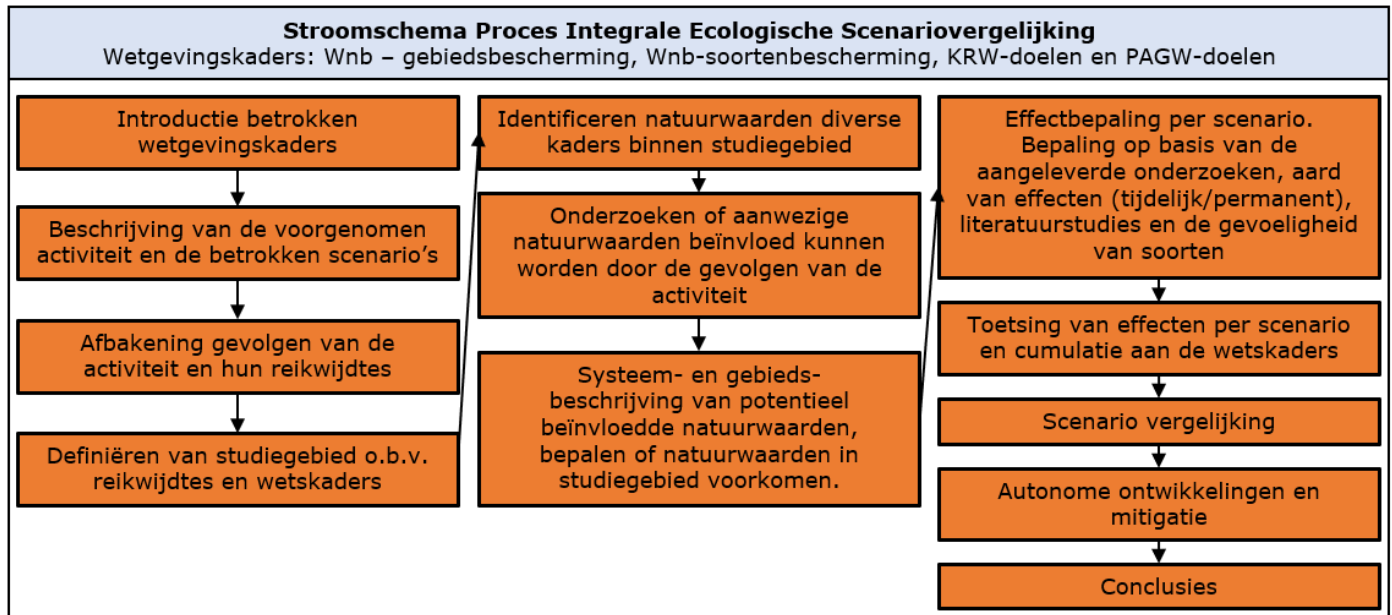
Voor beide tijdschalen wordt informatie van Deltares gebruikt. Deltares voert het eerder genoemde morfologische zusteronderzoek van deze ecologische studie uit (Smits, Bob et al., 2022). Deze morfologische studie die onderdeel is van het overkoepelende project bevat een:

1. Analyse van ontwikkelingen tot heden van morfologie en baggerbezwaar;
2. Voorspelling van de te verwachten gevolgen voor morfologie en baggerbezwaar voor de drie scenario's met een focus op minimaliseren van baggerimpact en daaruit volgend minimaliseren van ecologische impact en onderhoudskosten.

Met de resultaten van de ecologische scenariovergelijking, het morfologische en het economische onderzoek wordt er een basis gecreëerd waarop Rijk en provincie in een bestuurlijk overleg de beslissing nemen over het onderhoud van de Boontjes voor de periode 2023 t/m 2027 van Vaargeul de Boontjes. Elke volgende planperiode (d.w.z. na 2027) van het NWP kan het beleid over het onderhoud van de vaarwegen worden heroverwogen.

Het proces dat doorlopen wordt in deze integrale ecologische scenariovergelijking is weergegeven in Figuur 1-2. In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op de verschillende beleids- en wetkaders die gelden voor het projectgebied en die beïnvloed kunnen worden. In hoofdstuk 3 is de voorgenomen activiteit beschreven waarin ook de morfologische verschillen tussen de drie scenario's kort worden beschreven alsook de gevolgen van de activiteiten voor ecologie. In hoofdstuk 4 wordt het beoordelingskader behandeld. Hiervoor wordt eerst een overzicht gegeven van de effecten en reikwijdtes van de gevolgen van de activiteiten. Hierna wordt er een koppeling gemaakt tussen de beleid- en wetkaders en de ecologische criteria die worden beïnvloed door de activiteiten. Tenslotte wordt in de methodiek en scoringsmethode behandeld. In hoofdstuk 5 wordt er een systeem- en gebiedsbeschrijving gegeven. In hoofdstuk 6 wordt het effect van de activiteit op de in hoofdstuk 5 beschreven gebieden en soorten beschreven en getoetst aan de hand van de in hoofdstuk 4 beschreven beoordelingsmatrix. Ook wordt er in hoofdstuk 6 gekeken naar

het effect van autonome activiteiten en het potentieel van het optimaliseren van baggertechnieken en baggerstrategie. Waarna in hoofdstuk 7 de conclusie en een samenvatting beschreven staat. De ecologische scenariovergelijking is grotendeels gebaseerd op de uitkomsten van een slibverspreidingsmodel dat op basis van de gegevens van het zusteronderzoek van Deltares is gebouwd. In bijlage A is deze slibmodelleerstudie toegevoegd.



Figuur 1-2 Overzicht proces voor de Ecologische scenariovergelijking

2 Wet- en beleidskaders

In de Waddenzee zijn op het gebied van beschermde natuurwaarden verschillende wet- en beleidskaders van toepassing. Zo is op zee de Nederlandse Wet natuurbescherming (verder Wnb) van toepassing. Binnen de Wnb wordt onderscheid gemaakt tussen de bescherming van soorten en gebieden. In deze Nederlandse wet zijn de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn verankerd. Ook de afspraken uit de Conventies van Bonn (ASCOBANS) en Bern zijn hierin verankerd. Aangezien ASCOBANS specifiek voor waterleven geldt, wordt deze verder kort toegelicht. Verder speelt de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) een rol. Daarnaast is de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) is een belangrijk nationaal programma voor de Waddenzee. Tenslotte is de Waddenzee een UNESCO World Heritage Site en zijn er trilaterale afspraken gemaakt tussen Nederland, Duitsland en Denemarken. Andere wet- en beleidskaders worden voor deze studie als minder belangrijk geacht en daarom niet verder besproken. Tabel 2-1 geeft een overzicht van de relevante wet- en regelgeving weer. Deze tabel geeft aan welk relatief belang de wet of het beleid heeft in het kader van natuurbescherming in relatie tot de effectenbeoordeling. De beoordeling wordt gedaan op basis van de bestaande en relevante richtlijnen en wetgeving zoals weergegeven in deze tabel. Onder de tabel worden de beleidskaders verder toegelicht.

Tabel 2-1 Overzichtstabel met de relevante wetgeving en kaders voor het project

Beleid	Relevantie voor project
Wet natuurbescherming (Wnb) Onderdeel gebiedsbescherming	Zeer relevant, voor de bescherming van aangewezen beschermde gebieden (getoetst met Wnb a.d.h.v. vergunningverlening en Natura2000 beheerplan Waddenzee)
Wet natuurbescherming (Wnb) Onderdeel soortenbescherming	Zeer relevant, voor de bescherming van aangewezen beschermde soorten (getoetst met Wnb)
ASCOBANS (Conventie van Bonn)	Relevant voor de bescherming van mariene systemen, getoetst met Wnb soortenbescherming
Kaderrichtlijn Water (KRW)	Zeer relevant, per waterlichaam beoordeeld via stroomschema KRW
Programmatische Aanpak Grote Wateren	Zeer relevant, beoordeling per project
Agenda voor het Waddengebied 2050	Zeer relevant, beoordeling per project
OSPAR	Relevant, geen toetsingskader. Er is getoetst aan het overkoepelende doel van dit kader.
Ramsar conventie	Relevant, getoetst met de Wnb
Unesco World Heritage en trilaterale Wadden Sea plan 2010	Relevant, geen toetsingskader. Er is getoetst aan het overkoepelende doel van dit kader.

2.1 Wet natuurbescherming

De Wnb is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is in de plaats gekomen van de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet. De wet is ingedeeld in hoofdstukken en kent een algemeen deel (hoofdstuk 1), delen over Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 2), soorten (hoofdstuk 3), houtopstanden, hout en houtproducten (hoofdstuk 4), delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen (hoofdstuk 5), financiële bepalingen (hoofdstuk 6), handhaving (hoofdstuk 7), overige bepalingen (hoofdstuk 8) een beschrijving van het overgangsrecht (hoofdstuk 9) en een beschrijving van de wijziging van overige wetten (hoofdstuk 10). In de navolgende paragrafen is een samenvattende beschrijving van de relevante delen van de wet gegeven.

De Wnb schrijft een nationale en provinciale natuurvisie voor. De nationale natuurvisie bevat de hoofdlijnen van het rijksbeleid op het gebied van natuur en natuurbescherming (art 1.5 Wnb). De provinciale natuurvisies beschrijven het provinciale beleid op dit gebied (art 1.7 Wnb). In de Wnb zijn ook de Europese richtlijnen en doelen die daaraan ten grondslag liggen verankerd: het behoud en verbeteren van Europese biodiversiteit en het verbod op kwaliteitsverslechtering vanuit de habitatrichtlijn.

De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat eenieder voldoende zorg in acht neemt voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en soorten, ook voor soorten die niet beschermd zijn (art 1.11, lid 1 Wnb). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (art 1.11, lid 2 Wnb). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (art 1.11, lid 3 Wnb).

In het eerste hoofdstuk van de wet wordt ook ingegaan op de beschermingsmaatregelen waarvoor Gedeputeerde Staten van de provincies zorg moeten dragen (art 1.12, lid 1 Wnb). Het gaat daarbij om:

- Bescherming, instandhouding of herstel van de biotopen en leefgebieden van alle in Nederland voorkomende soorten vogels, in het bijzonder de soorten die genoemd zijn in de Vogelrichtlijn (gebiedsbescherming en soortenbescherming);
- Behoud en herstel van soorten, habitats en habitats van soorten van bijlage I, II, IV en V van de Habitatrichtlijn;
- Behoud en herstel van soorten die opgenomen zijn op de bij de nationale natuurvisie horende rode lijst.

2.1.1 Gebiedsbescherming

2.1.1.1 Beschermd gebied

De Wnb maakt het mogelijk gebieden aan te wijzen als beschermd natuurgebieden. De Wnb noemt daarbij verschillende soorten gebieden, namelijk:

- Het Natuurnetwerk Nederland (NNN): het samenhangende ecologische netwerk waarvoor de provincies (Gedeputeerde Staten) zorgdragen voor de totstandkoming en instandhouding (art 1.12, lid 2 Wnb);
- “Bijzondere provinciale natuurgebieden” en “Bijzondere provinciale landschappen”: gebieden buiten het NNN aangewezen door Gedeputeerde Staten vanwege bijzondere natuurwaarden of landschappelijke en cultuurhistorische waarden (art 1.12, lid 3 Wnb);
- Natura 2000-gebieden: de gebieden die de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft aangewezen ter uitvoering van de verplichtingen die voortvloeien uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn (art. 2.1, lid 1 Wnb);
- “Bijzondere nationale natuurgebieden” zijn door de Minister van LNV aangewezen buiten bestaande Natura 2000-gebieden (art. 2.11, lid 1 Wnb).

Voor het studiegebied van dit project zijn de volgende gebieden relevant:

1. Natura 2000-gebied Waddenzee
2. Natuurnetwerk Nederland-gebied N01.N01 Zee & Wad

2.1.1.2 Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wijst Natura 2000-gebieden aan. In ieder besluit tot aanwijzing van een Natura 2000-gebied zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor het betreffende gebied beschreven. Daarbij gaat het in ieder geval om instandhoudingsdoelstellingen ten aanzien van de leefgebieden van vogels, voor zover nodig ter uitvoering van de Vogelrichtlijn en/of ten aanzien van habitats en habitats van soorten, voor zover nodig ter uitvoering van de Habitatrichtlijn. Ook activiteiten die buiten Natura 2000-gebieden plaatsvinden kunnen effect hebben op de natuurwaarden in een Natura 2000-gebieden. Dit wordt ‘externe werking’ genoemd.

Gedeputeerde Staten zijn verplicht zorg te dragen voor het treffen van instandhoudingsmaatregelen ten aanzien van de in de provincie gelegen Natura 2000-gebieden en moeten ook -indien daar aanleiding voor bestaat- passende maatregelen nemen om verslechtering van de kwaliteit van Natura 2000-gebieden te voorkomen (artikel 6 lid 2).

Daarnaast moet er voor ieder Natura 2000-gebied een beheerplan worden opgesteld. Het Rijk heeft deze verplichtingen voor de Natura 2000-gebieden op zee en de grote wateren. Rijkswaterstaat is daarom voortouwnemer van het Natura2000 beheerplan Waddenzee en is verantwoordelijk voor het (laten) nemen van de maatregelen t.b.v. het behalen van de instandhoudingsdoelen. In het huidige beheerplan voor de Waddenzee (hierna beheerplan Waddenzee) is voor vaargeul de Boontjes het baggeren van 80.000 m³ sediment vrijgesteld van vergunningplicht (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Dit volume wordt overschreden. Zo wordt in de huidige situatie gemiddeld 202.000 m³ gebaggerd uit vaargeul de Boontjes. In het beheerplan Waddenzee is een totale hoeveelheid aan vrijgestelde volumes ten behoeve van onderhoudsbaggerwerkzaamheden voor de Waddenzee vastgelegd. Deze totale hoeveelheden zijn getoetst in een Passende Beoordeling (Arcadis, 2016) en op basis hiervan vrijgesteld van vergunningplicht. Deze totale hoeveelheid wordt (nog) niet overschreden.

2.1.1.3 Rode lijn Wnb-gebiedsbescherming

Het is verboden zonder vergunning een project uit te voeren dat -gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied- de kwaliteit van de natuurlijke habitats of habitats van soorten in dat gebied kan verslechteren of een verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen (art 2.7 lid 2 Wnb). Wanneer het een project betreft dat niet direct verband houdt met, of nodig is voor het beheer van een gebied, en dat afzonderlijk of in cumulatieve gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, wordt de vergunning pas verleend nadat uit een zogenaamde passende beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast (art 2.7 lid 3 onder a en art 2.8 lid 1 Wnb). Een uitzondering is een project dat een herhaling of voortzetting is van een ander project, of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een passende beoordeling is gemaakt en een nieuwe passende beoordeling geen nieuwe gegevens of inzichten op kan leveren (art 2.8 lid 2 Wnb).

Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet kan worden verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets) (art 2.8 lid 4 Wnb). Wanneer er sprake is van gevolgen voor een prioritair habitat of prioritaire soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets door de minister van LNV een advies gevraagd te worden aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend (art 2.8 lid 5 Wnb). De te nemen compenserende maatregelen moeten onderdeel uitmaken van de vergunning vóór het betreffende project (art 2.8 lid 7 Wnb). Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (art 2.8 lid 8 Wnb).

2.1.2 Soortenbescherming

2.1.2.1 Vogelrichtlijnsoorten

Alle van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn zijn in Nederland beschermd. De soorten van artikel 1 van de Vogelrichtlijn zijn alle vogelsoorten die op het Europese grondgebied van de lidstaten van de EU voorkomen. Het deel daarvan dat van nature in Nederland voorkomt, is dus beschermd (art. 3.1 lid 1 Wnb).

2.1.2.2 Habitatrichtlijnsoorten

In deze categorie vallen alle in het wild levende dieren zoals genoemd in:

- Bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn;
- Bijlage II bij het Verdrag van Bern of;
- Bijlage I bij het Verdrag van Bonn; (art. 3.5 lid 1 Wnb).

En (in hun natuurlijke verspreidingsgebied) planten van soorten, genoemd in:

- Bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of;

- Bijlage I bij het Verdrag van Bern; (art. 3.5, lid 5 Wnb).

2.1.2.3 Andere soorten

Naast de soorten waarvan de bescherming op Europees niveau verplicht is gesteld, is er ook een aantal soorten op nationaal niveau beschermd. Het gaat hierbij om soorten die nationaal zeer zeldzaam en/of bedreigd zijn en waarvan het duurzaam voortbestaan niet is verzekerd wanneer geen beschermingsmaatregelen worden getroffen. De soorten waar het om gaat, zijn opgenomen in de bijlage bij de wet (art. 3.10, lid 1 onder a en c Wnb). Ook moeten soorten die op de Rode Lijst staan worden meegenomen in de nationale natuurvisie (artikel 1.12).

2.1.2.4 Verbodsbepalingen

De Wet natuurbescherming kent verbodsbepalingen gericht op de bescherming van dieren en planten. Hiervoor kan ontheffing worden aangevraagd.

Ten aanzien van vogels verbiedt de wet het opzettelijk doden of vangen (art. 3.1 lid 1 Wnb), het opzettelijk vernielen van nesten, rustplaatsen en eieren (art. 3.1 lid 2 Wnb), het rapen of onder zich hebben van eieren (art. 3.1 lid 3 Wnb) en het opzettelijk storen van vogels (art. 3.1 lid 4 Wnb). Het verbod tot opzettelijk storen, geldt niet in het geval de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (art. 3.1 lid 5 Wnb).

Ten aanzien van de diersoorten van de Habitatrichtlijn verbiedt de wet het opzettelijk doden of vangen (art 3.5 lid 1 Wnb), het opzettelijk verstoren (art 3.5 lid 2 Wnb), het opzettelijk vernielen of rapen van eieren (art 3.5 lid 3 Wnb) en het beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen of rustplaatsen (art 3.5 lid 4 Wnb). Ten aanzien van de plantensoorten van de Habitatrichtlijn verbiedt de wet het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, onwortelen en vernielen (art 3.5 lid 5 Wnb).

Ten aanzien van de diersoorten van de categorie 'Andere soorten' geldt slechts een verbod tot het opzettelijk doden of vangen (art 3.10 lid 1 onder a Wnb) en het opzettelijk beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen of rustplaatsen (art 3.10 lid 1 onder b Wnb). Ten aanzien van plantensoorten van de categorie 'Andere soorten' geldt een verbod tot opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, onwortelen of vernielen (art 3.10 lid 1 onder c Wnb).

2.1.2.5 Gedragscodes en vrijstellingen

De hierboven beschreven verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd volgens een door de Minister van LNV vastgestelde gedragscode (art. 3.31 lid 1 Wnb). Het moet dan gaan om handelingen die plaatsvinden in het kader van:

- a. Een bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer;
- b. Een bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of de bosbouw;
- c. Een bestendig gebruik;
- d. Ruimtelijke ontwikkeling of inrichting.

2.1.2.6 Rode lijn Wnb-soortenbescherming

Het voorkomen dat de landelijke staat van instandhouding van soorten beschermd onder de Wnb verslechtert.

2.2 Kaderrichtlijn Water (KRW)

Het Europese Parlement en de Raad van de Europese Unie hebben op 23 oktober 2000 de EU-Kaderrichtlijn Water (KRW) vastgesteld. Het doel van deze richtlijn is om aquatische ecosystemen te beschermen en duurzaam gebruik van water te bevorderen. Verder beoogt de richtlijn grondwaterverontreiniging te verminderen en de gevolgen van zowel perioden van overstroming als perioden van droogte te verminderen. Een belangrijk uitgangspunt van de KRW is het 'stand still beginsel'. Dat wil zeggen dat na het jaar 2000 geen achteruitgang van de chemische en ecologische

toestand van het water mag plaatsvinden. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2018). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016). De Waterwet geeft dan ook het toetsingskader voor het project.

Het toetsingskader waterkwaliteit maakt niet langer als bijlage deel uit van het Nationaal Water Programma (NWP), maar is opgenomen in een beleidsregel. Middels het toetsingskader kan worden beoordeeld of er sprake is van mogelijke verslechtering van de ecologische of chemische toestand als gevolg van fysieke ingrepen of emissies van stoffen. Voor het baggeren van de vaargeul Boontjes geldt dat er mogelijk sprake is van effecten binnen KRW-Waterlichamen. Aangezien hier sprake is van een fysieke ingreep, blijkt na het doorlopen van het algemene toetsingskader 1 dat toetsingskader 3 doorlopen moet worden (Figuur 2-1). Toetsingskader 3 omvat alleen biologische kwaliteitselementen, aanvullend wordt nog ingegaan op chemische kwaliteit, specifieke verontreinigde stoffen en algemene fysische chemie.

Voor het baggeren van de vaargeul Boontjes geldt dat de werkzaamheden plaatsvinden binnen de KRW-lichamen Waddenzee en Waddenzee vastelandskust, met bijbehorende kwaliteitselementen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022). De Waddenzee is aangeduid als ecologisch relevant of kwetsbaar gebied. De meest actuele factsheets en begrenzing van de KRW-oppervlaktewaterlichamen zijn gebruikt op het moment van schrijven (juni 2022). In deze waterlichamen worden mogelijk de biologische kwaliteitselementen macrofauna, overige waterflora en fytoplankton beïnvloed. Daarnaast kan ook de chemische toestand en specifieke verontreinigde stoffen worden beïnvloed.

In het onderliggende hoofdstuk worden de werkzaamheden dan ook beoordeeld op basis van stap 3B uit Figuur 2-1: Wordt het biologisch kwaliteitselement negatief beïnvloed door de ingreep? Voor de vaargeul worden hierbij de kansen op een negatieve impact op één van de aangewezen kwaliteitselementen behandeld.

De biologische kwaliteitselementen zijn:

- Samenstelling en abundantie van fytoplankton.
- Samenstelling en abundantie van overige waterflora.
- Samenstelling en abundantie van macrofauna.

Vanuit een ecologisch perspectief gaat het dus om de volgende organismen:

- Fytoplankton: Algen, hiernaar wordt in dit rapport ook gerefereerd als de primaire productie
- Overige waterflora in overgangs- en kustwateren: schorren/kwelders en zeegras.
- Macrofauna: De definitie van macrofauna verschilt per type waterlichaam. Macrofauna beschrijft invertebraten groter dan 1 millimeter zoals schelpdieren, slakken, en insecten. Vislarven en sponzen worden niet onder de macrofauna gerekend.

Bij verontreiniging wordt hiernaast ook ingegaan op de chemische toestand en specifieke verontreinigde stoffen.

Een recente uitspraak van het Europees Hof op 5 mei 2022 over de wijze waarop binnen projecten rekening gehouden moet worden met tijdelijke effecten op de waterkwaliteit heeft consequenties voor dit project. Een tijdelijke verslechtering van de waterkwaliteit als gevolg van een project is niet toegestaan. Er wordt in dit document ook al een doorkijk gegeven naar de consequenties van de verschillende scenario's n.a.v. deze uitspraak.

2.2.1.1 Rode lijn Kaderrichtlijn Water Waddenzee

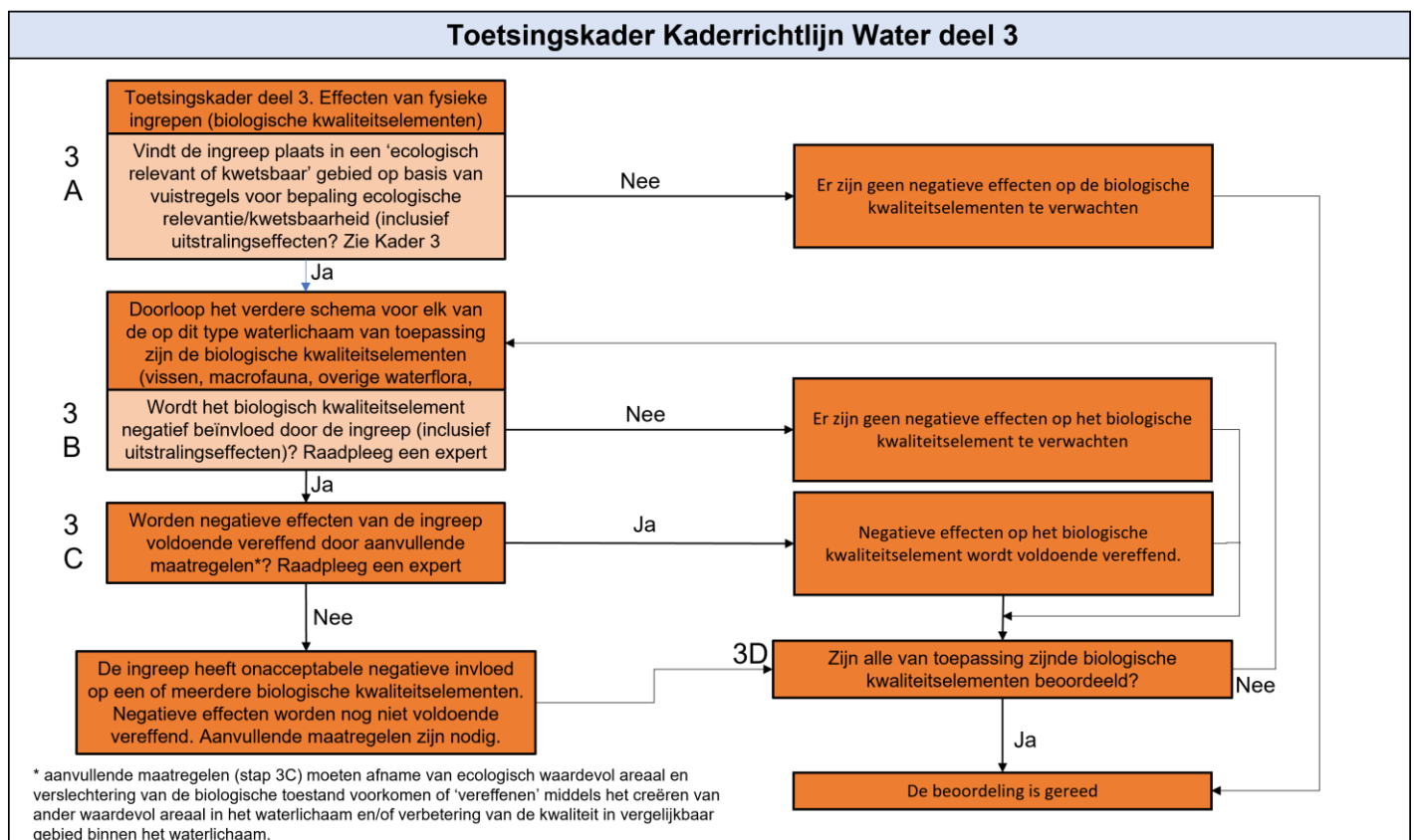
De ecologische toestanden van de KRW-gebieden mogen niet verslechteren ten opzichte van de huidige toestand. Voor de KRW-lichamen zijn de toestanden weergegeven in

Tabel 2-2 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022). Van de vier aangewezen kwaliteitskenmerken geldt het kwaliteitskenmerk Vis niet voor de in de Waddenzee aangeduide KRW-waterlichamen, wel voor de waterlichamen in de Eems-Dollard. Voor beide KRW-gebieden mag er geen tijdelijke en permanente achteruitgang zijn van de

kwaliteitskenmerken. Een uitspraak van het Europese hof heeft dat recent nog bekrachtigd (Europees Hof, 2022). Dit is de rode lijn die niet overschreden mag worden.

Tabel 2-2 Toestand biologische kwaliteitskenmerken. Bron: (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022)

Kwaliteitskenmerk	Waddenzee	Waddenzee vastelandskust
Macrofauna	Goed	Goed
Overige waterflora	Slecht	Matig
Vis	n.v.t.	n.v.t.
Fytoplankton	Matig	Matig



Figuur 2-1 Toetsingskader 3 van de KRW.

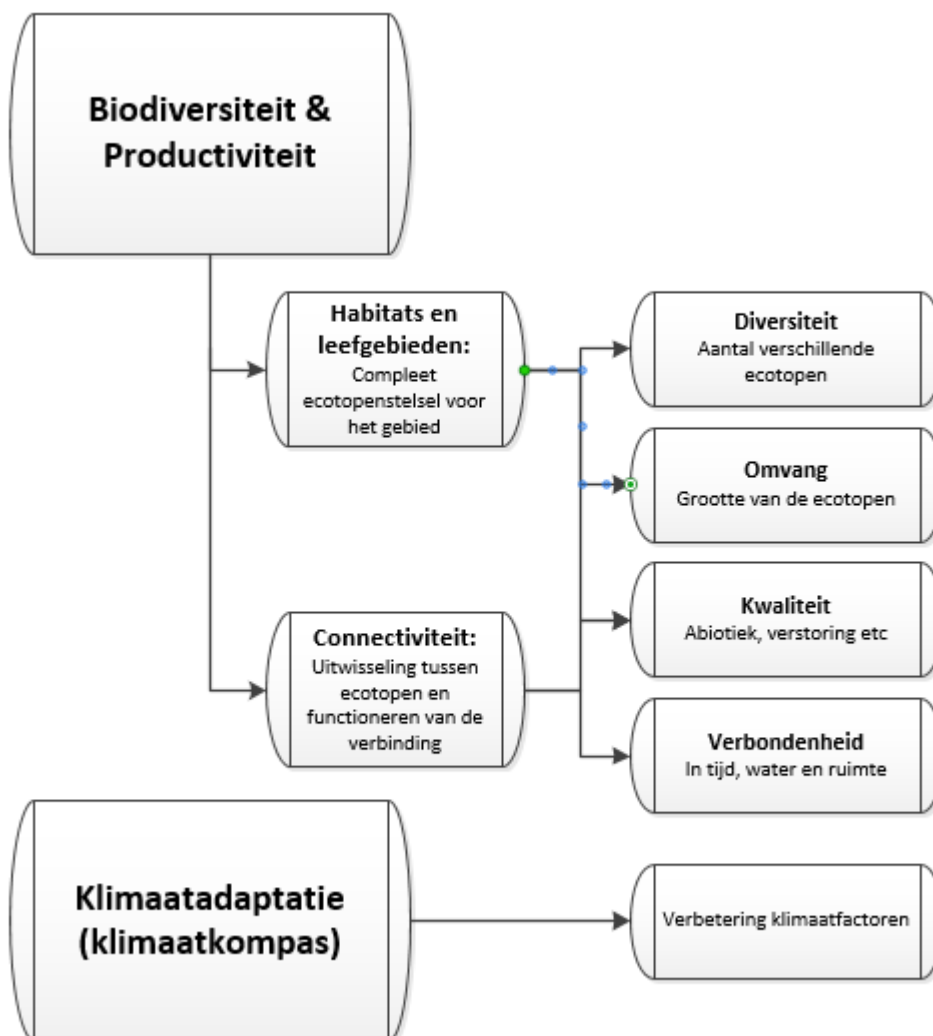
* aanvullende maatregelen (stap 3C) moeten afname van ecologisch waardevol areaal en verslechtering van de biologische toestand voorkomen of 'vereffenen' middels het creëren van ander waardevol areaal in het waterlichaam en/of verbetering van de kwaliteit in vergelijkbaar gebied binnen het waterlichaam.

2.3 Programmatische Aanpak Grotere Wateren (PAGW)

Het PAGW is geen wetskader zoals de Wnb en KRW dit wel zijn. Het PAGW richt zich in overkoepelende zin vooral op enkele kernprincipes met betrekking tot het herstel van de grotere wateren in Nederland en het stabiel en robuust functioneren van ecosystemen binnen de grotere wateren. Het gaat dan met name om het herstel van de natuurlijke dynamiek in het watersysteem, het terugbrengen van verloren leefgebieden en het herstellen/behouden van geleidelijke overgangen en een goede connectiviteit in en tussen leefgebieden (denk bijvoorbeeld aan zoet-zout overgangen). De maatregelen beogen op deze manier ruimte te geven aan natuurlijke processen en stromingen van water, zand en slib waar bijvoorbeeld waterstaatkundige werken of menselijke activiteiten deze processen

belemmeren. Hiermee is het overkoepelende streven van de PAGW ook om de ecosystemen robuuster te maken en om de doelstellingen van Natura 2000 en Kaderrichtlijn Water dichterbij te brengen én om de grote wateren klimaatbestendig te maken. Aangezien deze punten normaal in een toetsing aan de Wnb niet worden meegenomen, is er in deze integrale ecologische scenariovergelijking er wel voor gekozen om ook hier in meer detail naar te kijken.

Om PAGW-projecten te kunnen beoordelen op doelbereik is een beoordelingskader opgesteld. In Figuur 2-2 is voor het onderdeel ecologie het beoordelingskader opgenomen. Een aantal punten daarvan kan kwantitatief worden beoordeeld (diversiteit van habitat, omvang van ecotopen) en een aantal punten kan enkel kwalitatief worden beoordeeld (kwaliteit, verbondenheid etc.). Deze punten worden ook verder meegenomen in de verdere toetsing.



Figuur 2-2 beoordelingskader doelbereik ecologie vanuit het PAGW (IvL, 2019).

2.4 Overige beleidskaders

2.4.1 OSPAR

Het OSPAR-verdrag (1972) heeft als doel door internationale samenwerking het maritieme milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (inclusief de Noordzee en Waddenzee) te beschermen. Het verdrag heeft als belangrijkste doelstellingen: het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu, het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten (teneinde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden) en het herstellen van aangetaste zeegebieden. Verder streeft het verdrag naar een duurzaam beheer van het betrokken gebied. Om dit te bereiken nemen de verdragspartijen, afzonderlijk en gezamenlijk, programma's en maatregelen aan en harmoniseren zij hun beleid en strategieën. Daarbij moet een aantal principes worden toegepast:

- Het voorzorgsbeginsel: neem preventieve maatregelen als er een redelijk vermoeden is dat er een nadelige impact op het milieu zal zijn, zelfs al is daar geen bewijs voor;
- Het beginsel de vervuiler betaalt;
- De beste beschikbare technieken, beste milieupraktijk (best practice) en schone technologie aanwenden.

De OSPAR-doelstellingen zijn grotendeels bij de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) ondergebracht. De KRM is echter niet van toepassing op de Waddenzee terwijl de OSPAR-doelstellingen dit wel zijn.

2.4.2 ASCOBANS

In 1991 is ASCOBANS, onder de vleugels van de Bonn conventie, opgezet als de 'Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas' (ASCOBANS) om vervolgens in 1994 in werking gesteld te worden. In februari 2008 kwam er een deel van de Atlantische oceaan bij het verdrag, wat de naam veranderde naar 'Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas'. Met 'Small Cetaceans' worden ook dolfijnen en kleine walvissen bedoeld, inclusief de bruinvissen (deze behoren biologisch gezien tot de familie van de walvissen). Omdat in de Nederlandse wateren walvissen en dolfijnen beschermd worden onder de Wnb die alle ASCOBANS-criteria omvat is ASCOBANS niet als een apart beoordelingscriterium meegenomen. Het bereiken en behouden van de gunstige staat van instandhouding van tandwalvissen binnen de Noordzee en de Baltische zeeën is de rode lijn in ASCOBANS. Deze rode lijn uit ASCOBANS wordt gedekt door de Wnb-Soortenbescherming.

2.4.3 Agenda voor het Waddengebied 2050 (AvhW)

Het rijksbeleid voor de bescherming van de Waddenzee is sinds de jaren 80 geformuleerd in planologische kernbeslissingen (pkb's). Na de Derde Nota Waddenzee (2007) volgende de Structuurvisie Waddenzee (2012). In 2015 bleek dat deze visie goed werkte om de natuur in de Waddenzee te beschermen, maar minder goed om ontwikkeling van het natuurgebied te stimuleren. Daarom is er in 2016-2017 een beleidsverkenning uitgevoerd om te kijken wat de rol van het Rijk in het Waddengebied zou moeten zijn. Er is toen gekozen om in plaats van met een door het rijk gestuurde visie een agenda te ontwikkelen waarin ook de stakeholders in het gebied zelf inspraak hebben. Dit heeft in 2020 geresulteerd in de agenda voor het Waddengebied 2050.

In de agenda voor het Waddengebied 2050 wordt door het Rijk en de provincies, samen met gemeenten, waterschappen, natuurorganisaties en het bedrijfsleven, een integrale, richtinggevende visie geschetst met betrekking tot het streefbeeld van het Waddengebied over ca. 30 jaar. Met de Agenda wordt de verbinding gelegd tussen de verschillende opgaven in het gebied. De Agenda beschrijft het gezamenlijk langetermijnperspectief voor het Waddengebied 2050 en formuleert gezamenlijke doelen, handelingsprincipes en stappen richting uitvoeringsprogramma teneinde deze doelen te realiseren. Een belangrijke vervolgstap in dat proces is het opstellen van een gezamenlijke Uitvoeringsprogramma Waddengebied 2021-2026. In dit Uitvoeringsprogramma krijgen strategieën een verdere uitwerking met daarbij duidelijkheid over trekkerschap en een tijdspad. Momenteel wordt een uitvoeringsplan bij de Agenda voor het Waddengebied 2050 voorbereid. Een doel van de Agenda is het slimmer omgaan met baggeren in de Waddenzee door minder te baggeren en de gevolgen en impact van baggeren en verspreiden van bagger te verminderen, zonder dat dit ten koste gaat van de bereikbaarheid van de havens. De

Agenda bevat geen beleidskader dat is vastgelegd in wetgeving, maar de Agenda moet gezien worden als een beleidskader dat zelfbindend is voor de organisaties die de Agenda via de instemmingsverklaring onderschrijven. Die 'zelfbinding' bestaat uit het zorgen voor de doorwerking naar relevante beleidsvisies, uitvoeringsprogramma's en/of beheer (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), 2020).

2.4.4 De Ramsar conventie (Wetlands)

De Ramsar conventie (ofwel Convention on Wetlands) is een intergouvernementele overeenkomst over de bescherming van belangrijke waarden binnen Wetlands. Veelal draait het hierom om op een duurzame manier met het leefgebied om te gaan. Gebieden waar meer dan 1% van een vogelpopulatie gebruik van maakt zijn aangewezen onder de Ramsar conventie. Ook de Waddenzee valt hieronder. Alle beschermingsdoelen zijn opgenomen onder de Wnb. Indien er voldaan wordt aan het kader binnen de Wnb, voldoet dit ook voor Ramsar.

2.4.5 Unesco werelderfgoed/ Wadden Sea Plan 2010

Het gehele Waddenzeegebied (Nederland-Duitsland- Denemarken) is aangewezen als Unesco Werelderfgoed. Ook de natuur in de Waddenzee is één ecosysteem dat over meerdere landsgrenzen heen strekt. Om het beheer van de Waddenzee goed af te stemmen, zowel op ecologisch gebied als voor de Wadden Sea World Heritage Site, is in 2010 het Wadden Sea Plan opgesteld (Common Wadden Sea Secretariat, 2010). Het doel van dit trilaterale plan is om een natuurlijke en dynamische Waddenzee te bereiken met zo min mogelijk menselijke vervuiling en verstoring.

Deze doelen zijn ook verankerd in de Outstanding Universal Values op basis waarvan de Waddenzee is aangewezen als werelderfgoed door Unesco. De belangrijkste drie criteria zijn:

- VIII: het grootste deel van het gebied wordt vormgegeven door onverstoord hoog dynamische natuurlijke processen;
- IX: de Waddenzee is een rijk natuurgebied met een invloed op de biodiversiteit ver voorbij de gebiedsgrenzen, waarin natuurlijke processen grotendeels onverstoord plaatsvinden;
- X: de Waddenzee is een belangrijke bron van voedsel voor vogels wereldwijd die hier grotendeels onverstoord kunnen foerageren

2.5 Samenvatting rode lijnen beleidskaders

De toetsing zal tweeledig plaatsvinden. Eerst wordt er gekeken naar de verschillende wetskaders, en hoe de werkzaamheden scoren (Wnb, KRW/Waterwet) aan de hand van de bijbehorende toetsingskaders. Hoe gescoord wordt, wordt verder toegelicht in hoofdstuk 4. Daarnaast kijken we ook op een kwalitatieve manier naar de verschillende andere (grovere) beleidskaders (bijvoorbeeld PAGW) voor de verschillende scenario's van het baggerregime van de vaargeul. Uiteindelijk wordt er gekeken tussen alle verschillende kaders wat hierin de rode draad is en wat dit betekent voor de verschillende scenario's. Daaruit zullen kwalitatieve algemene bevindingen en adviezen komen. Een deel van de andere beleidskaders die behandeld worden zijn al meegenomen in de verschillende juridische wetskaders, zie Tabel 2-3.

Een overzicht van beleidsdoelstellingen uit de verschillende beleidskaders is weergegeven in Tabel 2-3. Uit voorgaande paragrafen wordt duidelijk dat er een aantal rode lijnen zijn die overlap vertonen binnen meerdere beleidskaders, zoals het PAGW en de Agenda van de Wadden en de Wnb, ASCOBANS en de Ramsar conventie. Deze zijn daarom gebundeld weergegeven en meegenomen in de toetsing en het beoordelingskader (Hoofdstuk 4).

Tabel 2-3 Rode lijn voor de verschillende beleidskaders die worden meegenomen in deze studie. Enkele beleidskaders zijn samengevoegd aangezien deze beleidskaders een vergelijkbare rode lijn hebben

Beleidskader	Rode lijn
Wet natuurbescherming (Wnb) Onderdeel gebiedsbescherming	Behoud of verbetering (dus geen verslechtering) van instandhoudingsdoelen van soorten en habitattypes binnen Natura 2000-gebieden behoud biodiversiteit binnen Europese richtlijnen.
Wet natuurbescherming (Wnb) Onderdeel soortenbescherming	Het voorkomen dat de landelijke staat van instandhouding van soorten beschermd onder de Wnb verslechtert.
Kaderrichtlijn Water (KRW)	Waterkwaliteit en goede ecologische en chemische toestand mogen niet verslechteren t.o.v. vastgestelde kwaliteitskenmerken
Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW)/ Agenda voor het Waddengebied (AvhW)	PAGW heeft als doel het verbeteren van de ecologie en waterkwaliteit in grote wateren, breder reikend dan Wnb of KRW, het robuuster maken van ecosysteem zodat het klimaatbestendig is, door uitbreiding en/of verbetering leefgebied en connectiviteit. De AvhW richt zich op natuurherstel en gepast economisch medegebruik in de Waddenzee. Het vormt de integrale visie voor het Waddengebied in 2050. Het gebied heeft over 30 jaar een rijke diversiteit aan flora en fauna. Dit komt mede door een herziene, gepaste wijze van het menselijke gebruik van het gebied en behoud/herstel van leefgebieden.
OSPAR	Het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu, het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten en het herstellen van aangetaste zeegebieden in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan.
Unesco Werelderfgoed/Wadden Sea plan 2010	Behoud, verbetering en ontwikkeling (en dus voorkomen van achteruitgang) van de Waddenzee op sociaal, historisch, cultureel, ecologisch en morfologisch gebied. Om een natuurlijke en dynamische Waddenzee met zo min mogelijk menselijke vervuiling en verstoring te bereiken.

3 Voorgenomen activiteit

3.1 Activiteitenbeschrijving

In Figuur 3-1 is het projectgebied weergegeven waar de vaarweg Boontjes ligt en zijn de verspreidingslocaties aangegeven waar de baggerspecie wordt verspreid. In de vaarweg Boontjes wordt na het verwijderen van de ondiepe drempel in 2012/2013 (gebied A in Figuur 3-2) gebaggerd om de geul op minimale diepte van NAP -3,80 m te houden, waarbij in de praktijk voornamelijk aan de noordzijde van de geul wordt gebaggerd (gebied B in Figuur 3-2).

Zoals beschreven in hoofdstuk 1 wordt voor de activiteit de relevante ecologische effecten in drie verschillende scenario's onderzocht. De scenario's zijn:

1. Handhaven vaarwegprofiel NAP -3,80 m en 100 m breed;
2. Verdiepen profiel NAP -4,70 m en 100 m breed;
3. Stoppen met baggeren, terugkeer naar natuurlijke situatie van voor de verruiming in 2012/2013.

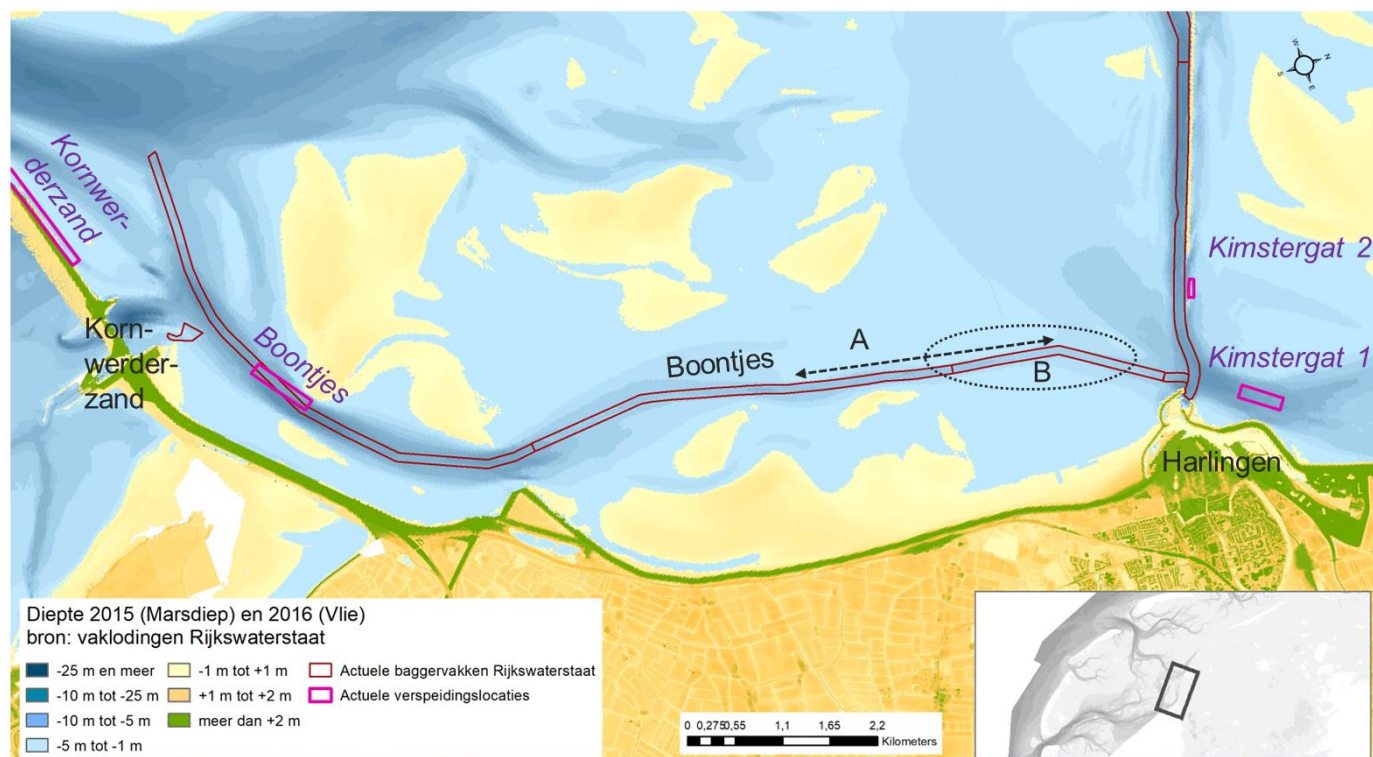
In de tekst wordt soms gesproken van een referentiesituatie. Hierbij wordt uitgegaan van het handhaven van de vaargeul zoals dat in de huidige situatie gebeurt en in het beheerplan vrijgesteld is van vergunningplicht. Ook wordt uitgegaan van de huidige aanwezige ecologische waarden in het gebied (zie hoofdstuk 5). Het gaat hier om het baggeren en verspreiden van slib uit de Vaargeul Boontjes waarbij vanuit het beheerplan maximaal 80.000 m³ per jaar wordt gebaggerd. In de huidige situatie wordt gemiddeld 202.000 m³ gebaggerd uit vaargeul de Boontjes. Dit blijkt ook uit de 3-jaarlijkse tussenevaluatie van de verspreidingslocaties Waddenzee 2017-2019 (inclusief 2020 en 2021) (Witteveen en Bos, 2022). In het beheerplan Waddenzee is een totale hoeveelheid aan vrijgestelde volumes ten behoeve van onderhoudsbaggerwerkzaamheden voor de Waddenzee vastgelegd. Deze totale hoeveelheden zijn getoetst in een Passende Beoordeling (Arcadis, 2016) en op basis hiervan vrijgesteld van vergunningplicht. Deze totale hoeveelheid wordt (nog) niet overschreden. Deze situatie is de huidige, en dus de referentiesituatie.



Figuur 3-1 Projectgebied vaargeul Boontjes. Oranje is de vaargeul Boontjes, rood is Komberging Marsdiep¹ en groen is het Waddenzee gebied.

De werkzaamheden zijn verschillend voor de drie scenario's. Voor scenario 1 en 2 bestaan de werkzaamheden voornamelijk uit het baggeren van de vaargeul. Het baggeren wordt gedaan doormiddel van een sleeplopperzuiger, ploegboot en kraanschip. Het grootste gedeelte van het werk wordt gedaan met behulp van de sleeplopperzuiger. Sinds 2015 ligt het baggervolume per jaar tussen de 94.000 m³ en 364.000 m³ met gemiddelde van 202.000 per jaar. De baggerspecie is slibrijk. Metingen van de slibpercentages zijn niet beschikbaar. Op basis van metingen aan de dichtheid van de baggerspecie wordt uitgegaan van een slibpercentage van 70% (Deltares, 2021). Momenteel wordt baggerspecie verspreid op verschillende locaties. Doorgaans wordt de baggerspecie verspreid in de baggervakken Kimstergat 1 en 2. In 2016 en 2017 werd een beperkt aandeel meer noordelijk verspreid ten behoeve van de 'Mud Motor' (Baptist et al., 2019). In de modelberekeningen die zijn uitgevoerd voor het bepalen van de gevolgen (zie Bijlage A), wordt ervan uitgegaan dat 50% van het gebaggerde materiaal wordt verspreid bij Kimstergat 1 en 50% bij Kimstergat 2.

¹ De exacte afbakening van de grens (het wantij) tussen de kombergingsgebieden Marsdiep en Vlie is lastig vast te stellen, omdat in tegenstelling tot de andere kombergingsgebieden in het Waddengebied deze grens wordt doorsneden door een aantal geulen. Modelberekeningen (en metingen aan het zoutgehalte) hebben laten zien dat veel uitwisseling van water plaatsvindt tussen de kombergingsgebieden Marsdiep en Vlie en dat daarmee waarschijnlijk ook veel sediment wordt uitgewisseld (Oost et al, 2019). De aangegeven grens is daarmee meer een indicatie van het overgangsgebied dan een harde grens.



Figuur 3-2 Vaargeul Boontjes met daarin aangegeven bij A het drempelgebied dat in 2012 is verdiept en met B het gebied waar de baggerwerkzaamheden hoofdzakelijk plaatsvinden.

Het baggeren van de vaargeul Boontjes vindt plaats wanneer door de sedimentatie in de geul deze minder diep is dan minimale diepte van NAP -3,80 m, of wanneer dat dreigt te gebeuren. Baggeren is toegestaan tot een diepte van NAP -4,30 m. De omvang van de sedimentatie is niet gelijk gedurende het jaar, hoewel nog niet duidelijk is welke omstandigheden (stormen, rustige omstandigheden, hoge of lage afvoeren vanuit het IJsselmeer) of combinaties van factoren bepalend zijn voor hogere of juist lagere sedimentatiesnelheden (Deltares, 2021). Wel lijken stormen uit het zuidzuidwesten van zuidwesten bij te dragen aan een groter sedimentatie. Er zijn aanwijzingen voor het incidenteel optreden van fluid mud (een laag met hoge concentraties slib, die nog wel vloeibaar is) op de bodem van de Boontjes (Deltares, 2021), en dat kan ook aanleiding zijn voor het uitvoeren van baggerwerkzaamheden. Voor de ecologische gevolgen van de werkzaamheden maakt het niet uit, of sprake is van fluid mud, of 'gewoon' fijn slib op de bodem. Het baggeren vindt niet continu gedurende het jaar plaats, maar wordt uitgevoerd gedurende meerdere maanden, met in veel gevallen een groter volume in één van deze maanden (Deltares, 2021). Het is, vanwege het ontbreken van een duidelijke relatie met de meteorologische omstandigheden, niet te zeggen in welke periode van het jaar de hoge sedimentatiesnelheden en grote baggervolumes optreden. Voor de beschouwing van de ecologische effecten van het baggeren en verspreiden is het belangrijk om te kijken naar de piekvolumes in het baggeren (en de verspreidingslocaties), waarbij in een relatief kort tijdsbestek veel sediment wordt opgebaggerd en verspreid.

Voor de scenario's is het belangrijk om te begrijpen hoe de toekomstige baggervolumes zich naar verwachting zullen ontwikkelen. De basis voor deze beschouwing is de huidige situatie (2015-heden). Waarschijnlijk zullen de autonome morfologische ontwikkelingen rond de Boontjes, in de vorm van verondiepingen in de directe omgeving en in het drainagegebied van deze geul, leiden tot een toename van de sedimentatie en daarmee van het baggerbezwaar (Deltares, 2021; Deltares, 2022).

Baggervolumes bij de scenario's 1,2 en 3 nu en in 2050

Deltares heeft op basis van verschillende modelberekeningen, beschouwingen van trends en expert judgement een overzicht opgesteld van de verwachte baggervolumes voor de drie scenario's in de huidige situatie ("nu") en in 2050

(Smits, Bob et al., 2022). Daarbij is bij de huidige situatie ook aangegeven welk deel (lengte) van de vaargeul naar verwachting gebaggerd dient te worden. De bandbreedtes in de baggervolumes zijn opgenomen in Tabel 3-1. In deze tabel staan ook de verwachte toekomstige baggervolumes in 2050. Deze volumes zijn niet betrokken in de voorliggende scenario analyse.

Tabel 3-1 Verwachte baggervolumes voor de drie scenario's (Smits, Bob et al., 2022).

Scenario	Baggerbezwaar nu	Baggerbezwaar 2050
1. Huidige geul op -3.80 m	0,1 – 0,3 miljoen m ³ /j Gebaggerde lengte: ~4,4 km	0,3 – 1,5 miljoen m ³ /j
2. Verdiepen naar -4.70 m	0,2 – 0,5 miljoen m ³ /j Gebaggerde lengte: ~6.4 km	0,5 – 2,5 miljoen m ³ /j
3. Stoppen met baggeren	0 m ³ /j Gebaggerde lengte: 0 km	0 m ³ /j

Scenario 1 komt overeen met de huidige situatie (minimale diepte NAP -3,80 m, breedte vaargeul 100 m) en bij de beoordeling van de gevolgen worden de huidige baggervolumes beschouwd. Ook de oppervlakte waarover wordt gebaggerd komt overeen met de huidige situatie. De verwachte autonome toename van het baggerbezwaar wordt hierbij niet beschouwd.

Scenario 2 betreft de verdieping tot een minimale diepte van NAP -4,70 m en gelijkblijvende breedte van de vaargeul van 100 m. De baggervolumes nemen hierbij duidelijk toe, evenals de lengte van de vaargeul waarover wordt gebaggerd. Vanwege de verdieping van de geul neemt ook de breedte van het door baggeren beïnvloede gebied toe, zoals is geïllustreerd in Figuur 3-5.

Scenario 3 betekent dat geen baggerwerkzaamheden meer plaatsvinden en dat geen sprake meer is van een minimale diepte.

De toelichting op deze scenario's staat in de volgende paragraaf.

3.2 Morfologie van baggerscenario's

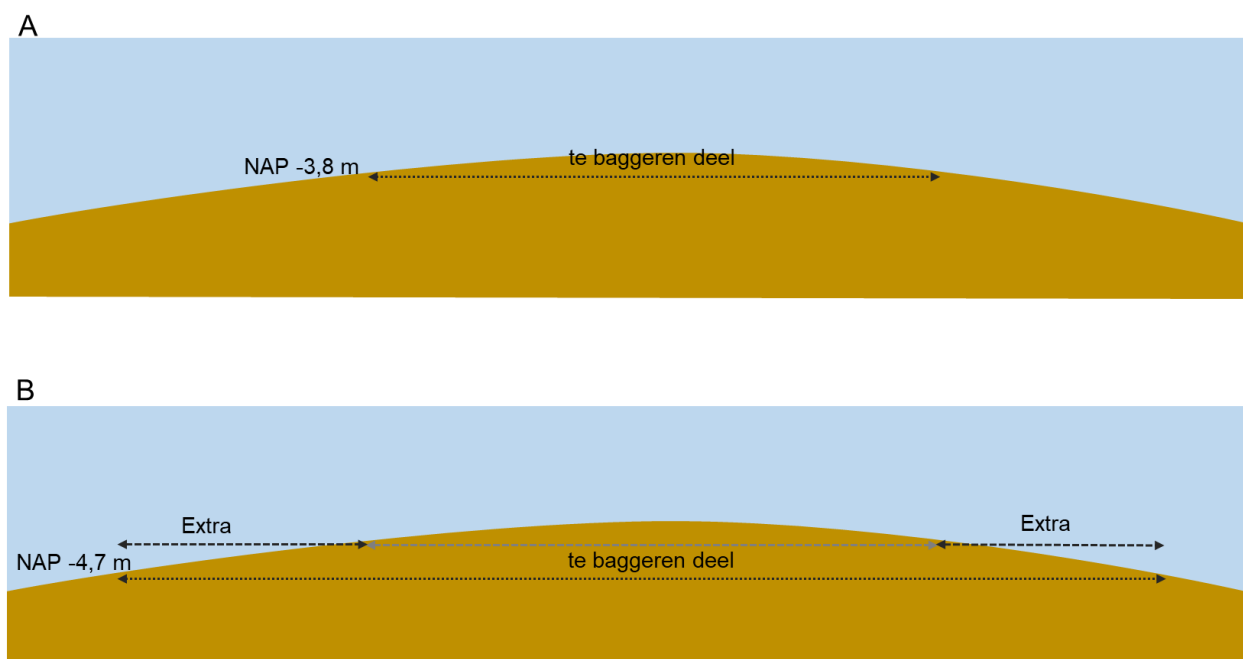
In scenario 1 vormen de baggervolumes die de afgelopen jaren nodig zijn geweest om de vaargeul op de minimale diepte te houden de te beschouwen situatie. Het onderhouden van de vaarweg op een grotere minimale diepte (NAP -4,70 m) in scenario 2 zal een grotere baggerinspanning vragen. De toename van het baggerbezwaar is het resultaat van drie verschillen die optreden ten opzichte van de huidige situatie:

1. Lengtetoeename van het gebied waarover gebaggerd moet worden;
2. Breedtetoeename van het gebied waarover gebaggerd moet worden;
3. Veranderingen van de stromingscondities en sedimentatie en erosie.

Deze drie verschillen worden hieronder toegelicht.

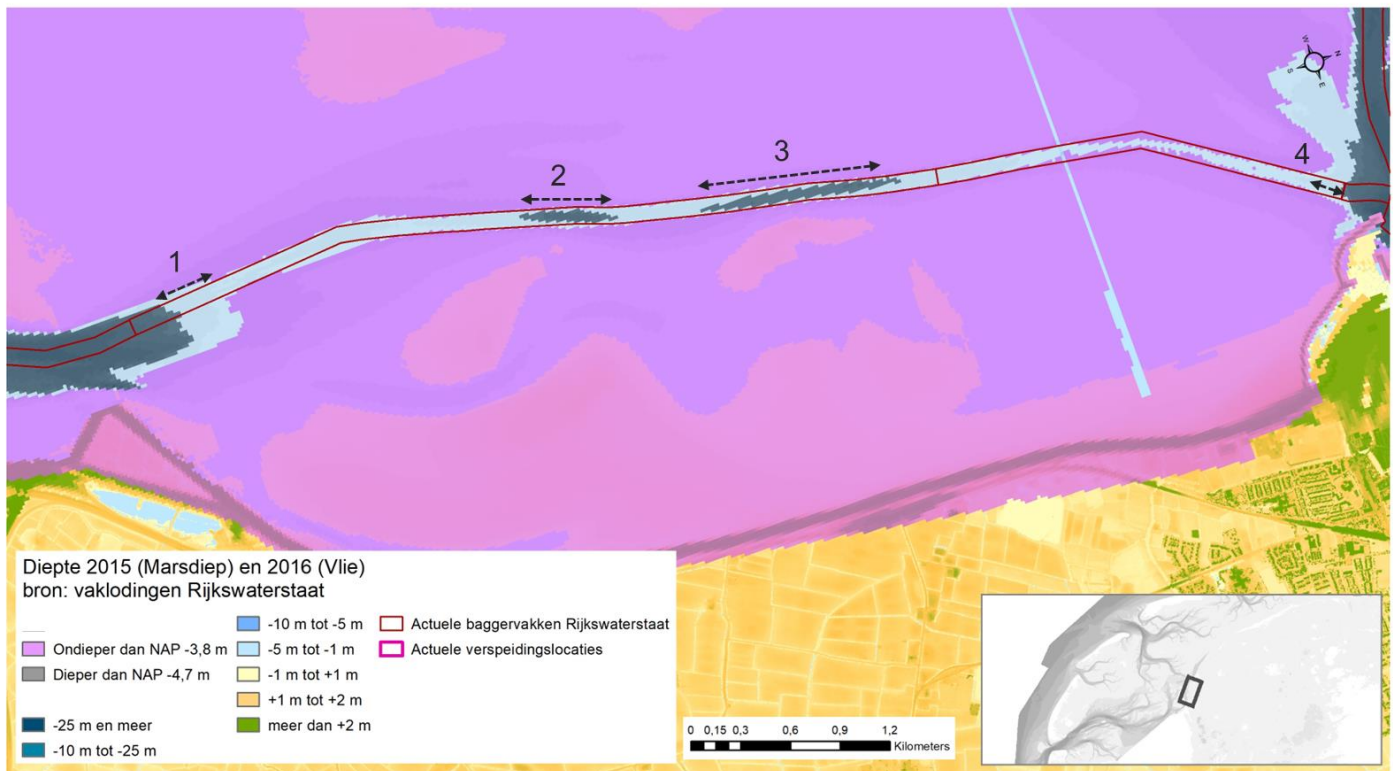
1. Lengtetoeename van het gebied waarover gebaggerd moet worden;

Dit verschil ten opzichte van de huidige situatie is het eenvoudigst uit te leggen, aan de hand van de schematische langsdoorsnede in Figuur 3-3. In het figuur is de autonome bodemhoogte weergegeven, dat is de hoogte die het gebied zou hebben in de situatie waarin niet zou worden gebaggerd. Van de autonome bodemhoogte is een deel dieper is dan de minimale diepte en een deel minder diep dan de minimale diepte. Het deel van de autonome bodemligging dat minder diep is dan de minimale diepte is een indicatie van het gebied dat moet worden gebaggerd. Bij een grotere minimale diepte neemt de lengte toe waarover het gebied moet worden gebaggerd en dat is weergegeven met "extra" in Figuur 3-3.



Figuur 3-3 Schematische langsdoorsnede van de vaarweg, met de autonome bodemhoogte ten opzichte van de minimale bodemhoogte van NAP -3,8 m (A) en NAP -4,7 m (B).

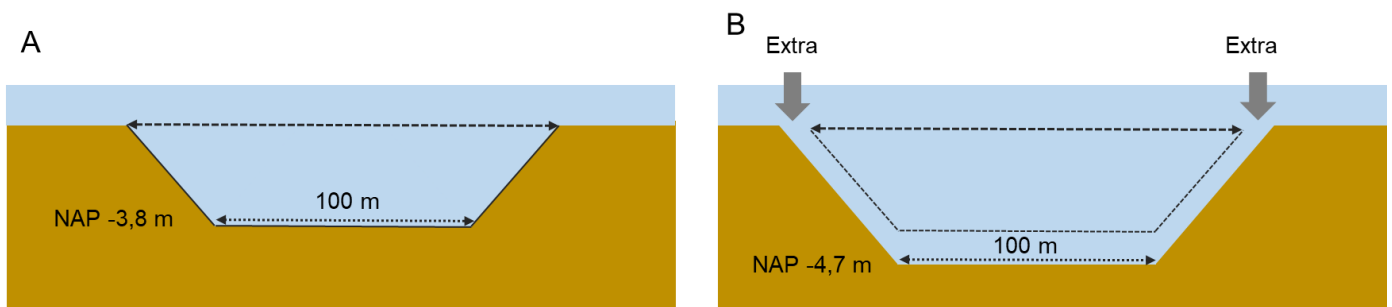
Dit verschil is makkelijker schematisch weer te geven, dan in het echt, omdat niet voor alle delen die worden verdiept zal gelden dat er onderhoudsbaggerwerk hoeft plaats te vinden (en dat heeft te maken met punt 3). Desondanks is in Figuur 3-4 aangegeven welke delen van de omgeving van de Boontjes ondieper zijn dan NAP -3,80 m en welke delen in de autonome situatie al dieper zijn dan NAP -4,70 m. De gebieden die zijn gemarkeerd met 1 en 4 komen overeen met de uiteinden van de geul, zoals die zijn aangegeven in de schematische dwarsdoorsnede in Figuur 3-3. De gebieden 2 en 3 zijn diepere delen van de Boontjes, waarbij in de nabijheid mogelijk hetzelfde speelt.



Figuur 3-4 Kaart van het deel van de vaarweg Boontjes waar wordt gebaggerd en de omgeving daarvan, met daarin de delen die ondieper zijn dan NAP -3,80 m in paars en de delen die dieper zijn dan NAP -4,07 m in donkerblauw.

2. Breedtetoeename van het gebied waarover gebaggerd moet worden

De minimale breedte van de vaarweg blijft hetzelfde in scenario 2 ten opzichte van scenario 1, namelijk 100 m. In die zin is geen sprake van een breedte toename. Maar omdat de gebaggerde geul in een gebied ligt dat beduidend ondieper is de minimale vaargeul diepte moet rekening worden gehouden met de helling aan weerszijden van de gebaggerde geul. Bij een toename van de minimale diepte neemt de breedte van die hellingen toe, zoals is weergegeven in Figuur 3-5. Dat op zich is geen reden voor de toename van het baggerbezwaar, omdat alleen de vaarweg van 100 m breed onderhouden hoeft te worden. Maar net als op de bodem van de vaargeul, vindt ook op de hellingen van de vaargeul sedimentatie plaats. En dat sediment op de hellingen kan toestromen naar de vaargeul, op het moment dat daar wordt gebaggerd, of is gebaggerd en hierdoor kan het baggerbezwaar toenemen.



Figuur 3-5 Schematische dwarsdoorsnede van de vaarweg met de hellingen aan beide zijden bij de minimale bodemhoogte van NAP -3,80 m (A) en NAP -4,70 m (B).

3. Veranderingen van de stromingscondities en sedimentatie en erosie.

Het dieper worden van de vaargeul door het baggeren betekent ook dat de stromingscondities in de geul veranderen. En veranderingen in de stromingscondities leiden weer tot veranderingen in de sedimentatie. Deze veranderingen zijn heel complex in de situatie van de Boontjes. Bij een havenbekken betekent een verdieping dat de gemiddelde stroomsnelheden zullen afnemen, omdat de gemiddelde waterdiepte afneemt en de hoeveelheid water die de haven in – en uitstroomt niet verandert. Zo'n afname van de stroomsnelheden leidt tot een toename van de (netto) sedimentatie. Maar in tegenstelling tot bij een haven kan bij een getijdegeul, zoals de Boontjes, de hoeveelheid water wel veranderen door het baggeren. De geul gaat dan 'stroom trekken' en de stroomsnelheden blijven dan hetzelfde of nemen toe, zodat de (netto) sedimentatie hetzelfde blijft, of zelfs afneemt. Vanwege de complexiteit van de waterbeweging worden computermodellen van de waterbeweging en de sedimentatie en erosie gebruikt om dit soort veranderingen te berekenen.

De optelsom van de drie verschillen 0

De toename van het baggerbezwaar bij een verdieping van de vaarweg van NAP –3,8 m naar NAP –4,70 m (scenario 2) is het resultaat van de toename van de lengtetoename en van de breedte van het gebied waarover gebaggerd moet worden en van veranderingen van de stromingscondities en sedimentatie en erosie.

Staken van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden (scenario 3)

Bij het stopzetten van de baggerwerkzaamheden, zal het sediment in de geul blijven liggen. Geleidelijk wordt dan de (voormalige) vaargeul ondieper, totdat een evenwichtsligging wordt bereikt. De evenwichtsdiepte zal niet over de gehele van de vaarweg hetzelfde zijn. Door Deltares (2022) is aan de hand van de omvang van het kombergingsvolume van de geul een evenwichtsdiepte bepaald van NAP -2,40 m die in een periode van 15 tot 20 jaar wordt bereikt. Wanneer daarbij rekening wordt gehouden met de autonome ontwikkeling wordt een evenwichtsdiepte van rond NAP 0 m berekend in 2050.

3.3 Gevolgen van de activiteit

Door de activiteit worden verschillende criteria beïnvloed (dit kan zowel positief als negatief zijn), zie Tabel 3-2. Voor al deze criteria wordt er ook gekeken naar mogelijke cumulatie met andere projecten. Voor de belangrijkste mogelijke gevolgen van de activiteit zijn de effectketens met bijbehorende analysemethodes weergegeven in 4.1.1.

Tabel 3-2 Overzicht gevolg van de activiteit en criteria van de ecologische scenariovergelijking

Activiteit	Gevolg van de activiteit	Criterium
Baggerwerkzaamheden	Habitataantasting en verandering	Bodemberoering
		Bodemsamenstelling
		Kwaliteit en oppervlakte habitats
Verspreiden van baggerspecie	Sedimentatie	Begraving
Verspreiden van baggerspecie en opwerveling tijdens baggeren	Vertroebeling	Ecologische waterkwaliteit en primaire productie
Opwerveling tijdens het baggeren	Verontreiniging	Chemische waterkwaliteit
Baggeren, varen en verspreiden	Verstoring	Verstoring (boven- en onderwater)
Baggeren, varen en verspreiden	Stikstofdepositie	Emissies

Voor deze criteria wordt er op verschillende niveaus gekeken naar de gevolgen. Dit zal gebeuren op lokaal niveau (klein oppervlak, individu specifiek), kombergingsniveau en op ecosysteem/wetskaderniveau (de gehele Waddenzee).

4 Beoordelingskader

4.1 Beschrijving effectketens en criteria

De effectbeoordeling (hoofdstuk 6) wordt gebaseerd op de aanwezigheid van de - in de genoemde wettelijke kaders en kaderrichtlijnen - beschermde soorten en beschermde habitats in zoverre zij voorkomen binnen de maximale reikwijdte van de gevolgen van het baggeren van vaargeul Boontjes. Hier zal worden gekeken naar directe en indirecte (e.g. via de voedselketen) effecten van de gevolgen. De frequentie, mate en reikwijdte van deze gevolgen worden in dit hoofdstuk verder uitgewerkt. Het gaat hierbij om de volgende gevolgen:

- Habitataantasting en verandering door mechanische of andere effecten op zee en op de zeebodem inclusief het veranderen van sedimentsamenstelling.
- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd materiaal dat in de waterkolom terecht komt
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde materiaal
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden
- Onderwaterverstoring als gevolg van continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen
- Verontreiniging als gevolg van gebaggerd materiaal dat in de waterkolom terecht komt
- Stikstofdepositie als gevolg van uitstoot van stikstof door gebruik motoren

Voor alle verstoringen wordt er gekeken naar mogelijke gevolgen en effecten op drie verschillende schalen, namelijk:

1. Waddenzee niveau
2. Kombergingsniveau
3. Lokaal niveau

Waddenzee niveau

Op dit niveau wordt er gekeken wat de effecten zijn op de Nederlandse Waddenzee. Dit gebied komt overeen met het Natura 2000-gebied Waddenzee de grens van het Natura 2000-gebied wordt aangehouden als Waddenzee niveau, zie Figuur 4-1.

Kombergingsniveau

De Nederlandse Waddenzee bestaat uit 10 kombergingsgebieden. Een kombergingsgebied bevat een getijdebekken dat bestaat uit een stelstel van geulen, wadplaten en kwelders. De vaargeul Boontjes ligt in het kombergingsgebied Marsdiep/Zeegat van Texel, zie Figuur 4-1. Mogelijk kunnen effecten ook plaatsvinden in nabijgelegen kombergingsgebieden, maar zijn deze te klein om op andere kombergingsniveaus dan Marsdiep gerekend te worden.

Lokaal niveau

Het lokale niveau beslaat de directe omgeving van de activiteit: de vaargeul Boontjes en/of direct aangrenzende wadplaten danwel de verspreidingslocatie. De vaargeul ligt in het oosten van het kombergingsgebied Marsdiep/Zeegat van Texel, zie Figuur 3-1 voor de ligging van de vaargeul.



Figuur 4-1 Oranje is lokaal- (vaargeul Boontjes), rood is kombergings- en groen is Waddenzee niveau

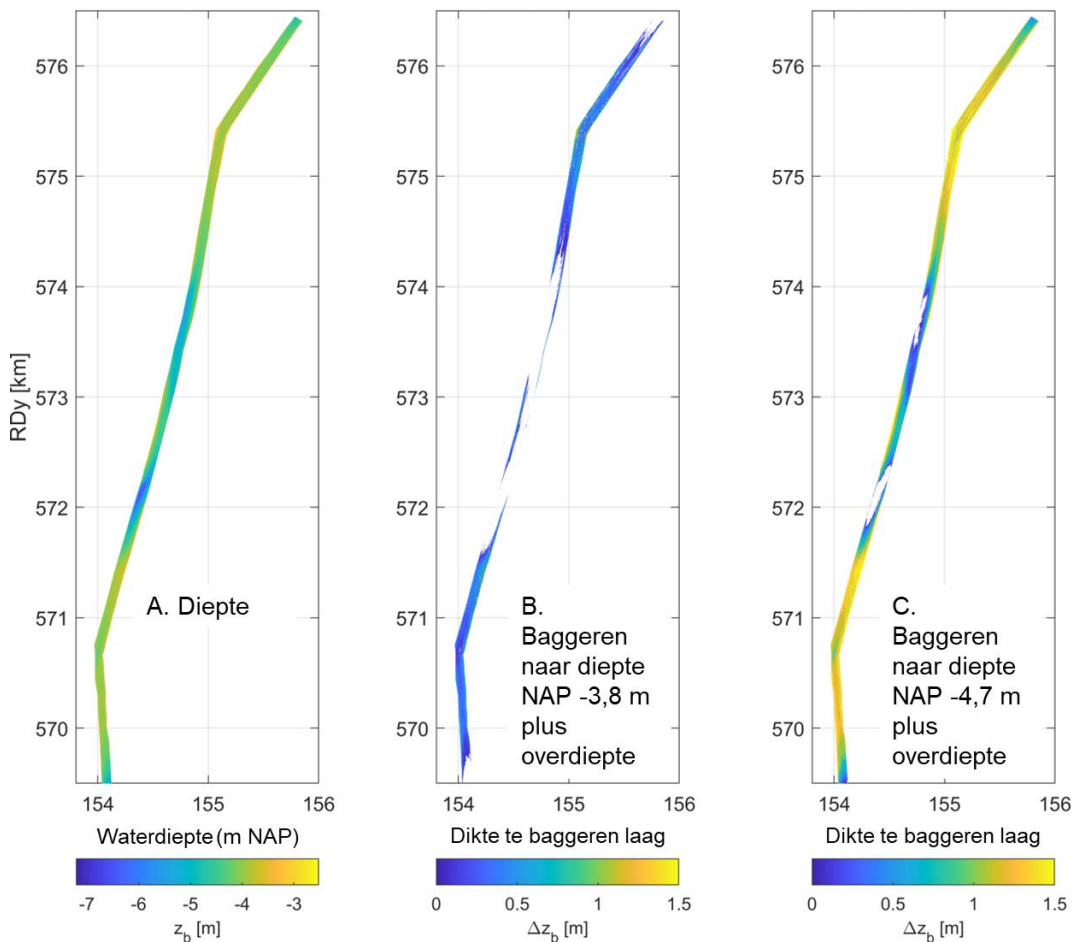
4.1.1 Effectketens en reikwijdtes

4.1.1.1 Habitataantasting en -verandering

Habitataantasting vindt hoofdzakelijk plaats door mechanische effecten van menselijke activiteiten in dit geval omwoeling van de bodem of weghalen van de bodem. Het gaat in alle gevallen om een fysieke aantasting, bijvoorbeeld van de bodem, waardoor de oorspronkelijke functie als leefgebied tijdelijk niet beschikbaar is of in kwaliteit achteruitgaat. Habitataantasting betreft altijd een tijdelijke, fysieke aantasting, waarbij het aangetaste gebied na verloop van tijd terugkeert soms naar de originele staat wanneer de activiteit stopt. Habitataantasting kan leiden tot directe beïnvloeding of het verdwijnen van leefgebied van dieren, bijvoorbeeld zeegrasvelden en schelpdierbanken, voor korte of lange termijn. Dit kan in en rond het aangetaste gebied uiteindelijk leiden tot een afname in reproductie, biomassa, dichtheid van soorten (Rippen et al., 2020), verzwakking van de populatie, verandering van leefgemeenschappen, een toename in sterfte en het verdwijnen van diersoorten (vermindering van biodiversiteit), zie Figuur 4-3 voor de effectketen van habitataantasting.

De reikwijdte van habitataantasting betreft het directe gebied rond werkzaamheden waar fysieke aantasting en kwaliteitsverslechtering van de omgeving kan optreden. Doorgaans betreft dit een zone van maximaal enkele meters rond het gebied waar de werkzaamheden plaatsvinden. Habitataantasting zal ook plaatsvinden op de verspreidingslocaties en de omgeving hiervan. In het geval van het baggeren van de vaargeul is dit - het gehele gebied dat gebaggerd wordt -. Dit zal een groter gebied betreffen in het geval van scenario 2 dan bij scenario 1, zie Figuur 3-3. Dit is ook geïllustreerd in Figuur 4-2. Op basis van informatie van Deltares (Smits, Bob et al., 2022) kan er gesteld worden dat in het geval van scenario 1 ca. 4,4 km van de vaargeul (totale lengte 7 km) wordt gebaggerd. Voor scenario 2 is dit ongeveer 6,4 km van de vaargeul. In de toekomst, wanneer het baggerbezwaar toeneemt voor de

vaargeulen, zal dit in beide scenario's meer worden (tot een maximum van 7 km). De lokale condities zoals dynamiek spelen bij reikwijdte ook een belangrijke rol. De bodemfaunagemeenschap van een hoog-dynamisch gebied is beter bestand tegen verstoring dan bodemfaunagemeenschap van een laag-dynamisch gebied. Daarenboven speelt de hersteltijd van soorten, en de frequentie waarmee deze soorten worden aangetast, ook mee.



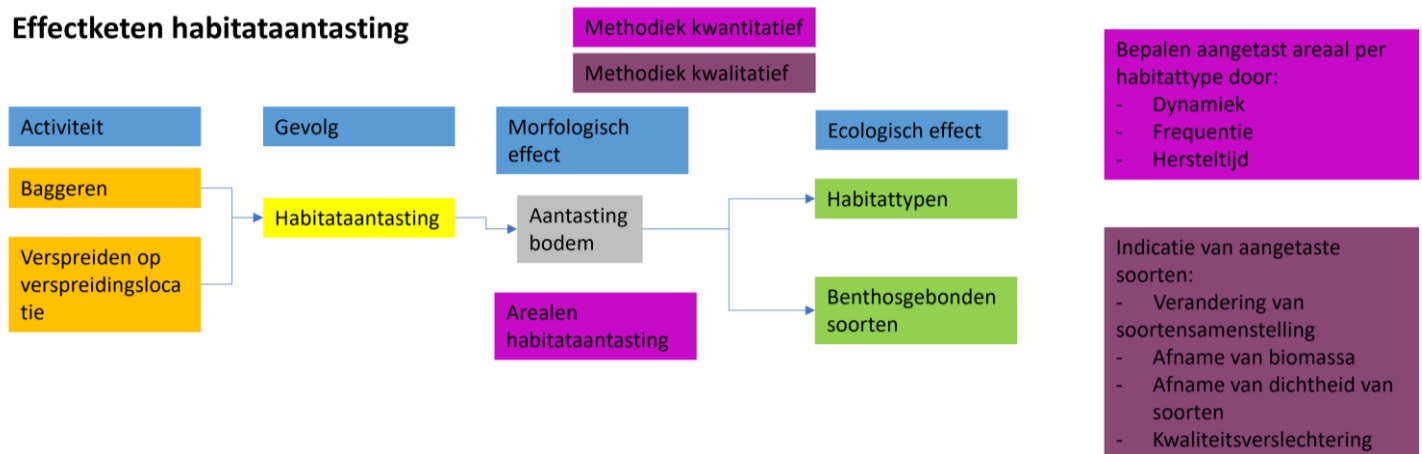
Figuur 4-2 Kaarten met de (A)de waterdiepte in de vaarweg Boontjes en dikte van de te baggeren laag bij een waterdiepte van NAP -3,8 m (B) en een diepte van NAP -4,7 m (C), waarbij de bodem 50 cm dieper is gebaggerd (overdiepte). De witte delen in kaarten B en C hoeven niet te worden gebaggerd. Kaarten aangeleverd door Deltares, 19 sept 2022.

Habitataantasting kan ertoe leiden dat:

- Leefgebied van benthosoorten verstoord, veranderd of zelfs vernietigd wordt.
- Benthosoorten gewond of gedood worden of verstikt raken.
- Verandering van soortensamenstelling (bijvoorbeeld van laag naar hoog dynamische soorten) plaatsvindt
- Afname van biomassa plaatsvindt
- Afname van dichtheid van soorten plaatsvindt

In het beheerplan Waddenzee is een totale hoeveelheid aan vrijgestelde volumes ten behoeve van onderhoudsbaggerwerkzaamheden voor de Waddenzee vastgelegd. Deze totale hoeveelheden zijn getoetst in een Passende Beoordeling (Arcadis, 2016) en op basis hiervan vrijgesteld van vergunningplicht. Deze totale hoeveelheid wordt (nog) niet overschreden. Deze situatie is de huidige, en dus de referentiesituatie.

Effectketen habitataantasting



Figuur 4-3 Effectketen habitataantasting

4.1.1.2 Sedimentatie

Het baggeren en storten van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte en neerslaan van sediment. Hierdoor ontstaat tijdelijk vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied, zie Figuur 4-5 voor de effectketen van sedimentatie. vertroebeling wordt verder behandeld in paragraaf 4.1.1.3.

Het sediment dat in de waterkolom vrijkomt tijdens het baggeren en wordt gestort, bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). De sedimentatie is berekend met een computermodel (zie bijlage A). Het getij is in belangrijke mate bepalend is voor de sedimentatie. In de tijd verandert het gebied waar bedekking van de bodem optreedt. In bijlage A zijn verschillende figuren opgenomen die de ontwikkeling in de tijd laten zien. Voor de overzichtelijkheid is gekozen voor een weergave van de maximale sedimentlaagdikte voor het hele gebied gedurende de gehele berekende periode, zie Figuur 4-4. Deze figuur toont geen situatie zoals die zich op één moment in de tijd voordoet, maar de maximale dikte en verbreiding, bij de maximale maandelijkse verspreiding zoals die momenteel plaatsvindt.



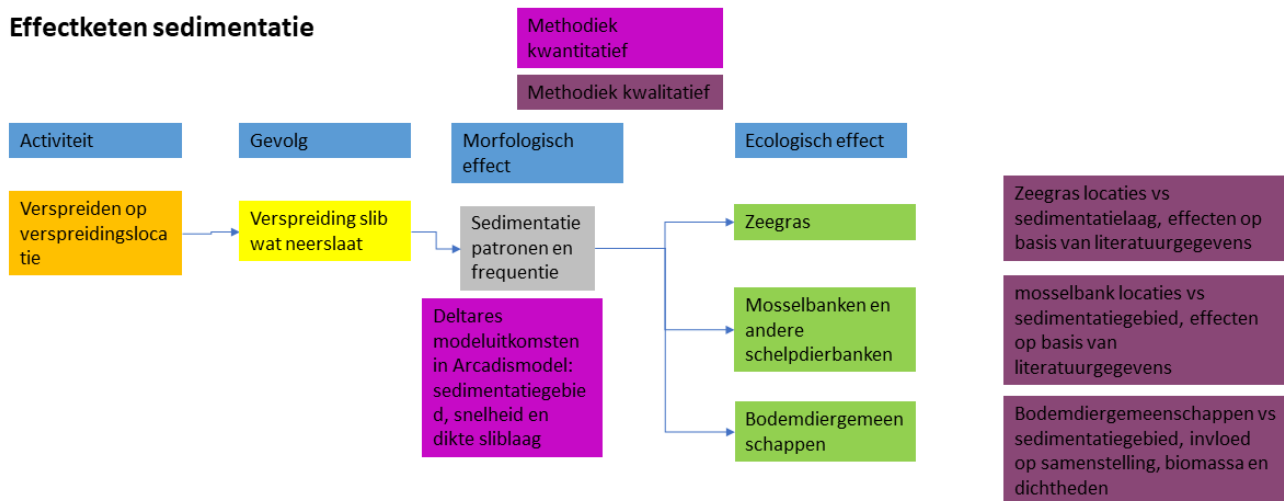
Figuur 4-4 Maximale sliblaagdikte door verspreiden sediment uit vaargeul Boontjes (scenario 1, maximale maandelijkse verspreiding)

Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling, biomassa en dichtheid van soorten en daarmee ook op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen voor foeragerende vogels. Ook zeegrasvelden of schelpdierbanken kunnen een effect ondervinden van sedimentatie. Figuur 4-5 toont de effectketen van sedimentatie. Het effect van de bedekking is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie/sensitiviteit en locatie van de soort en de hydrodynamische omstandigheden aldaar, de hersteltijd voor soorten, de hoeveelheid neerslaande slib, de duur en frequentie van de bedekking en de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal. Het is belangrijk om bij de weergave van de sedimentlaagdikte in Figuur 4-4 te realiseren dat deze alleen het gevolg van het verspreide sediment laat zien. Van nature is ook al veel sediment in de Waddenzee in beweging onder invloed van het getij en de golfwerking. De omvang hiervan varieert sterk onder invloed van de lokale processen, zoals de getijdestroming in de getijdegeulen. Lokaal kan daarom sprake zijn van een autonome bedekking die (beduidend) groter is dan de bedekking die is berekend.

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. Door Bijkerk (1988) is de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, *Capitella*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderma edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis* sp.). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya*, *Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis* sp.). Een recente literatuurstudie (Rozemeijer & Smith, 2017) bevestigt de

resultaten van Bijkerk (1988) over de sedimentatie tolerantie van de macrobenthos-soorten. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar ook verschillende zeersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

Effectketen sedimentatie

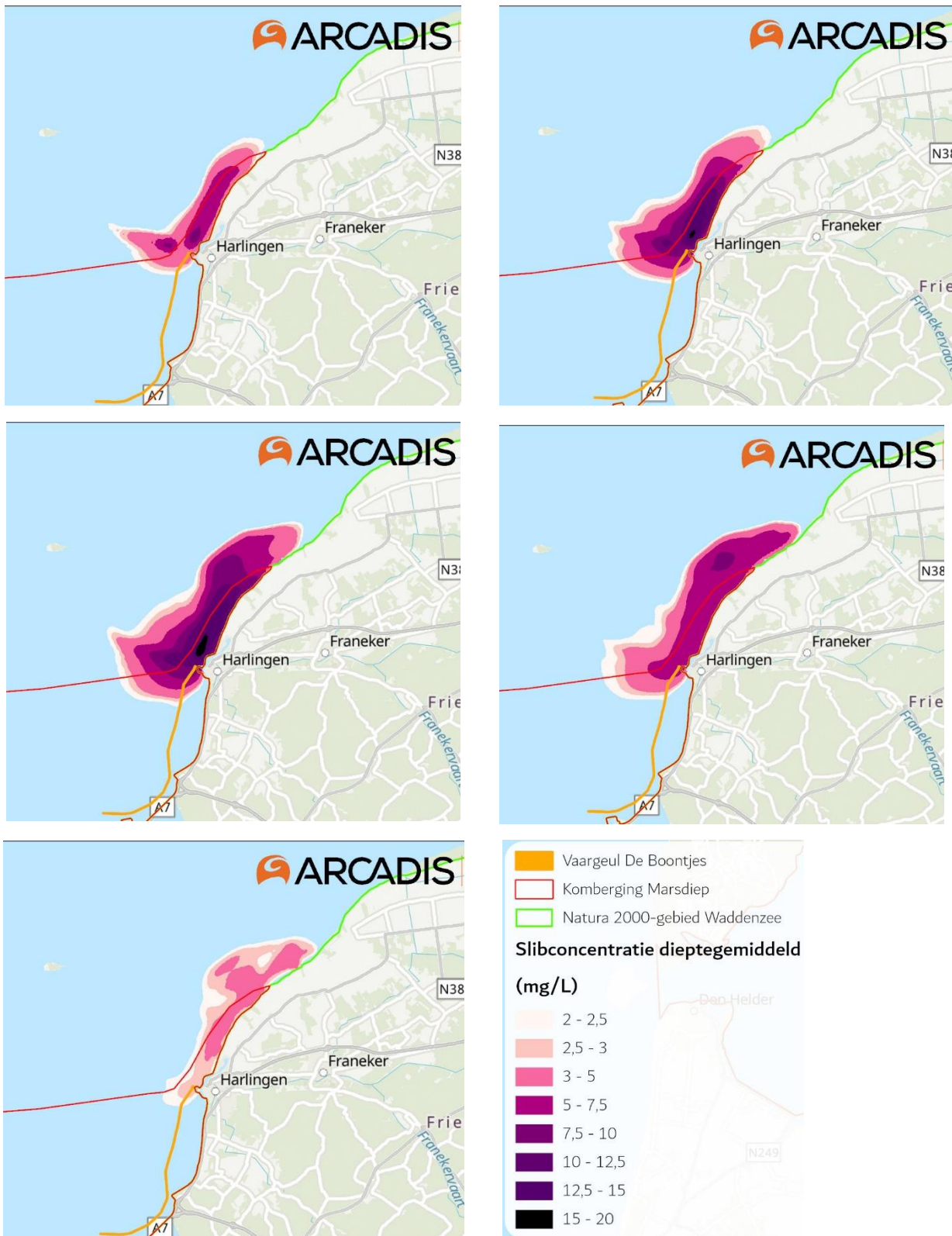


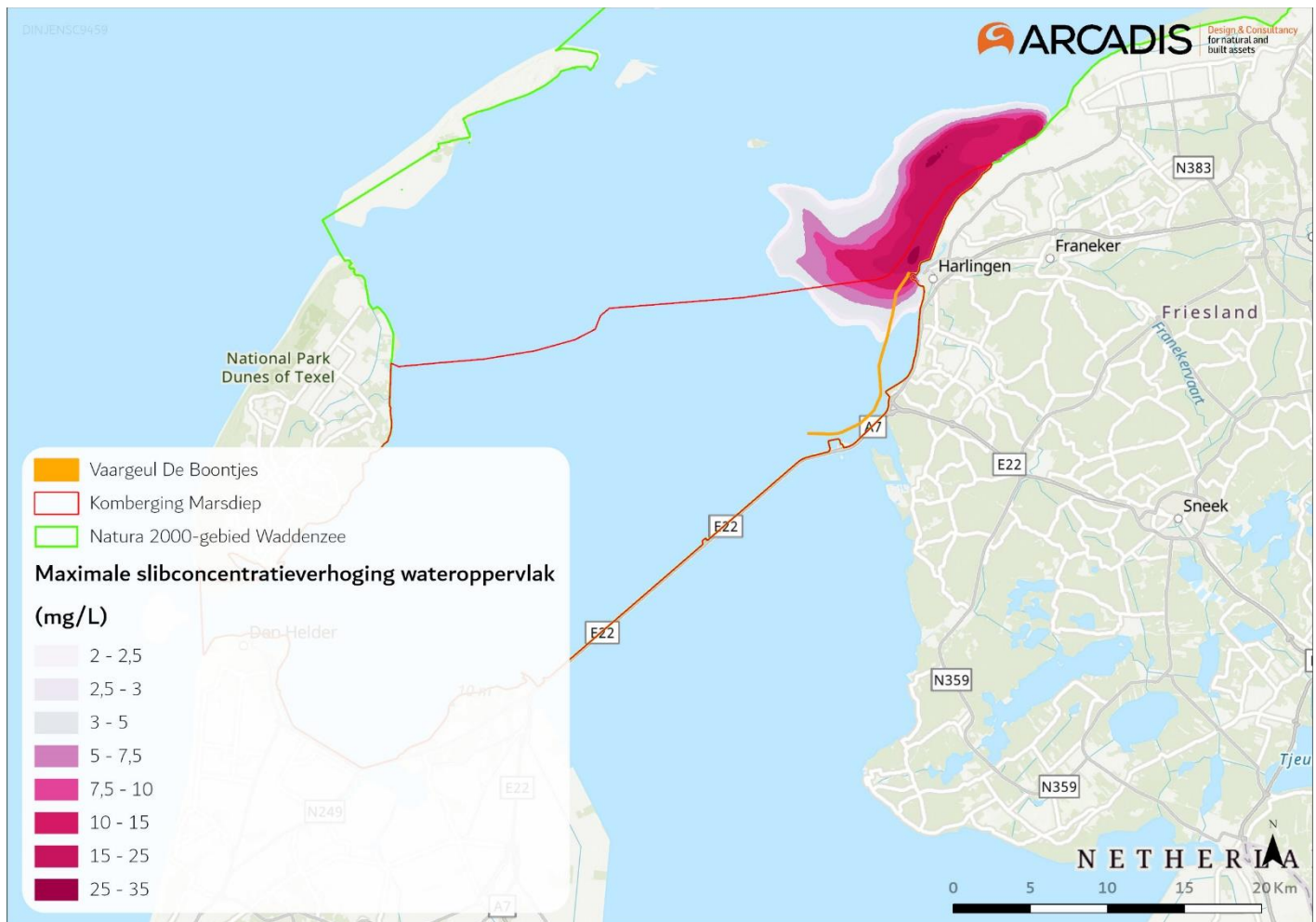
Figuur 4-5 Effectketen sedimentatie

4.1.1.3 Vertroebeling

Het baggeren en storten van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat tijdelijk vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied, zie Figuur 4-8 voor de effectketen van vertroebeling. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf.

Voor het bepalen van de reikwijdte van de vertroebeling is gebruik gemaakt van modelsimulaties, die waterbeweging en de erosie en sedimentatie van het slib berekenen. In Bijlage A is een beschrijving van de modelaanpak en de resultaten opgenomen. De stroming in de Waddenzee wordt in sterke mate bepaald door het getij, waarbij de stroomsnelheden en de stroomrichtingen sterk variëren met eb, vloed en de kenteringen. Het gevolg hiervan is dat het slib op de verspreidingslocatie met de aantrekkende vloedstroming wordt opgepikt en naar het noordoosten wordt getransporteerd, dan met de afnemende stroomsnelheden richting de kentering sedimenteren en vervolgens met de ebstroming de andere kant op worden getransporteerd om vervolgens bij kentering weer op de bodem terecht te komen. Het betekent dat de concentraties van slib in de waterkolom in de tijd sterk variëren en ook dat de sedimentatie sterk varieert. Ter illustratie zijn in Figuur 4-6 kaartjes opgenomen met de slibconcentratie gemiddeld over één dag voor vijf weken. In de kaartjes zijn niet de grote verschillen per dag zichtbaar, maar er is wel zichtbaar hoe de slibconcentratie varieert in het gebied. Voor de afbakening van de reikwijdte en de bepaling van de effecten zijn deze kaartjes niet zo bruikbaar, vanwege de grote variatie. Daarom zijn ook kaarten gemaakt met daarin de maximale slibconcentratie zoals die gedurende de hele berekende periode op elk punt in de kaart optreedt. Deze kaart is voor variant 2 opgenomen in Figuur 4-7. Deze maximale slibconcentratie oogt als een “slibwolk”, maar is dat niet. Het zijn de maximale concentraties die gedurende de berekende periode van 2 maanden optreden. Het kan goed zijn dat deze hoge concentratie maar één keer wordt bereikt gedurende deze periode. Vergelijk de kaart in Figuur 4-7 daarom met de kaarten in Figuur 4-6 om een beeld te krijgen voor de verdeling in de tijd. De kaart in Figuur 4-7 geeft wel in één oogopslag weer waar de concentratieverhoging optreedt. Deze kaarten zijn in bijlage A ook beschikbaar voor de concentratieverhoging aan de bodem (relevant primaire producenten zoals fytoplankton en voor filterfeedende organismen) en voor de gemiddelde concentratie.





Figuur 4-7 De maximale slibconcentratie aan het wateroppervlak (variant 2).

Tijdens het baggerproces is er in meer of mindere mate sprake van beroering van de ondergrond. Aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van een sleepopperzuiger wordt de specie weggezogen en door een persleiding in een open beun gepompt. Hierin wordt het vloeibare mengsel in opgeslagen, een turbulent proces. Dit mengsel heeft een korte bezinktijd alvorens het naar de verspreidingslocatie wordt gevaren, waar het door onderlossen verspreid wordt. Er ontstaat een dichtheidsstroom naar de bodem waar het grootste deel direct neerslaat en een kleiner deel enige tijd langer in suspensie blijft alvorens het neerslaat. Opnieuw een turbulent proces. Het is aannemelijk dat er zuurstof wordt toegevoegd aan de specie gedurende dit proces waardoor er op de korte termijn sprake zal zijn van een netto toename in zuurstofgehalte in de baggerspecie. Deze tijdelijke netto toename leidt naar verwachting niet naar een merkbaar of meetbaar concentratieverschil in de omgeving en tot ecologisch effecten. Negatieve effecten worden bovendien eerder veroorzaakt door dalingen. Merkbare veranderingen (in het bijzonder dalingen) in zuurstofconcentraties zullen daarom eerder veroorzaakt worden door veranderingen in samenstelling en kwantiteit van zuurstof producerende organismen (primaire productie).

Het in turbulentie brengen van organische stoffen en nutriënten, door het verspreiden van sediment, kan leiden tot gunstigere omstandigheden voor fytoplankton. Bij de juiste omstandigheden voor fytoplankton kan dit leiden tot een algenbloei wat een effect kan hebben op de zuurstofconcentraties (Pitcher & Jacinto, 2019). In de Waddenzee zijn er meerdere grote algenbloeien geweest die werden veroorzaakt door eutrofiering (verhoogde voedselrijkdom) door een hoge nutriënten instroom vanuit rivieren (van Beusekom et al., 2019). Het verspreiden van organisch materiaal, uit sediment wat reeds aanwezig is in de Waddenzee, zal weinig nieuwe beschikbare nutriënten toevoegen in het Waddenzee systeem. Verschil in zuurstofconcentratie wordt daarom niet los behandeld onder vertroebeling, de effecten van vertroebeling op primaire productie wel.

Figuur 4-7 geeft de maximale reikwijdte weer van de vertroebelingswolken die optreden door het verspreiden van het slib dat wordt gebaggerd in de vaargeul Boontjes in de referentiesituatie (scenario 1). De weergegeven variant 2 betreft de grootste hoeveelheid baggerspecie die binnen een kort tijdsbestek is gebaggerd en verspreid (zie Bijlage A voor een toelichting op deze variant en de andere varianten). Variant 2 is een realistische worst case die overeenkomt met het verspreide volume in september 2019 van 174.000 m³. In de bijlage zijn ook resultaten opgenomen van variant 1, met een kleiner representatief volume van 76.000 m³ dat in één maand wordt gebaggerd en verspreid, overeenkomend met de gemiddelde situatie. In scenario 1 is de verwachte bovengrens van het baggervolume 300.000 m³/jaar in de huidige situatie. In Scenario 2 is dit 500.000 m³/jaar. Het is mogelijk om de berekende vertroebeling van de varianten 1 en 2 waarbij volumes per maand zijn beschouwd, te koppelen aan de scenario's met volumes per jaar. Uitgangspunt voor die beschouwing zijn de hier getoonde resultaten van variant 2, waarbij in het korte tijdsbestek van een maand meet dan 50% van het volume per jaar is verspreid. Deze maand met zeer veel baggerbezwaar kunnen we beschouwen als de worst-case situatie voor vertroebeling, omdat het verspreiden van een groot volume in een kort tijdsbestek zal leiden tot de grootse ruimtelijke verbreiding en hoogste concentraties. Bij de beoordeling van de gevolgen van de scenario's 1 en 2 gaan we ervan uit dat de frequentie waarmee per maand zeer grote volumes worden verspreid gaat toenemen. De omvang van het gebied met verhoogde concentraties en de hoogte van de concentraties nemen daarmee niet toe, maar wel de tijd van het jaar waarbij de verhoogde concentraties optreden.

Op basis van de schatting van de bandbreedte van het baggerbezwaar wordt ervan uitgegaan dit in de toekomst (2050) voor zowel scenario 1 en 2 het baggerbezwaar verder toeneemt (Smits, Bob et al., 2022). Voor scenario 1 komt de bovenkant van de bandbreedte overeen met 125.000 m³/maand zijn, voor scenario 2 wordt dit 200.000 m³/maand. Dat laatste is een toename boven de 174.000 m³. van variant 2. Voor deze toenames zijn de modelberekeningen van de vertroebeling en sedimentatie niet meer bruikbaar, omdat er dan sprake is van permanent baggeren en verspreiden. Het is wel duidelijk dat de periode waarover vertroebeling optreedt hierdoor verder zal toenemen.

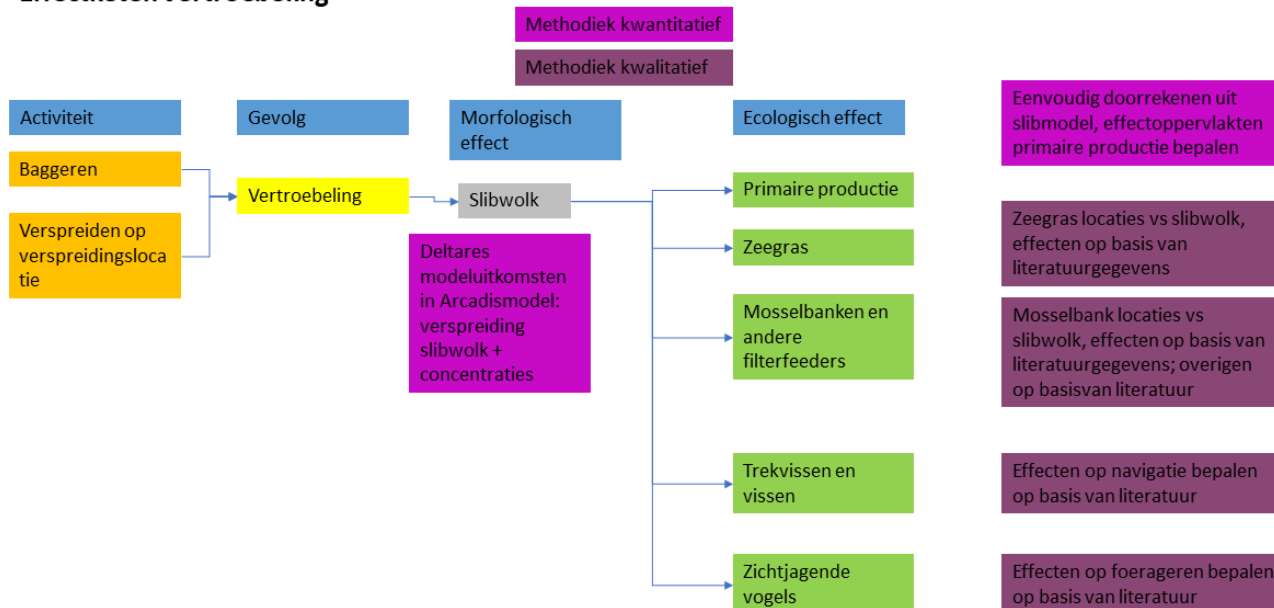
Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd door minder doorzicht in de waterkolom waardoor er minder licht is voor primaire productie.
- Filterfeeders (organismen die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvisser een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water en trekroutes belemmert.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels en vissen kan door vertroebeling verminderen.

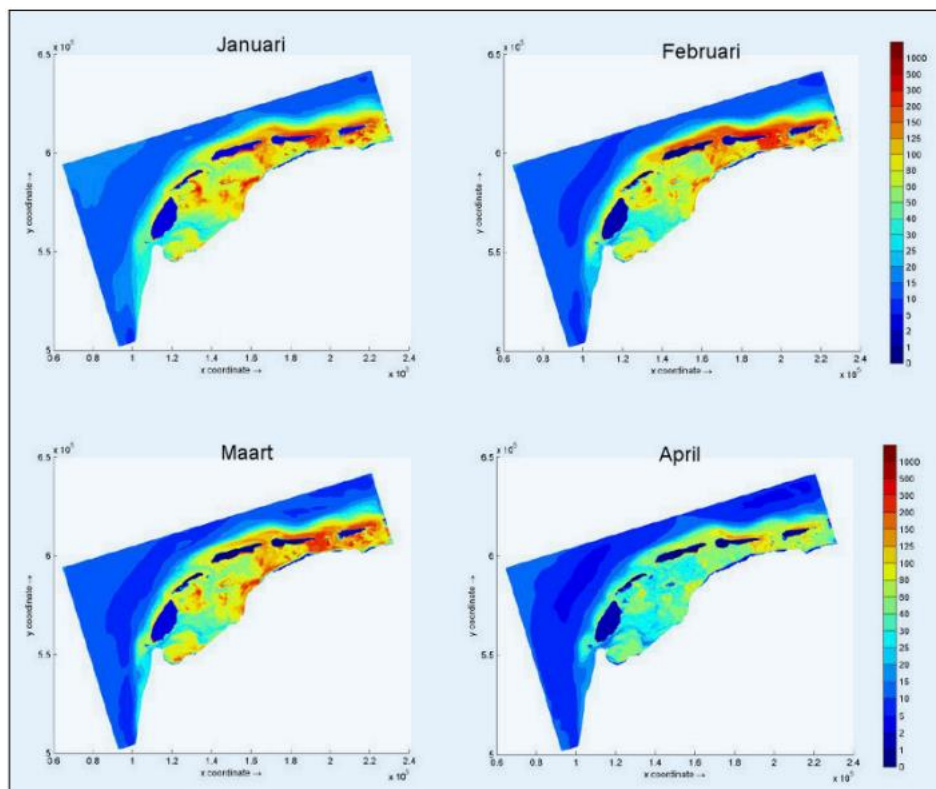
Verder kunnen zeegrasvelden en schelpdierbanken ook een effect ondervinden van vertroebeling. Mossels vormen een belangrijk onderdeel van de benthos in de Waddenzee waar ze mosselbanken vormen. Vertroebeling tot concentraties van 50 mg/L kunnen door verminderde opname capaciteit de groei van schelpdieren belemmeren en bij waarden van boven de 250 mg/L kunnen schelpen zich geheel sluiten met sterfte tot gevolg als deze concentraties lang aanhouden (Birklund & Wijsman, 2005; Kamermans & Dedert, 2012).

Bij het beschouwen van de vertroebeling is het belangrijk om te realiseren dat van nature ook veel slib in de waterkolom van de Waddenzee aanwezig kan zijn. Ook die concentratie varieert in de tijd, onder invloed van het getij en andere factoren die van invloed zijn op de erosie en sedimentatie van slib, zoals de golfwerking en biologische activiteit. Gemiddeld is deze achtergrondconcentraties hoger 'achterin' de kombergingsgebieden, aan de vastelandszijde, dan bij de zeegaten. Zie voor een actueel overzicht van de slibverspreiding in de Waddenzee en de onderliggende processen Herman et al. (2020). De concentratiegradiënt is het gevolg van verschillende fysische en biologische processen. In de nabijheid van de Boontjes en nabij de verspreidingslocaties in het Kimstergat, die aan de achterkant van het kombergingsgebied liggen, zijn de achtergrondconcentraties van nature hoog (Vroom et al, 2020). Deze hoge achtergrondconcentraties dragen bij aan de hoge sedimentatiesnelheden in de Boontjes en in de haven van Harlingen, zie Figuur 4-9 (van Kessel, 2015). Daarbij moet worden bedacht dat de sedimentatie van slib in de haven van Harlingen zelf leidt tot een verlaging van de slibconcentraties in de Waddenzee nabij de haven (van Kessel, 2015). De ecologische gevolgen van de vertroebeling door het verspreiden van de baggerspecie uit de Boontjes moeten worden beschouwd in het licht van deze hoge achtergrondconcentraties en van andere projecten die concentratieveranderingen van slib in de waterkolom veroorzaken.

Effectketen vertroebeling



Figuur 4-8 Effectketen vertroebeling



Figuur 4-9 Achtergrondconcentraties van slib in de Waddenzee in de maanden januari t/m april, uit van Kessel (2015)

4.1.1.4 Verstoring

De werkzaamheden kunnen leiden tot bovenwater- en onderwaterverstoring, deze worden hieronder behandeld. Aangezien er uiteindelijk alleen wordt gekeken naar een verschil tussen de effecten voor de verschillende scenario's zal in de effectbepaling en toetsing verstoring als een onderwerp worden beschouwd.

Bovenwaterverstoring

De aanwezigheid van het baggerschip, het gebruik van apparatuur en de vaarbewegingen kunnen leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, verstoring door licht (door lampen op een schip) en tot optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie.

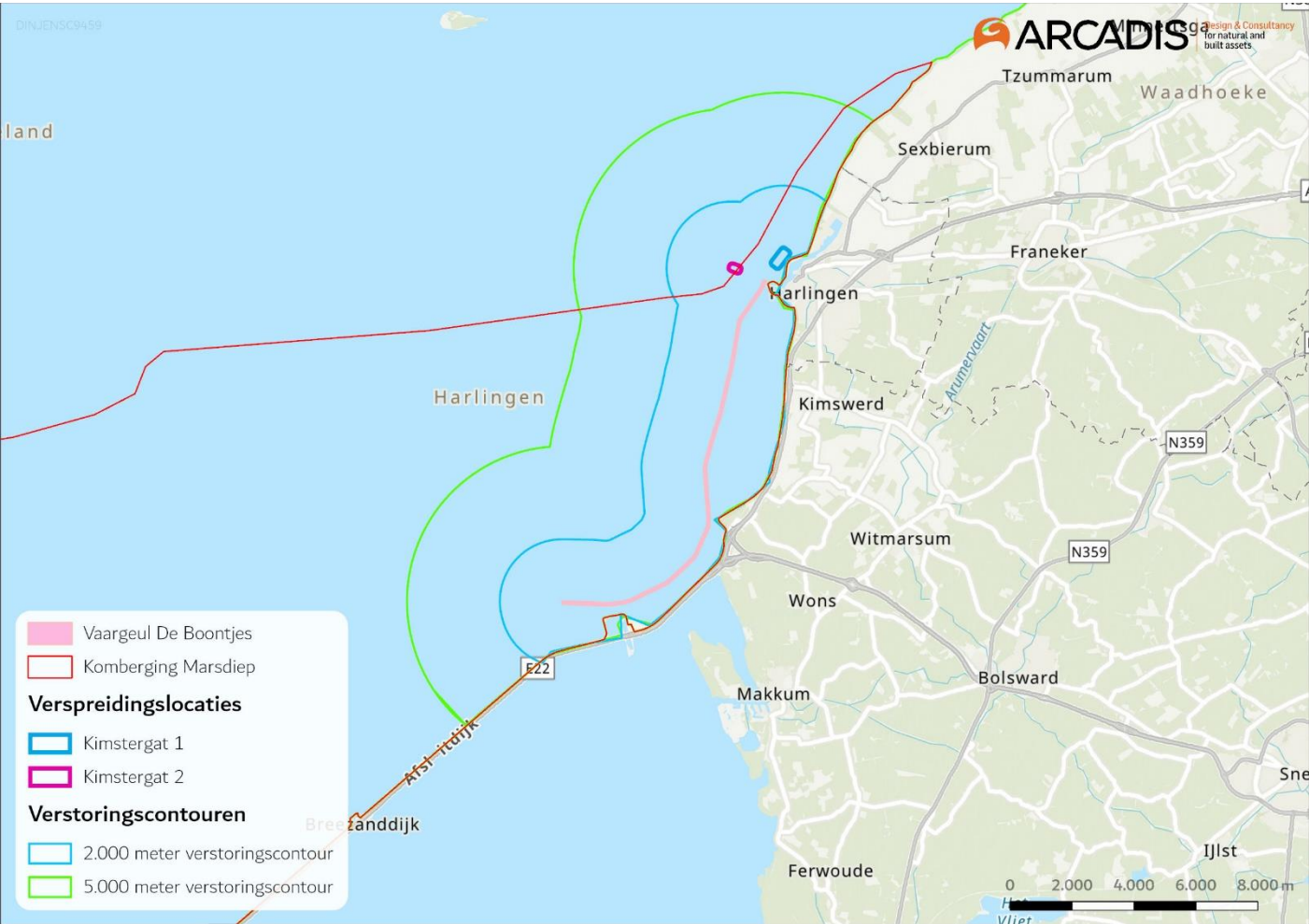
Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen. Zie Figuur 4-11 voor de effectketen van bovenwaterverstoring.

Voor het bepalen van effecten op de verstoringgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van vastgestelde worst-case verstoringafstanden. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant

Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes (zoals rui of broedseizoen, maar ook voor overwintering) kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringafstand gehanteerd, namelijk 1.000 meter voor de brilduiker, eidereend, zeekoet en alk (Krijgsveld et al., 2022). De roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend vliegen vaak ver weg na verstoring en hebben een trage terugkeertijd. De invloed van verstoring is voor deze soorten zeer groot en daarom wordt er een verstoringafstand van 2.000 meter gehanteerd voor deze zeer gevoelige soorten (Krijgsveld et al., 2022).

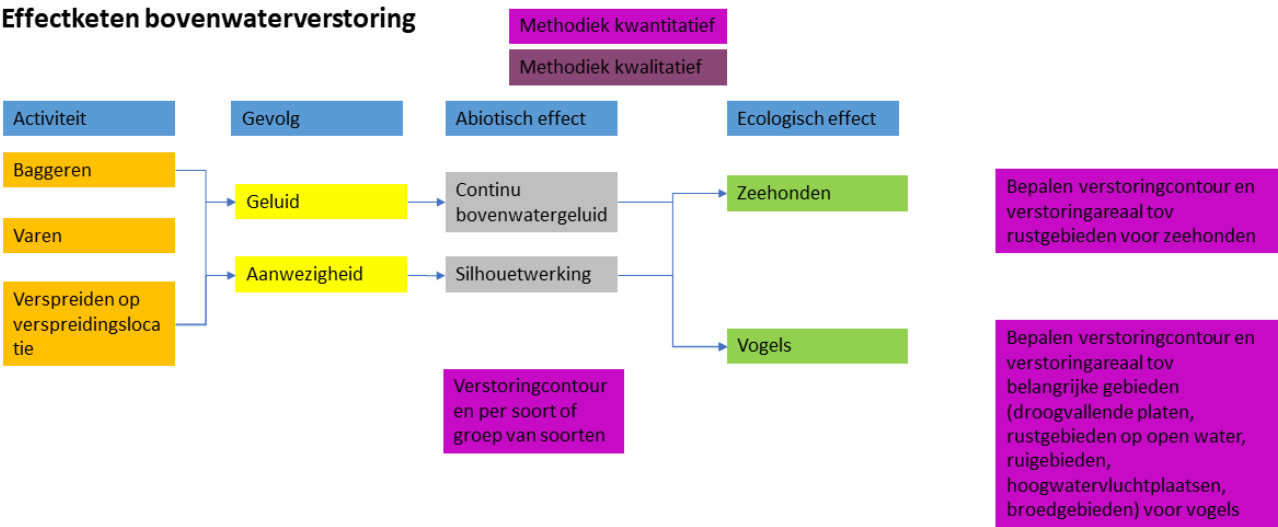
De maximale verstoringafstand door recreatieve motorboten van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 4-10. Voor de verschillende scenario's zal de reikwijdte van verstoring niet toenemen, maar zal de duur van de verstoring verschillen, net zoals de frequentie van de verstoring. Er wordt maximaal 6.220 ha areaal verstoord. Indien het baggerbezwaar zal toenemen, neemt de frequentie van verstoring (en mogelijk het aantal schepen) ook toe. Op basis van de baggermemo van Deltares (Smits, Bob et al., 2022) zal dit in de toekomst (2050) gebeuren voor zowel scenario 1 en 2.



Figuur 4-10 Worst-case verstoringscontouren bovenwaterverstoring (blauw) en onderwaterverstoring (groen)

Effectketen bovenwaterverstoring



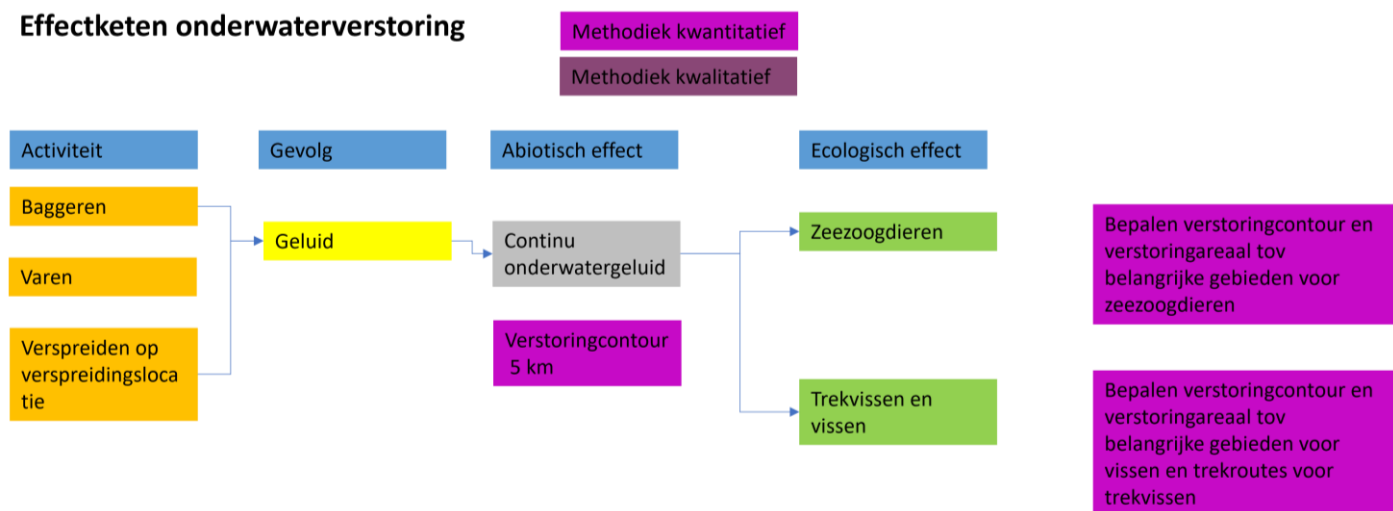
Figuur 4-11 Effectketen bovenwaterverstoring

Onderwaterverstoring

De aanwezigheid van het baggerschip, het gebruik van apparatuur en de vaarbewegingen kunnen leiden tot verstoring in de vorm van continu onderwatergeluid door cavitatie van de schroefbladen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die door de romp van het schip aan het water worden doorgegeven. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen. Zie Figuur 4-12 voor de effectketen van onderwaterverstoring.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor vissen, zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijsschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur op diep water varen, zijn maximale verstoringafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. De meeste vissen zijn beperkt gevoelig (100-300Hz) voor het geluid dat door varende schepen wordt voortgebracht (400-500Hz). Reactieafstanden van vissen variëren afhankelijk van de beoordeelde soort en vaartuig van 100-200 meter voor normale vaartuigen tot 400 meter voor luidruchtige vaartuigen (Mitson, 1995; Slabbekoorn et al., 2010). Als worst-case wordt een verstoring van 500 meter gehanteerd. Aangenomen mag worden dat de effecten op vissen als gevolg van de vaarbeweging niet meer dan 200 meter bedragen. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringafstand van 5 kilometer is worst-case, zie Figuur 4-10. Er wordt maximaal 14.339 ha areaal verstoord. Voor de verschillende scenario's zal de reikwijdte van verstoring niet toenemen, maar zal de duur van de verstoring verschillen, net zoals de frequentie van de verstoring. Indien het baggerbezwaar in de toekomst zal toenemen, neemt de frequentie van verstoring (en mogelijk het aantal schepen) ook toe. Op basis van de baggermemo van Deltares (Smits, Bob et al., 2022) zal dit in de toekomst (2050) gebeuren voor zowel scenario 1 en 2.

Effectketen onderwaterverstoring

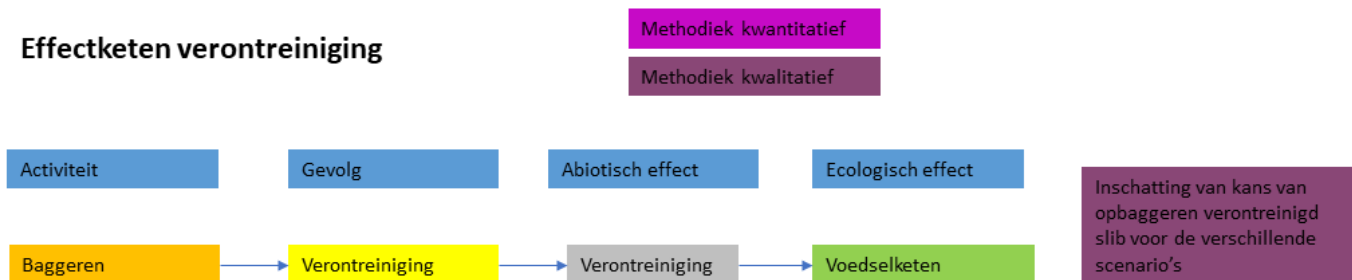


Figuur 4-12 Effectketen onderwaterverstoring

4.1.1.5 Verontreiniging

Bij het baggeren van de vaargeul kunnen in het sediment aanwezige chemische stoffen, waaronder de groep PFAS, weer in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. Dit kan een effect hebben op verschillende lagen in de voedselketen, aangezien chemische stoffen zoals PFAS kunnen worden opgenomen door mariene organismen en zich door de voedselketen kunnen concentreren (biomagnificatie). Daarnaast kunnen chemische verontreinigingen verder verspreid worden als ze in suspensie zijn.

Op het moment van schrijven zijn er geen publicaties gevonden waarin verontreiniging is geconstateerd nabij de vaargeul Boontjes. Er is op één meetpunt in de Waddenzee PFAS gevonden in het water (Jonker, 2021). Dit meetpunt lag vrij ver bij de vaargeul vandaan, ten zuiden van Ameland, en bevatte relatief lage concentraties PFAS. Mogelijk bevat de vaargeul vergelijkbare concentraties. Indien er vervuilende stoffen worden aangetroffen in de baggerspecie moet het materiaal volgens het bodembesluit worden afgevoerd naar depot. Verontreiniging wordt op basis van deze informatie kwalitatief meegenomen, zie Figuur 4-13.



Figuur 4-13 Effectketen verontreiniging

4.1.1.6 Stikstofdepositie

Het varen, baggeren en verspreiden van baggerspecie in stortvakken maakt gebruik van werk- en vaartuigen met verbrandingsmotoren en veroorzaakt als gevolg daarvan stikstofemissie die op verder gelegen gebieden neerslaat (stikstofdepositie). Stikstofdepositie leidt tot vermessing ('verrijking') van ecosystemen via de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofoxiden). De groei in veel natuurlijke landecosystemen zoals bossen, vennen, duinen en heidevelden wordt gelimiteerd door de beschikbaarheid van stikstof. Het gevolg van stikstofdepositie is dat deze extra stikstof extra groei geeft. Daarbij is de beschikbaarheid van stikstof bepalend voor de concurrentieverhoudingen tussen plantensoorten. Als de stikstofdepositie boven een bepaald kritisch niveau komt, neemt een beperkt aantal plantensoorten sterk toe ten koste van meerdere andere. Hierdoor neemt de biodiversiteit af. Vooral (veelal soortenrijke) kruidenvegetaties met plantensoorten die langzaam groeien, klein en laag blijven en die zijn aangepast aan een situatie van permanent 'voedselgebrek' zijn gevoelig voor vermessing. Stikstofdepositie kan leiden tot verrijking van de voedselsituatie ('vermessing'), waardoor grotere, sneller groeiende en meer concurrentiekrachtige planten de soortenrijke vegetaties kunnen overwoekeren ('verruiging'), zie Figuur 4-14 voor de effectketen.

Stikstofdepositie kan ook verzurend werken, waarbij bodem en grondwater chemisch van karakter veranderen en waardoor soorten en habitattypen van basische, neutrale en zwak zure omstandigheden kunnen verdwijnen. De oorspronkelijk aanwezige planten worden daarbij vrijwel geheel verdrongen en/of verdwijnen en er ontstaat dus een ander vegetatietype. In hoeverre en in welke mate effecten door stikstofdepositie optreden, is afhankelijk van lokale factoren als hydrologische conditie, fosforgehalten, zuurgraad en het gevoerde beheer.

Relevant voor de veranderende depositie van stikstof zijn stikstofgevoelige natuurwaarden (zowel habitattypen als leefgebieden van kwalificerende soorten) in een overbelaste situatie. Gevoelige natuurwaarden zijn natuurwaarden die:

- Gevoelig of zeer gevoelig zijn voor de depositie van stikstof volgens Van Dobben et al., 2012, én;
- Wanneer de achtergronddepositie de kritische depositiewaarde van het gevoelige habitatype overschrijdt², én;

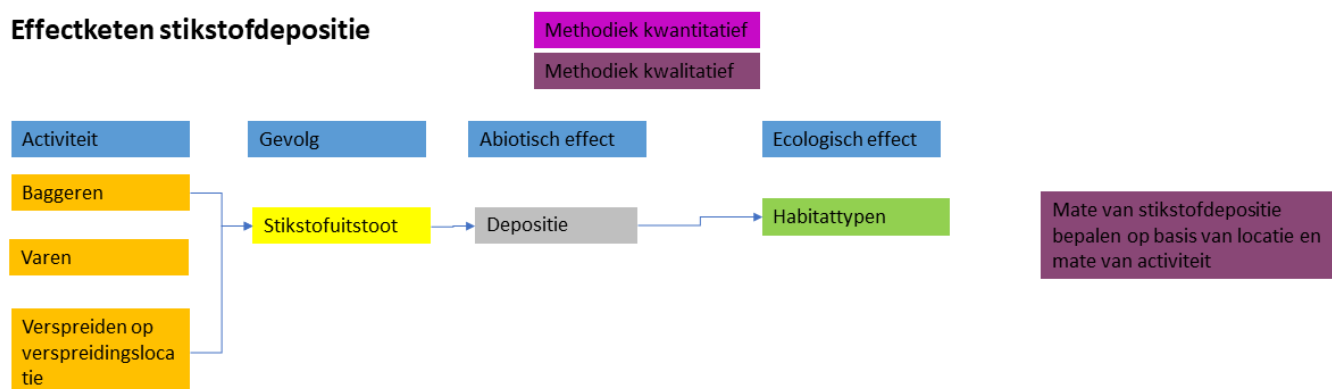
² Achtergronddepositie is de aanwezige stikstofdepositie in de huidige situatie waarin de bijdrage van verkeer, industrie, verkeer, landbouw, etc.. De kritische depositiewaarde is het niveau van de stikstofdepositie waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van het habitat significant wordt aangetast (Van Dobben et al., 2012),

- Als gevolg van de werkzaamheden een toename van de stikstofdepositie ontvangt.

In en rondom de Waddenzee bevinden dit soort gebieden zich vooral op de Waddeneilanden.

De omvang van de totale emissies kan worden beperkt en daarmee de omvang van de depositie. De reikwijdte van stikstofemissie is afhankelijk van de hoeveelheid en kwaliteit van het ingezet materieel. Indien de inzet van genoemde werk-, vaar- en voertuigen noodzakelijk is voor de aanleg, zijn de mogelijkheden voor reductie afhankelijk van de beschikbaarheid van het betreffende materieel. Voor deze studie is geen AERIUS-berekening uitgevoerd die gebruikt kan worden voor de reikwijdte en stikstofdepositiewaardes. Voor een gebaggerde vaargeul in de Westerschelde (zandkreekgeul) waar 130.000 m³ per jaar wordt gebaggerd was de reikwijdte van stikstofdepositie ongeveer 10 kilometer (Arcadis, 2020)

Effectketen stikstofdepositie



Figuur 4-14 Effectketen stikstofdepositie

4.1.2 Samenvatting criteria en beoogde onderzoeksmethode

De bovenstaande gevolgen en effectketens (criteria) zijn samengevat in Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Overzicht criteria en onderzoeksmethodes ecologische scenariovergelijking

Gevolg van de activiteit	Criterium	Methode
Habitataantasting en verandering	Bodemberoering	Bepalen aangetast areaal per habitatype Analyseren aanwezige benthos soorten uit monitoringsdata
	Bodemsamenstelling	Deskundig oordeel verandering bodemsamenstelling (sediment en fauna) a.d.h.v. morfologische veranderingen
	Kwaliteit en oppervlakte habitats	Deskundig oordeel effect van activiteit op kwaliteit en oppervlakte habitats en specifiek zeegras en mosselbanken
Sedimentatie	Begraving	Modeleren gebied sedimentatie, Analyseren aanwezige benthos soorten uit monitoringsdata en relateren aan dynamiek gebied, vergelijken met literatuur over gevoelige elementen (b.v. zeegras/mosselbanken)
Vertroebeling	Ecologische waterkwaliteit en primaire productie	Modeleren gebied vertroebeling, doorrekenen naar effect op primaire productie, oppervlakte, duur en frequentie van de vertroebelingswolk en kans op remming primaire productie. Vertroebelingsgebied vergelijken met literatuur over gevoelige elementen (b.v. zeegras/schelpdierbanken). Effecten op trekvissen en zichtjagende vogels bepalen op basis van het vertroebelingsmodel en literatuur.
Verontreiniging	Chemische waterkwaliteit	Kwalitatieve inschatting van de kans op opwerveling verontreiniging
Verstoring	Verstoring (boven- en onderwater)	Bepalen verstoringcontour voor relevante soorten boven en onderwater met behulp van literatuur. Gebruiken monitoringsdata voor identificeren specifiek gevoelige plaatsen (rustgebieden, broedgebieden, etc.) en aantallen soorten die er voorkomen.
Stikstofdepositie	Emissies	Deskundig oordeel over relatief verschil in stikstofdepositie door verschillen in locatie en mate van activiteit van de verschillende scenario's

4.1.3 Samenvatting reikwijdtes

In Tabel 4-2 is de samenvatting van de reikwijdtes gegeven voor de verschillende gevolgen en scenario's.

Tabel 4-2: Samenvattingstabel reikwijdtes van gevolgen voor de huidige situatie en scenario's

Gevolg van de activiteit	Scenario	Maximale reikwijdte
Habitataantasting en verandering	1	De gehele vaargeul (ongeveer 4.400 m) met een breedte van 100 m, en diepte van -3,80 m NAP en op de verspreidingslocaties.
	2	De gehele vaargeul (ongeveer 6.400 m) met een breedte van 100 m, en diepte van -4,70 m NAP en op de verspreidingslocaties.
	3	N.v.t.
Sedimentatie	1	Figuur 4-4
	2	In scenario 2 wordt 0,1 tot 0,2 miljoen m ³ /j meer volume gebaggerd en verspreid dan scenario 1. Dit zal leiden tot een groter areaal.
	3	N.v.t.
Vertroebeling	1	Figuur 4-7
	2	In scenario 2 wordt er 0,1 tot 0,2 miljoen m ³ /j meer volume gebaggerd en verspreid dan scenario 1. Dit zal leiden tot een groter areaal en langere duur.
	3	N.v.t.
Verontreiniging	Alle scenario's	N.v.t.
Verstoring	1 & 2	Bovenwaterverstoring tot 2.000 meter rondom vaarbewegingen. Onderwaterverstoring tot 5.000 meter rondom vaarbewegingen.
	3	N.v.t.
Stikstofdepositie	1 & 2	Afhankelijk van ingezet materieel; kan de gehele Waddenzee of andere natuurgebieden beïnvloeden, schatting op basis van literatuur 10 km
	3	N.v.t.

4.2 Koppeling wetskader aan ecologische criteria

Het doel van deze ecologische scenariovergelijk is om een vergelijking te maken tussen de ecologische gevolgen van de verschillende scenario's. Doel hierbij is om expliciet onderscheid te maken tussen lokale effecten (vaargeul Boontjes), kombergingseffecten (Marsdiep/Zeegat van Texel) en effecten op de Nederlandse Waddenzee, aan de hand van verschillende wetskaders. Om dit zorgvuldig te doen is per ecologische effectketen van het project (zie bovenstaande paragraaf) uitgewerkt op welk niveau en voor welke wetskaders dit relevant is. Ook is in de tabel aangegeven of dit criterium kwalitatief (e.g. treedt er kwaliteitsverslechtering op) of kwantitatief (e.g. hoeveel areaal wordt aangetast) beoordeeld zal worden en welk toetsingscriterium van een kader behandeld wordt. Alle punten worden voor ieder scenario behandeld en beoordeeld conform de methodiek in paragraaf 4.3.

Tabel 4-3: Koppeling wetskaders aan ecologische criteria. **Kwantitatief**, **Kwalitatief**,  = lokaal,  = kombergingsniveau,  = systeemniveau ISHD = instandhoudingsdoel, GET = Goede Ecologische Toestand (vervolg op volgende pagina).

Effectketen	Criterium		Wnb-gebieden	Wnb-soorten	KRW	PAGW en AGVW 2050	OSPAR	Unesco/ WSP 2010
Habitat-aantasting en -verandering	Bodem-beroering		Beroerd areaal per habitattype	n.v.t.	Areaal waterplanten en bodemfauna	Invloed op natuurlijke dynamiek van en verbeteren biodiversiteit en productiviteit door herstel: - processen (o.a. bodem-opbouw / morfohydro-dynamiek) - geleidelijke overgangen - connectiviteit	Bijdrage aan herstel: - kwaliteit natuurlijke habitats - vismigratie - paaigronden Bescherming natuurlijke habitats van menselijke impacts zoals bodem-beroering	Bijdrage aan een natuurlijke en dynamische Waddenzee met zo min mogelijk menselijke vervuiling en verstoring, met een focus op hoge soortenrijkdom en biodiversiteit.
	Bodem-samenstelling		Soorten-samenstelling habitattype		Soorten-samenstelling bodemfauna			
	Kwaliteit en oppervlakte habitats	  	ISHD habitattypen, geen verslechtering van kwaliteit		GET waterplanten en bodemfauna			
Sedimentatie	Begraving		Beïnvloed areaal, en effect op soorten (samenstelling) en kwaliteit ISHD habitattypen	n.v.t.	Areaal van, en invloed op GET waterplanten en bodemfauna	in/tussen leefgebieden. - Hersteld of nieuw habitat - waterkwaliteit	- Bescherming natuurlijke habitats van menselijke impacts zoals begraving na baggeren	
Vertroebeling	Ecologische waterkwaliteit en primaire productie	  	Beïnvloed areaal en kwaliteit ISHD habitattypen o.a. via primaire productie en filterfeeders. Effect op ISHD zichtjagende	Beïnvloed areaal, en impact op zichtjagende vogels en zicht-navigerende vissen	Areaal van, en invloed op GET fytoplankton, waterplanten en bodemfauna		- Beschermen en behouden van biodiversiteit en ecosysteem-diensten	

Effectketen	Criterium		Wnb-gebieden	Wnb-soorten	KRW	PAGW en AGVW 2050	OSPAR	Unesco/ WSP 2010
			(broed)vogels en (trek)vissen.			i.r.t. behalen visie 2050 hieronder valt het verminderen van baggeren in de Waddenzee zonder dat dit ten koste gaat van de bereikbaarheid van de havens		
Verstoring	Verstoring (bovenwater)		Mate van verstoring van, en invloed op ISHD vogels, en zeezoogdieren	Mate van verstoring van, en invloed op vogels, en zeezoogdieren	n.v.t.		n.v.t.	
	Verstoring (onderwater)		Mate van verstoring van, en invloed op ISHD vissen, en zeezoogdieren	Mate van verstoring van, en invloed op vissen, en zeezoogdieren	GET bodemfauna		Verminderen van antropogeen onderwater-geluid	
Verontreiniging	Opwerveling van toxische stoffen		Kans op effecten op habitattypen of dieren met een ISHD	Kans op effecten op dieren	GET Chemische waterkwaliteit		Bijdrage aan voorkomen verontreinigingen in het maritieme milieu	
Stikstof-depositie	Emissies		Waarschijnlijkheid van depositie op gevoelige gebieden	n.v.t.	GET overige waterflora		Verminderen van de aanvoer van stikstof op het mariene milieu	

De scenario's beschreven in hoofdstuk 1 en mogelijke cumulatie met andere activiteiten, worden getoetst aan de wetskaders. Daarop volgt een vergelijking tussen de scenario's qua ecologische effecten op de relevante natuurwaarden. Hiervoor wordt een scoringssysteem gebruikt om de scenario's systematisch te vergelijken (Tabel 4-4). Voor deze scoring wordt de eerdergenoemde analyse van de wetskaders (hoofdstuk 2) meegenomen om de weging van verschillende effecten op de vergelijking tussen scenario's vast te stellen.

4.3 Methodiek

In de afbakening (hoofdstuk 4.1.1) zijn de gevolgen en de reikwijdtes van de verschillende effecten in kaart gebracht. In paragraaf 4.2 is de koppeling tussen de ecologische criteria en de wets- en beleidskaders gemaakt. In deze paragraaf zijn vervolgens per gevolg de beoordelingsmatrix en criteria gegeven.

Voor de overzichtelijkheid wordt aan ieder scenario en gevolg een score toegekend op een schaal van - (zeer negatief) tot + (positief). Daarin wordt soms gerefereerd naar een referentiewaarde die gelijk staat aan de vergunde huidige situatie zoals beschreven in hoofdstuk 2 en hoofdstuk 5. Dit is vrijwel gelijk aan de huidige situatie (Scenario 1), met uitzondering dat er dan vanuit wordt gegaan dat er niet over 80.000 m³ baggermateriaal wordt heengegaan. De referentiesituatie wordt vooral gebruikt om te kunnen duiden wat het uitvoeren van een scenario zal doen t.o.v. de huidige situatie qua ecologie, zodat een scorevergelijking kan plaatsvinden tussen de scenario's onderling. Hieronder is per effect de scoremethodiek uitgewerkt.

Kwantificeringscriteria voor verstoringen kunnen bestaan uit een grens van een verstoring die niet overschreden mag worden, e.g. een verstoringafstand voor ruiende of broedende vogels. Voor andere type verstoringen zijn er geen grenswaarden voor de verstoring zelf maar wordt de grens bepaald door de beïnvloede instandhoudingsdoelen of natuurwaarden. Die beoordeling is dan kwalitatief. In het kader van de Wnb-gebiedsbescherming is het bijvoorbeeld zo dat wanneer er bij de meeste habitatype minder dan 1 are (100 m²) achteruitgaat, dit als niet meetbaar beschouwd wordt en er dus geen significant negatief effect is (voor bosgebied is het oppervlakte kleiner). Wanneer er 1 are of meer achteruit gaat wordt dit wel beschouwd een negatief effect (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2010). Of een effect significant is of niet hangt ook af van specifieke bijzonderheden en milieukenmerken van het beschermde gebied waarop een plan of project effecten heeft en de eisen van de specifieke wetskaders. Per gevolg worden daarom alle beoordelingen toegelicht.

Voor vogelsoorten wordt de 1%-norm voor additionele sterfte gebruikt. Deze houdt in dat een menselijke activiteit niet mag leiden tot gemiddeld 1% extra jaarlijkse sterfte ten opzichte van de natuurlijke sterfte in de gehele populatie. Hiervoor moet eerst de gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte berekend worden. Wanneer deze norm niet wordt overschreden is er geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van een soort en zal er geen significant negatief effect zijn. Wanneer de grens wordt overschreden wordt er in deze studie vanuit gegaan dat er een significant negatief effect zal zijn (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2010). Indien er al een zeer ongunstige staat van instandhouding is wordt het voorzorgsprincipe gehanteerd in plaats van de 1% norm.

Voor habitatsoorten kan er sprake zijn van een significant effect wanneer de omvang van de populatie als gevolg van de activiteit in de toekomst gemiddeld lager zal zijn dan de instandhoudingsdoelstelling die is opgenomen voor soorten in het Natura 2000-gebied Waddenzee (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2010). Of een effect significant is of niet hangt ook af van specifieke bijzonderheden en milieukenmerken van het beschermde gebied waarop een plan of project effecten heeft en de eisen van de specifieke wetskaders. Beoordelingen worden daarom per beoordeling toegelicht.

De hierboven benoemde grenswaarden hebben betrekking op de Wnb-gebiedsbescherming. Wanneer kaders geen kwantificerende grenswaarde hebben worden in deze studie waar mogelijk de kwantificerende grens van de Wnb-gebiedsbescherming gebruikt. Indien het niet mogelijk is om een kwantitatieve inschatting te maken van effecten wordt gebruik gemaakt van een kwalitatieve inschatting op basis van expert judgement en het voorzorgsprincipe.

De gevolgen, criteria en hun beoordelingsmethodiek zijn geïntroduceerd in paragraaf 4.1 en 4.2 en samengevat in Tabel 4-1. In paragrafen 4.3.1 t/m 4.3.6 hieronder is per gevolg de beoordelingsmatrix en criteria gegeven.

4.3.1 Habitataantasting en -verandering

Tabel 4-4 Scoresysteem voor de vergelijking tussen scenario's voor habitataantasting en -verandering

Score	Effect	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Voorbeeld habitataantasting en verandering
+	Positief	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	Er ontstaat meer onaangetast habitat, hogere productie en meer biodiversiteit.
0/+	Licht positief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine positieve verandering	De habitat wordt minder (vaak) aangetast, er ontstaat mogelijk of in beperkte mate meer biodiversiteit.
0	Neutraal	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie	De habitat wordt even vaak en veel aangetast, geen verandering t.o.v. de referentiesituatie (zie paragraaf 3.1 en hoofdstuk 5).
0/-	Licht negatief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine negatieve verandering	De habitat wordt meer of vaker aangetast in een mate waarin er geen veranderingen in de ecologie optreden, mogelijk wel op lokaal niveau.
-	Negatief	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	Er wordt meer of vaker habitat aangetast waardoor de biodiversiteit afneemt of verandert van samenstelling. Effect is niet merkbaar op ecosysteemniveau, mogelijk wel op kombergingsniveau maar leidt niet tot verslechtering van de habitatkwaliteit.
--	Zeer negatief	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	Er wordt meer en/of vaker habitat vaker aangetast, effect merkbaar op ecosysteem of wetskaderniveau (bijv. niet uit te sluiten significant negatief effect op instandhoudingsdoel door kwaliteitsverslechtering).

4.3.2 Sedimentatie

Tabel 4-5 Scoresysteem voor de vergelijking tussen scenario's voor sedimentatie

Score	Effect	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Voorbeeld sedimentatie
+	Positief	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	Sedimentatie bedekt een veel kleiner gebied of zakt langzamer, geen negatieve effecten op biodiversiteit.
0/+	Licht positief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine positieve verandering	Sedimentatie bedekt minder gebied of de bodem raakt minder snel bedekt, minder negatieve effecten op biodiversiteit.
0	Neutraal	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie	Sedimentatie bedekt een even groot gebied en/of zakt even snel, geen verandering t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	Licht negatief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine negatieve verandering	Sedimentatie zal toenemen in een mate waarin er geen veranderingen in de ecologie optreden, mogelijk wel op lokaal niveau.
-	Negatief	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	Sedimentatie beslaat een groter gebied en/of valt directer waardoor de biodiversiteit afneemt. Effect is niet merkbaar op ecosysteemniveau, mogelijk wel op kombergingsniveau en leidt niet tot kwaliteitsverslechtering.
--	Zeer negatief	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	Sedimentatie neemt sterk toe, beslaat een groter gebied en valt sneller en directer, effect merkbaar op ecosysteem of wetskaderniveau (bijv. niet uit te sluiten significant negatief effect op instandhoudingsdoel).

4.3.3 Vertroebeling

Tabel 4-6 Scoresysteem voor de vergelijking tussen scenario's voor vertroebeling

Score	Effect	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Voorbeeld vertroebeling
+	Positief	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	Het water is alleen door autonome bronnen troebel, geen negatieve effecten op biodiversiteit (lokaal, komberging en ecosysteem) en beste omstandigheden voor primaire productie.
0/+	Licht positief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine positieve verandering	Vertroebeling in een kleiner gebied met grotere doorzicht, mindere negatieve effecten op biodiversiteit, betere omstandigheden voor primaire productie.
0	Neutraal	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie	Waterkolom blijft even troebel als in de referentiesituatie, geen verandering t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	Licht negatief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine negatieve verandering	Vertroebeling in de waterkolom neemt toe in een mate waarin er geen veranderingen in de ecologie optreden, alleen mogelijk lokaal.
-	Negatief	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	Vertroebeling in de waterkolom blijft langer hangen en/of geeft minder doorzicht waardoor de biodiversiteit en primaire productie mogelijk afneemt. Effect mogelijk merkbaar op kombergingsniveau maar leidt niet tot kwaliteitsverslechtering op ecosysteemniveau.
--	Zeer negatief	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	Vertroebeling in de waterkolom neemt sterk toe en geeft minder doorzicht, effect merkbaar op ecosysteem of wetskaderniveau (bijv. niet uit te sluiten significant negatief effect op instandhoudingsdoel).

4.3.4 Verstoring

Tabel 4-7 Scoresysteem voor de vergelijking tussen scenario's voor verstoring

Score	Effect	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Voorbeeld sedimentatie
+	Positief	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	Verstoring heeft zeer verminderde intensiteit en/of verstoort een veel kleiner gebied, geen negatieve effecten op lokaal- en kombergingsniveau en biodiversiteit.
0/+	Licht positief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine positieve verandering	Verstoring heeft verminderde intensiteit en/of verstoort minder gebied, minder negatieve effecten op kombergingsniveau en biodiversiteit.
0	Neutraal	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie	Verstoring heeft een gelijke intensiteit aan de huidige situatie en/of verstoort een even groot gebied, geen verandering t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	Licht negatief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine negatieve verandering	Verstoring neemt toe in intensiteit in een mate waarin er geen veranderingen in de ecologie optreden, maar mogelijk wel lokaal een hogere mate of frequentie van verstoring is.
-	Negatief	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	Verstoring beslaat een groter gebied of intensiteit neemt toe waardoor individuele soorten meer last ondervinden. Effect is niet merkbaar op ecosysteemniveau, mogelijk wel op kombergingsniveau.

--	Zeer negatief	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	Verstoringsintensiteit neemt sterk toe, beslaat een groter gebied en soorten ondervinden op individueel of populatieniveau negatief effect. Merkbaar op ecosysteem en wetkaderniveau (bijv. niet uit te sluiten significant negatief effect op instandhoudingsdoel).
----	---------------	--	--

4.3.5 Verontreiniging

Tabel 4-8 Scoresysteem voor de vergelijking tussen scenario's voor verontreiniging

Score	Effect	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Voorbeeld verontreiniging
+	Positief	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	Resuspensie van (potentieel) verontreinigd slib is uitgesloten. Flora, fauna en habitattypen worden niet aan verontreiniging blootgesteld.
0/+	Licht positief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine positieve verandering	Resuspensie van (potentieel) verontreinigd slib is verminderd, waardoor flora, fauna en habitattypen aan minder verontreiniging blootgesteld worden.
0	Neutraal	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie	Resuspensie van (potentieel) verontreinigd slib is van gelijk niveau als de referentie situatie. Flora, fauna en habitattypen worden evenveel aan verontreiniging blootgesteld.
0/-	Licht negatief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine negatieve verandering	Resuspensie van (potentieel) verontreinigd slib is enigszins verergerd ten opzichte van de referentie situatie. Flora, fauna en habitattypen worden mogelijk aan iets meer verontreiniging blootgesteld. Het gaat om dezelfde verontreinigde stoffen als de huidige situatie.
-	Negatief	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	Resuspensie van (potentieel) verontreinigd slib is duidelijk verergerd ten opzichte van de referentie situatie. Flora, fauna en habitattypen worden aan meer verontreiniging blootgesteld. Het gaat om dezelfde verontreinigde stoffen als de huidige situatie.
--	Zeer negatief	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	Verontreiniging wordt veroorzaakt door het baggeren en verspreiden van een historische verontreinigde waterbodem. Flora, fauna en habitattypen worden aan meer verontreiniging blootgesteld t.o.v. de referentie situatie, waaronder historische verontreinigen die eerder in de bodem waren 'gevangen', of de rode lijn van een wetskader wordt overschreden.

4.3.6 Stikstofdepositie

De grens van een zeer negatief effect van stikstofdepositie wordt gelegd bij overschrijding van de kritische depositiewaardes (KDW) voor stikstofgevoelige gebieden. Er wordt gekeken naar het mogelijke gebied waar stikstof kan neerdalen en naar de gevoeligheid van die gebieden en natuurwaarden die daar voorkomen.

Tabel 4-9 Scoresysteem voor de vergelijking tussen scenario's voor stikstofdepositie

Score	Effect	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Voorbeeld stikstofdepositie
+	Positief	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	Stikstofdepositie is sterk verminderd en er zijn geen effecten op stikstofgevoelige habitattypen op lokaal-, kombergings- en Waddenzee-niveau.
0/+	Licht positief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine positieve verandering	Stikstofdepositie is verminderd t.o.v. referentiesituatie, mindere negatieve effecten op lokaal-, kombergings- en Waddenzee-niveau en biodiversiteit.

0	Neutraal	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie	Stikstofdepositie heeft een gelijke intensiteit aan de huidige situatie en/of verstoort een even groot gebied, geen verandering t.o.v. de referentiesituatie.
0/-	Licht negatief	Het voornemen leidt tot een zeer kleine negatieve verandering	Stikstofdepositie blijft lokaal hangen waar geen stikstofgevoelige habitattypen aanwezig zijn.
-	Negatief	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	Stikstofdepositie reikt tot het kombergingsgebied waar geen stikstofgevoelige habitattypen aanwezig zijn.
--	Zeer negatief	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	Stikstofdepositie verspreidt over het gehele Waddengebied of leidt op een stikstof gevoelig hexagoon tot overschrijding van de KDW.

5 Systeem- en gebiedsbeschrijving

5.1 Systeem-en gebiedsbeschrijving

Het onderzoeksgebied is onderdeel van de Waddenzee. Aangezien dit een groot onderzoeksgebied is wordt er een korte samenvatting gegeven over de Waddenzee, en wordt er daarna alleen een selectie van relevante of veelvoorkomende soorten en habitattypes rondom de vaargeul Boontjes gemaakt (de referentiesituatie).

5.1.1 Waddenzee

De Waddenzee is een ondiep intergetijdengebied omringd door kleine eilanden, het vaste land van Nederland, Duitsland en Denemarken en aan de noordwestkant de Noordzee (van Beusekom et al., 2019). Het Nederlandse deel is een Natura 2000-gebied wat binnen de provincies Groningen, Friesland en Noord-Holland ligt en een grootte beslaat van 271.023 ha (Directie regionale zaken, 2009). Het volledige gebied is aangewezen als Vogelrichtlijngebied, en 249.171 ha is ook aangewezen als habitatrichtlijngebied (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). In 2007 is het habitatgebied van de Waddenzee uitgebreid met het Eems-Dollard estuarium dat 4.153 ha beslaat (Rijkswaterstaat, 2013). De Waddenzee is het grootste ononderbroken intergetijdengebied met zand- en wadbanken ter wereld (Common Wadden Sea Secretariat, 2013). De morfologie van de Waddenzee wordt grotendeels bepaald door de getijdenwerking. Twee keer per dag met vloed stroomt er een totaal aan 15 km³ water het Waddengebied binnen, waar met eb al een volume van 15 km³ aanwezig is (Reise et al., 2010). Deze getijdenwerking heeft gezorgd voor het ontstaan van een complex systeem van geulen, ondiep water en zand- en slibbanken. De morfologie van de Waddenzee is dynamisch, en verandert continu door fysische processen als erosie, sedimentatie en waterbeweging (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Langs de randen van het wad, op de overgangen naar land zijn kweldergebieden en duinen aanwezig. De kwelders langs het vasteland zijn tot stand gekomen door menselijk ingrijpen in de kwelderbodem (Directie regionale zaken, 2009).

De Waddenzee is een belangrijk broed- en overwinteringsgebied voor trekvogels die migreren tussen het Noordpoolgebied en Zuid-Europa/Afrika. De Waddenzee is een van de weinige gebieden met voldoende voedsel om de vogels weer op kracht te laten komen. Jaarlijks bezoeken 10-12 miljoen vogels het Waddengebied om te rusten en te foerageren (Reise et al., 2010) De Waddenzee fungeert als een belangrijke stop in de flyway van vogels.

Daarnaast is de Waddenzee een kraamkamer voor platvissen. Deze worden geboren in de Noordzee en brengen daarna hun eerste jaren door in de Waddenzee (Kabat et al., 2009). Ook is de Waddenzee belangrijk voor andere soorten vissen van verschillende gilden. Vanuit de Wnb worden verschillende trekvisserij beschermd die tijdens hun levenscyclus zowel in zoet als zoutwater leven. Daarnaast zijn er soorten die permanent verblijven of doortrekken naar andere zoute gebieden zoals de Noordzee. Op deze manier is de Waddenzee een belangrijke schakel in de swimway van vele vissoorten.

5.2 Kombergingsgebied Marsdiep

Rondom de vaargeul Boontjes zijn verschillende beschermde habitattypen en soorten aanwezig. Deze zijn hieronder in meer detail behandeld.

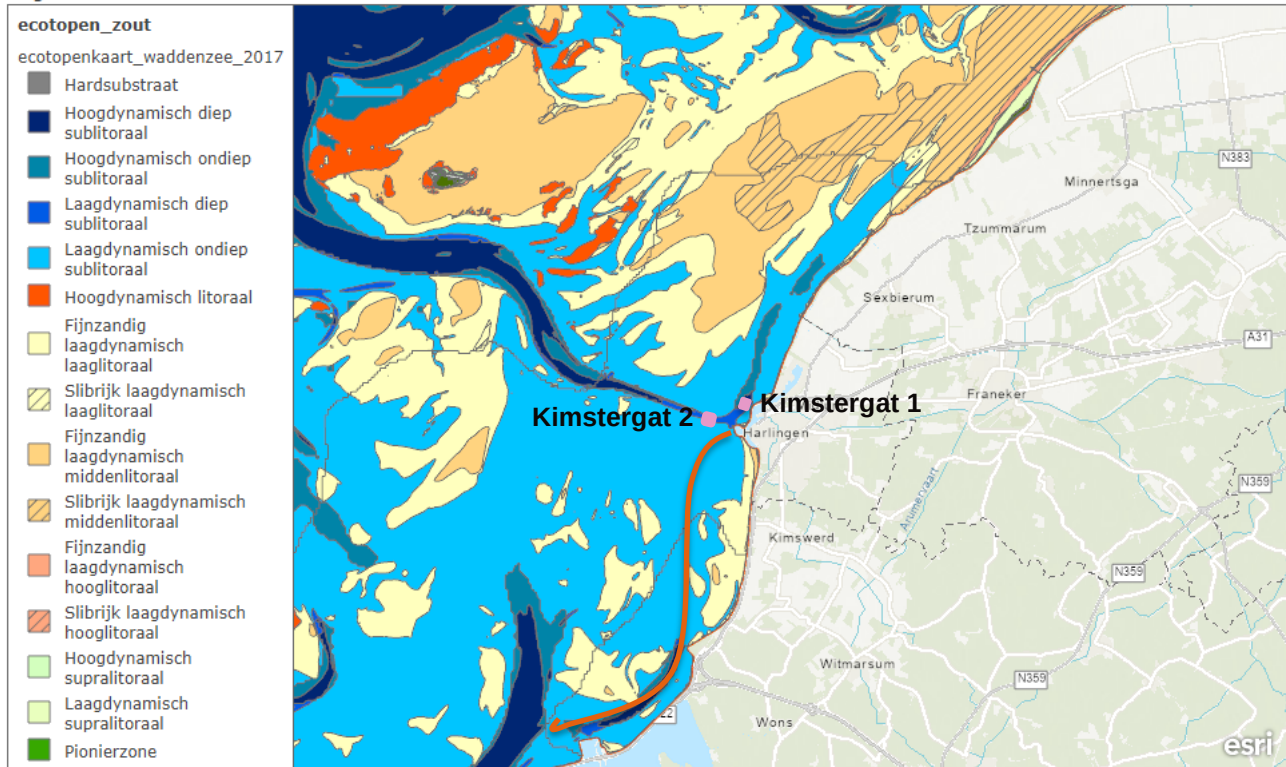
5.2.1 Habitattypes

Rondom de vaargeul zijn twee verschillende habitattypen aanwezig. H1110A Permanent overstromde zandbanken en H1140A Slik- en zandplaten (Figuur 5-1). De vaargeul zelf bevindt zich in H1110A. het te baggeren deel van de vaargeul is volgens de ecotopenkaart overwegend laagdynamisch (Figuur 5-2).



Figuur 5-1: Habitatkartering rondom de vaargeul, de zwarte pijl geeft een indicatie van het gebied waar gebaggerd wordt (zoals aangegeven in Figuur 3-4).

Mijn kaart



Esri, EsriNL, Rijkswaterstaat, NASA, NGA, USGS | Kadaster, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS

Figuur 5-2 Ecotopenkaart van de Waddenzee (2017). De oranje streep is een indicatieve ligging van de vaargeul en de roze kaders zijn indicaties van de verspreidingsvakken.

5.2.1.1 H1110A Permanent overstroomde zandbanken

H1110A Permanente overstroomde zandbanken is het habitattype dat de zandbanken in ondiepe delen van de zee definieert. Ze staan permanent onder water en het water is hier zelden meer dan 20 m diep. Biogene structuren zoals veen, keileem, stenen of schelpenbanken kunnen plaatselijk voorkomen. Dit habitattype ligt vaak grenzend aan het habitattype H1140 (Slik- en zandplaten). De grens tussen deze twee typen is het laagste astronomisch getij (L.A.T.) (Ministerie van LNV, 2014).

Subtype A omvat de geulen en permanent overstroomde platen van de Waddenzee. De geulen variëren van kleine prielen tussen de zandplaten in tot brede en diepere zeegaten tussen de Waddeneilanden. De waterdiepte bedraagt niet meer dan 20 meter, gemeten volgens de gemiddelde laagwaterlijn LAT. De zandbanken zijn meestal onbegroeid; plaatselijk bevatten ze algengemeenschappen of begroeiingen met groot zeegras. Het habitattype is van groot belang vanwege de biomassa en diversiteit aan diersoorten, waaronder wormen, kreeftachtigen en schelpdieren. Deze vormen een belangrijk voedselbron voor vissen en zeevogels (roodkeelduikers, zee-eenden, meeuwen en sterns). Zeezoogdieren (vooral zeehonden) foerageren weer op deze vis en gebruiken (net als vissen) de geulen als trekroute. Op sommige locaties zijn omvangrijke banken met mosselen of oesters aanwezig. Op plaatsen waar sprake is van hoge dynamiek (sterke stroming) kan dit habitattype vrij soortenarm zijn. De geulen binnen dit habitattype zijn van belang als trekroute voor volwassen vissen en hun larven, waaronder paling, schol en bot en ook als overwinteringsgebied voor garnalen en krabben.

De bijdrage van de Waddenzee aan de landelijke staat van instandhouding van dit habitattype is zeer groot (>50%). De landelijke staat van instandhouding van dit habitattype is matig ongunstig, met name omdat de kwaliteit op een aantal punten achterblijft. Dit is gebaseerd op het slechts beperkt voorkomen van meerjarige mosselbanken in oudere stadia en het afnemen van de kwaliteit van de benthosgemeenschappen in het gebied. Hierdoor neemt ook de functie als kraamkamer voor vis af wat resulteert in een afnemende totale biomassa vis. Dit wordt verder nadelig beïnvloed door elke vorm van bodemberoering. Ook de afsluiting van de Zuiderzee in de vorige eeuw en de meer recente klimaatverandering hebben een nadelig effect op de kwaliteit van het habitat.

Bij dit habitatype horen verschillende kwaliteitskenmerken die beschreven zijn in het bijbehorende profielfdocument (Ministerie van LNV, 2014). Hieronder is een samenvatting gegeven van de volgende kenmerken:

- Abiotische kenmerken
- Biotische functie en structuren
- Typische soorten

Abiotische kenmerken

Voor het habitatype geldt dat er sprake is van meer dan natuurlijke dynamiek: bodemberoerende activiteiten op van nature relatief laagdynamische delen van het habitatype voegen extra dynamiek toe. Hiervan wordt verondersteld dat deze mede ten grondslag ligt aan verschuivingen in de biodiversiteit in het nadeel van relatief langlevende soorten, welke een langere terugslag hebben voor dan relatief kortlevende soorten.

Biotische functie en structuren

Een goed functionerend habitatype H1110 is te herkennen aan de samenstelling en leeftijdsopbouw van de aanwezige levensgemeenschap; er is een balans tussen kort- en langlevende soorten die past bij de natuurlijke morfologie en de van nature heersende abiotische omstandigheden. In het algemeen is de biodiversiteit (soortenrijkdom en biomassa) in relatief ondiepe, hoogdynamische delen lager dan in de diepere, relatief laagdynamische delen.

Kenmerkende biogene structuren zijn schelpdierbanken van soorten als mossel *Mytilus edulis*, Japanse oester *Crassostrea gigas* (beide een driedimensionale bank vormend), mesheften *Ensis* sp., strandschelpen *Spisula* sp., kokkel *Cerastoderma edule* en nonnetje *Macoma balthica*.

De belangrijkste abiotische kenmerken voor een goede structuur en functie zijn:

- Variatie in hydrodynamiek:
 - Voortdurende ongestoorde getijdenbeweging
- De invloed van golfwerking
 - De variatie in sedimentsamenstelling:
 - Afwisseling van gradiënten tussen zand en slib als gevolg van de (lokale) hydrodynamiek
- Een goede waterkwaliteit (minder dan voor levensgemeenschap maximaal toelaatbare concentratie van gifstoffen)
- Afwezigheid van zuurstofloosheid
- De afvoer van zoet water

Typische soorten

Voor het habitatype H1110A zijn er 19 typische soorten. Deze bestaan uit bodemdieren (9), bodemvissen (9) en pelagische vissen (1), zie Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Typische soorten voor habitatype H1110A. Ca = constante soort met indicatie voor een goede abiotische toestand, Cab = constante soort met indicatie voor een goede abiotische toestand en biotische structuur, K = karakteristieke soort (Ministerie van LNV, 2014)

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Soortgroep	Categorie	Ecologische groep
Zandzager	<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelwormen	Ca	Bodemdier
Groene zeeduizendpoot	<i>Alitta virens</i>	Borstelwormen	Ca	Bodemdier
	<i>Spio martinensis</i>	Borstelwormen	Ca	Bodemdier
Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	Borstelwormen	Ca	Bodemdier
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	Vissen	Ca	Bodemvis
Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Haring	<i>Clupea harengus</i>	Vissen	Cab	Pelagische vis
Schar	<i>Limanda limanda</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Gewone zeedonderpad	<i>Myoxocephalus</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Botervis	<i>Pholis gunnellus</i>	Vissen	K + Cab	Bodemvis
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Wulk	<i>Buccinum undatum</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier
Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier

5.2.1.2 H1140A Slik- en zandplaten

Binnen het habitatype slik- en zandplaten is een hoge dynamiek aanwezig. Stroming en golfwerking zorgen voor een continue beweging van zand en slib. Hierdoor verplaatsen de zandplaten zich geleidelijk, echter betreft dit maar een klein deel van het habitatype (Bijlsma et al., 2014). Dit habitatype omvat slikwadden en zandplaten in de kustzone die dagelijks bij hoogwater overspoelen en bij laagwater droogvallen. In Nederland zijn deze platen niet of nauwelijks begroeid (Ministerie van LNV, 2008a).

Platen onder subtype A bestaan grotendeels uit laagdynamische wadplaten welke zijn afgeschermd door eilanden of zandbanken voor de golfwerking van de Noordzee. Dit habitatype komt zowel in de Waddenzee als het Deltagebied voor. Door het dynamische karakter, kenmerkt het gebied zich door een relatief arme bodemfauna (Ministerie van LNV, 2008a).

Voor dit habitatype levert de Waddenzee een belangrijke bijdrage aan de landelijke staat van instandhouding. De landelijke staat van instandhouding van het habitatype is matig. Er zijn in de Waddenzee momenteel onvoldoende

droogvallende mosselbanken en de bijbehorende leefgemeenschap. 2017 was een goed jaar, waarin het areaal van dit soort litorale banken 4.255 ha besloeg, waarvan 3.993 ha mossel- en gemengde banken, en 1.751 ha oester- en gemengde banken (Van den Ende et al., 2017). In 2018 is dit echter afgenomen naar een totaal areaal van 2.950 ha (Van den Ende et al., 2018). In 2021 was het totale areaal 2.328 ha en bevinden zich geen mosselbanken in de directe omgeving van de vaargeul (https://shiny.wur.nl/Schelpdiermonitor_Banken/). Factoren die hierin een rol spelen zijn de aanwas van nieuwe mosselen en het klimaat. Andere factoren die de kwaliteit van het totale H1140 habitat aantasten zijn bodemberoering, klimaatverandering en stijging van de temperatuur van het zeewater. Ook is de afwezigheid van zeegrasvelden en een goede zoet-zout gradiënt een belemmering voor een goede habitatkwaliteit.

Abiotische kenmerken

Voor habitattype H1140 is een goed getijdendynamiek aan de orde, aangezien de slik- en zandplaten een gedeelte van de tijd droog moeten liggen. H1140A is daarnaast gebaat bij een goede waterkwaliteit, en is erg gevoelig voor antropogene bodemberoering. Indien herstel van de bodem niet kan plaatsvinden (2 jaar), kan het habitattype snel achteruitgaan (Ministerie van LNV, 2008b).

Biotische functie en structuren

Het subtype in de Waddenzee omvat slikwadden en zandplaten in de kustzone die dagelijks bij hoogwater overspoelen en bij laagwater droogvallen. In Nederland zijn deze platen niet of nauwelijks begroeid. Dit komt onder andere doordat de gebieden vaak zeer dynamisch zijn, geulen en platen kunnen in een jaar tijd van locatie wisselen door sedimentatie en erosie. De platen bevatten hoge dichtheden aan ongewervelde dieren zoals kokkel (*Cerastoderma edule*), nonnetje (*Macoma balthica*), strandgaper (*Mya arenaria*), wadpier (*Arenicola marina*), zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*), schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en wapenworm (*Scoloplos armiger*). Hierdoor zijn de platen bij laagwater belangrijk foerageergebied voor vele vogelsoorten als de lepelaar (*Platalea leucorhodia*), bergeend (*Tadorna tadorna*), scholekster (*Haematopus ostralegus*), kluut (*Recurvirostra avosetta*), zilverplevier (*Pluvialis squatarola*), kanoetstrandloper (*Calidris canutus*), bonte strandloper (*Calidris alpina*), rosse grutto (*Limosa lapponica*), wulp (*Numenius arquata*), tureluur (*Tringa totanus*) en verschillende soorten meeuwen. Bij laagwater worden de platen door zowel zeehonden als vogels gebruikt als rustgebied. Tijdens hoogwater dienen de platen als voedsel- en paaigebied voor verscheidene vissoorten en duikende eenden, met name de eidereend (van de Wolfshaar & Haasnoot, 2009). Platen die langer droogliggen fungeren ook als hoogwatervluchtplaats (HVP's) voor vogels. Deze zijn echter niet aanwezig binnen het studiegebied. In het studiegebied bevinden alle HVP's zich op en bij de dijken langs de kust.

Typische soorten

Voor het habitattype H1140A zijn er 18 typische soorten. Deze bestaan uit bodemdieren (13), onderwaterplanten (2), bodemvissen (2) en pelagische vissen (1), zie Tabel 5-2.

Tabel 5-2: Typische soorten voor habitattype H1140A. Ca = constante soort met indicatie voor een goede abiotische toestand, Cab = constante soort met indicatie voor een goede abiotische toestand en biotische structuur, K = karakteristieke soort (Ministerie van LNV, 2008b)

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Soortgroep	Categorie	Ecologische groep
Schelpkokerworm	<i>Lanice conchilega</i>	Borstelwormen	K+ Cab	Bodemdier
Wadpier	<i>Arenicola marina</i>	Borstelwormen	K+ Cab	Bodemdier
Zager	<i>Nereis virens</i>	Borstelwormen	Cab	Bodemdier
Zandzager	<i>Nephtys hombergii</i>	Borstelwormen	Cab	Bodemdier
Zeeduizendpoot	<i>Nereis diversicolor</i>	Borstelwormen	Cab	Bodemdier
Gewone strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	Kreeftachtigen	Cab	Bodemdier
Garnaal	<i>Crangon crangon</i>	Kreeftachtigen	Cab	Bodemdier
Groot zee gras	<i>Zostera marina</i>	Vaatplanten	K+Cab	Onderwaterplant

Klein zee gras	<i>Zostera noltii</i>	Vaatplanten	K+Cab	Onderwaterplant
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Weekdieren	K+Cab	Bodemdier
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Weekdieren	K + Cab	Bodemdier
Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier
Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier
Wulk	<i>Buccinum undatum</i>	Weekdieren	Cab	Bodemdier
Schol	<i>Pleronectes platessa</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	Vissen	Cab	Bodemvis
Diklipharder	<i>Mugil labrosus</i>	Vissen	Cab	Pelagische vis

5.2.2 Beschermde soorten

De vaargeul en omgeving worden gebruikt als rust- en foerageergebied voor verscheidende beschermde soorten onder de Wet Natuurbeheer. Deze soorten zijn onder andere al beschreven in de toetsing van Witteveen en Bos over de drempelverwijdering vaarweg Boontjes (Witteveen en Bos, 2012).

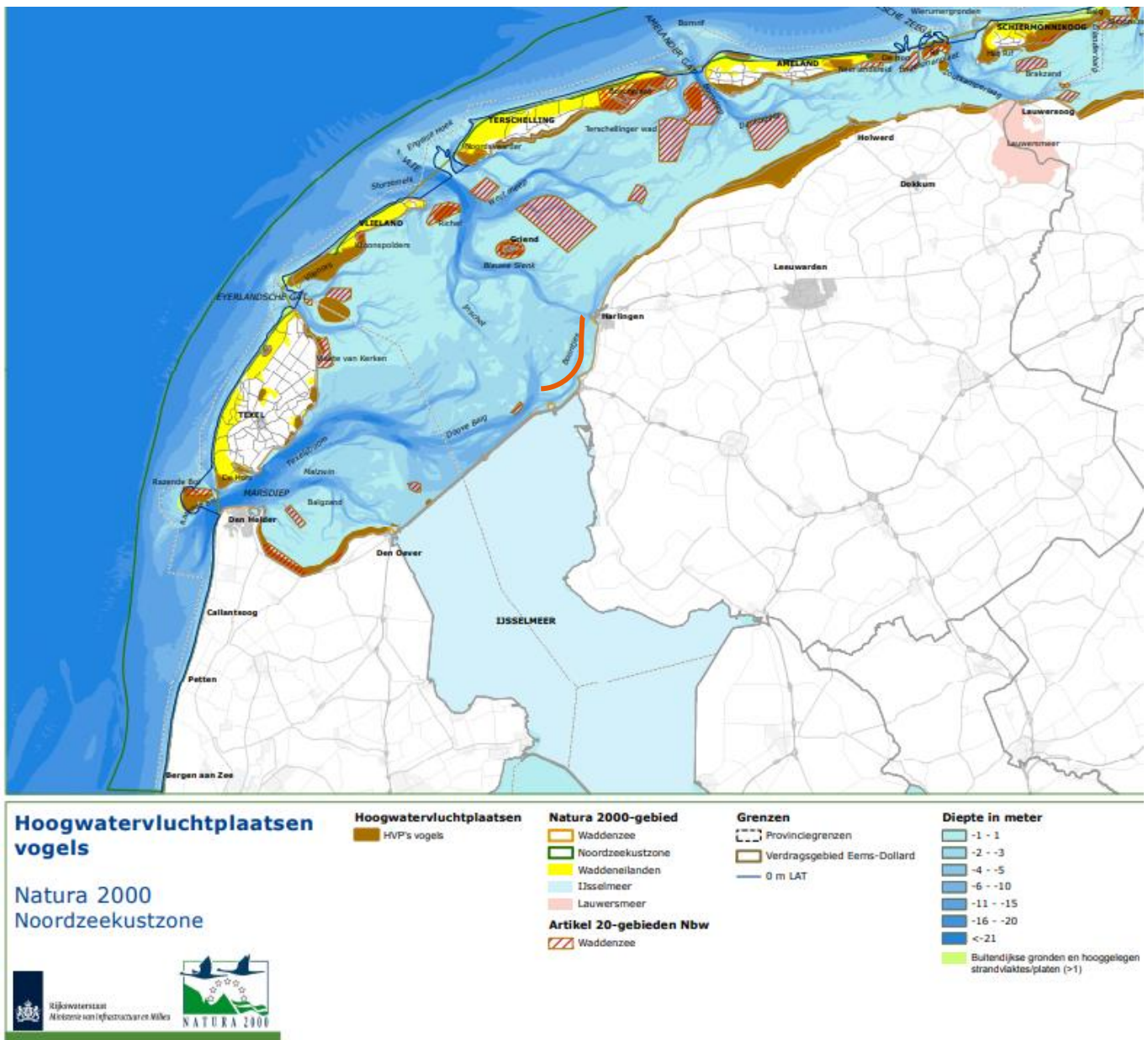
5.2.2.1 Beschermde vogelsoorten

Broedvogels

Het gebied gebruikt worden als foerageergebied door beschermde broedvogels en watervogels zoals: bontbekplevier, dwergstern, eider, grote stern, kleine mantelmeeuw, kluut, lepelaar, noordse stern en visdief. Deze soorten foerageren op het wad of in zijn oppervlakte jagers. In de omgeving van de vaargeul Boontjes zijn geen broedplaatsen bekend.

Niet-broedvogels

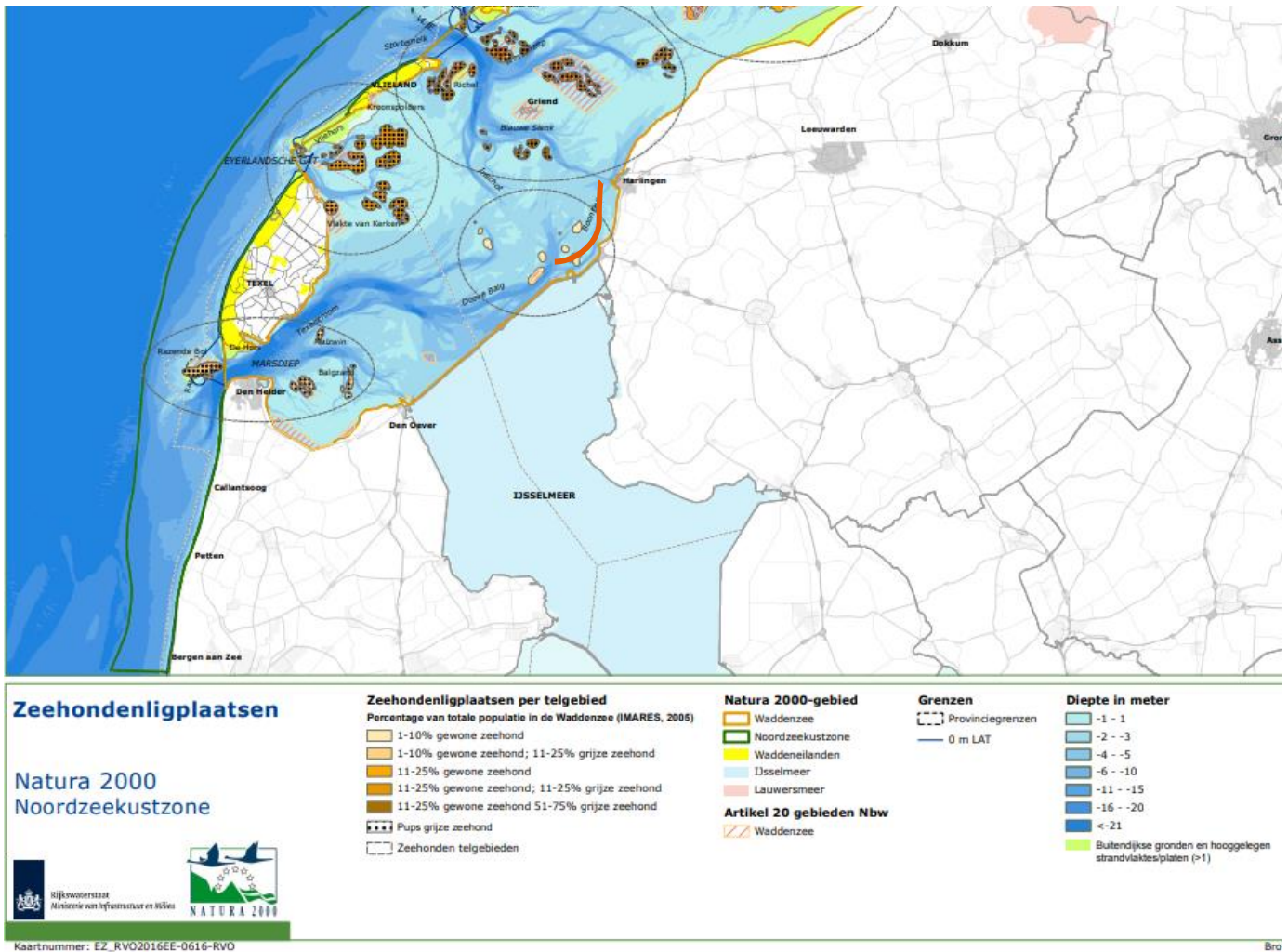
Op basis van Sovon data (Sovon, 2022) zijn op een paar soorten na (kleine zwaan, toendrarietgans, grauwe gans, brandgans, goudplevier, kievit, grutto en steenloper) vrijwel alle in het aanwijzingsbesluit van de Waddenzee genoemde niet-broedvogelsoorten aanwezig in vaargeul Boontjes. Concreet gaat het om de aalscholver, bergeend, bontbekplevier, bonte strandloper, brilduiker, drieteenstrandloper, eider, fuut, groenpootruiter, grote zaagbek, kanoet, kluut, krakeend, krombekstrandloper, lepelaar, middelste zaagbek, pijlstaart, rosse grutto, rotgans, scholekster, slobbeend, smient, toppereend, tureluur, wilde eend, wintertaling, wulp, zilverplevier, zwarte ruiter en zwarte stern. Een deel van deze soorten trekt in het voorjaar en najaar door en is in de zomer afwezig. Allen benutten het wad om te foerageren, sommige ook om te rusten. In het gebied liggen geen hoogwatervluchtplaatsen die gebruikt worden door vogels (Figuur 5-3).



Figuur 5-3: Hoogwatervluchtplaatsen in de Waddenzee, uitsnede van de kaart uit het beheerplan (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). De oranje streep is een indicatieve ligging van de vaargeul.

5.2.2.2 Zeezoogdieren

Rondom de vaargeul Boontjes zijn een klein aantal bekende ligplekken bekend van de gewone en grijze zeehond (Figuur 5-4). Het gebied wordt niet gebruikt als kraamkamer of zoogplekken voor zeehondenpups (Cremer et al., 2017). Daarnaast wordt de vaargeul en omgeving gebruikt als foerageergebied door bruinvis, gewone zeehond en grijze zeehond.

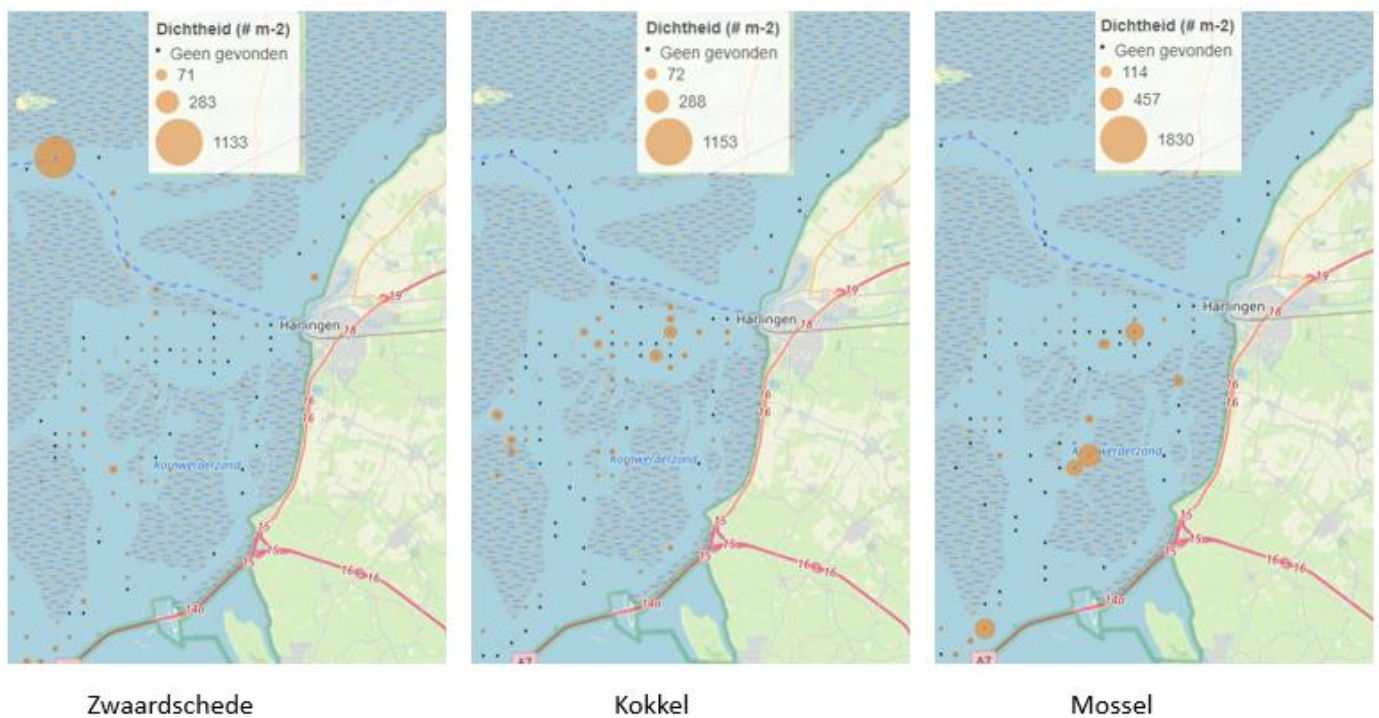


Figuur 5-4: Ligplaatsen gewone zeehonden, uitsnede uit de kaartenbijlage van het Natura 2000-beheerplan (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016), de oranje lijn geeft een indicatieve ligging van de vaargeul weer.

5.2.3 Overige soorten

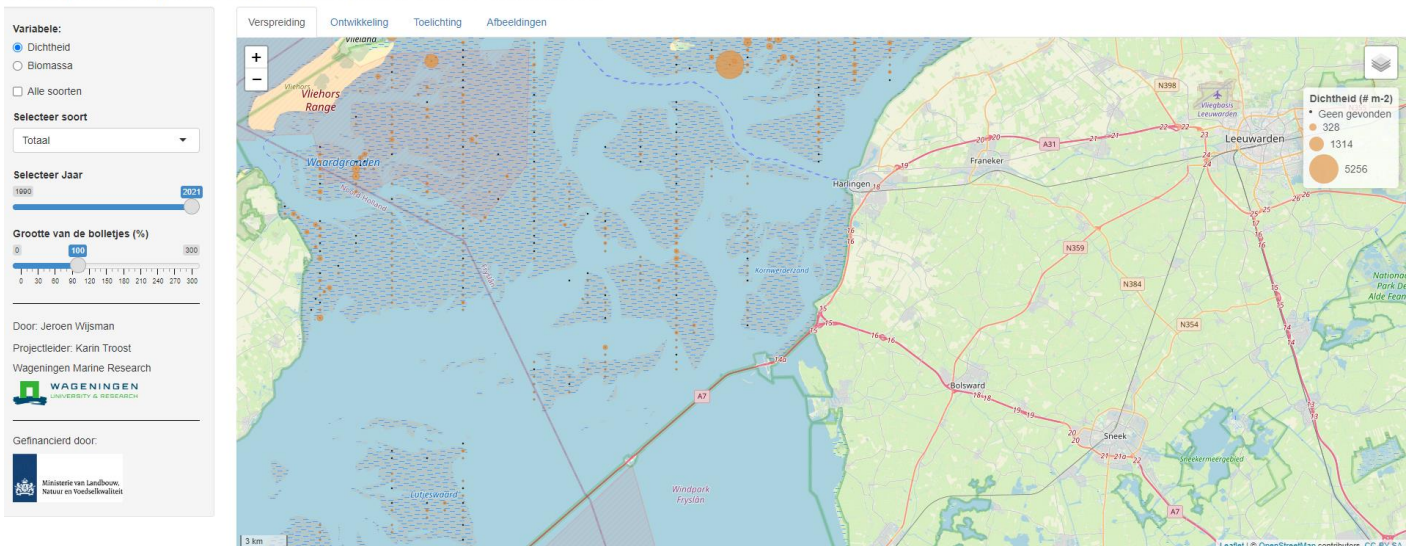
5.2.3.1 Schelpdieren

In het gebied rondom de vaargeul Boontjes zijn weinig sublitorale schelpenbanken (Figuur 5-5), en in het gebied waar veel sedimentatie optreedt ten noorden van Harlingen bevinden zich ook weinig schelpdierbanken. De aangetroffen banken hebben een lage dichtheid. In het studiegebied zijn weinig meetpunten voor schelpdierbanken op drooggevallen platen (Figuur 5-6), bij meetpunten die er zijn aan de rand zijn van het studiegebied zijn géén of banken met een lage dichtheid aangetroffen. In het studiegebied bevinden zich geen droogvallende mossel en oesterbanken (Figuur 5-7).



Figuur 5-5: Sublitorale zwaardschede, kokkel en mosselbanken in het projectgebied, afkomstig van: https://shiny.wur.nl/Schelpdiermonitor_WaddenSublit/.

Schelpdieren op de droogvallende platen van de Waddenzee



Figuur 5-6: Schelpdieren op droogvallende platen in de Waddenzee, afkomstig van https://shiny.wur.nl/Schelpdiermonitor_Wadden/.



Figuur 5-7: Huidig (2021) voorkomen van mossel en oesterbanken in de Waddenzee, afkomstig van:
https://shiny.wur.nl/Schelpdiermonitor_Banken/.

5.2.3.2 Zeegrasvelden

In de Waddenzee bevinden zich ook zeegrasvelden. Deze komen niet voor rondom het studiegebied, Figuur 5-8. Ook is het gebied niet geschikt als potentieel gebied waar zeegras kan groeien, op basis van geschiktheidsmodellen (Folmer, 2019). Wel is het zo dat er vanuit het KRW het doel is om 10.000 hectare zeegras te creëren. Naast Griend zijn andere locaties voor zeegrasherstel nog niet vastgesteld. Hierdoor is het op dit moment niet mogelijk om bij de effectbeoordeling rekening te houden met deze toekomstige zeegrasherstelgebieden.



Figuur 5-8: Voorkomen zeegrassvelden in de Waddenzee Data van Zeegraskartering Rijkswaterstaat, 2020

6 Effectbeoordeling

In onderstaande paragrafen is de effectbeoordeling van de verschillende gevolgen aangegeven. Bij elke paragraaf is ook een samenvattende tabel geplaatst, waarin de belangrijkste kaders (Wnb, KRW en PAGW) worden behandeld. Overige kaders (OSPAR & UNESCO) worden wel in tekst behandeld, maar worden voor leesbaarheid niet in de tabellen geplaatst.

Aangezien veel van de werkzaamheden plaatsvinden bij, of overlappen met, werkzaamheden in Harlingen, worden effecten vanuit de haven van Harlingen meegenomen in de referentiesituatie. Dit geldt voor de volgende gevolgen: Vertroebeling, sedimentatie en verstoring.

6.1 Habitataantasting en -verandering

Habitataantasting en -verandering kan plaatsvinden door het baggeren van de vaargeul. De vaargeul heeft een lengte van ongeveer 7 kilometer, er wordt echter niet gebaggerd over de volledige lengte zoals beschreven in paragraaf 3.1. Voor scenario 1 wordt er gebaggerd over ongeveer 4,4 km (ongeveer 60% van de vaargeul). Voor scenario 2 zal dit liggen op ongeveer 6,4 km (ongeveer 90% van de vaargeul) (Tabel 3-1).

Effecten van habitataantasting zijn vooral merkbaar op lokaal/kombergingsniveau. De vaargeul gaat door H1110 permanent overstroomde zandbanken, en raakt niet aan H1140 Slik- en zandplaten. In de toekomst is het echter niet uit te sluiten dat de vaargeul langs of door H1140 loopt, omdat de omliggende platen zich door natuurlijke dynamiek uitbreiden. Het aantasten van deze habitattypes heeft mogelijk invloed op belangrijke soorten binnen het habitattypen. Habitataantasting kan leiden tot directe beïnvloeding of het verdwijnen van leefgebied van dieren voor korte of lange termijn. Dit kan in en rond het aangetaste gebied uiteindelijk leiden tot een afname in reproductie, biomassa, dichtheid van soorten (Rippen et al., 2020), verzwakking van de populatie, verandering van leefgemeenschappen, een toename in sterfte en het verdwijnen van diersoorten (vermindering van biodiversiteit). Laag dynamische gebieden, zoals waar de vaargeul in ligt (Figuur 5-1 & Figuur 5-2), hebben daarnaast soortensamenstellingen die gevoeliger zijn en langzamer herstellen dan hoog dynamische gebieden (Rippen et al., 2020).

In Scenario 1 blijft er jaarlijks gebaggerd worden tot een diepte van -3,80 meter NAP. Hier worden soorten verstoord en zeer waarschijnlijk gedood op een lokaal niveau. Hieronder vallen bijvoorbeeld de borstelwormen of schelpdieren genoemd in paragraaf 5.2.1.1 die typische soorten zijn voor habitatype H1110A. Deze aantasting zal weinig afwijken van de huidige situatie. In Scenario 2 zal er dieper gebaggerd worden, tot een diepte van -4,70 meter NAP, zie paragraaf 3.2 voor een beschrijving van de verschillen in baggeren tussen de scenario's. Hierdoor worden diepere lagen verstoord waar nog geen mogelijke gewinning heeft plaatsgevonden waardoor de gemeenschap gevoeliger is voor verstoring. In het 3^e Scenario zal er niet meer gebaggerd worden, waardoor de aangetaste habitattypen kunnen herstellen en mogelijk ook verder dichtslibben of meer natuurlijk in de onverstoorde habitattypes overgaan.

In de onderstaande tabel is voor de vier grootste wetskaders een samenvatting weergegeven van de beoordeling. Een uitgebreidere beoordelingsmotivatie is voor ieder wetskader toegelicht in de paragrafen hieronder.

Tabel 6-1 Beïnvloedde beleidskaders, criteria en beoordelingen van de verschillende scenario's voor habitataantasting en -verandering.

Effect/criterium	Invloed op Wnb-gebieden	Invloed op Wnb-soorten	Invloed op KRW-doel	Invloed op PAGW-doel
Habitataantasting en verandering H1110 Permanent ondergelopen zandbanken	1 Tijdelijke aantasting van habitatype met mogelijke dood van typische soorten tot gevolg. Herstel van habitatype niet mogelijk door jaarlijkse activiteit. Te korte hersteltijd voor soorten. Scenario komt overeen met referentiesituatie dus er is geen sprake van duidelijke achteruitgang of verslechtering. 2 Tijdelijke aantasting van habitatype, waarbij tot grotere diepte wordt weggebaggerd, met mogelijke dood van typische soorten tot gevolg in grotere mate dan scenario Herstel van habitatype niet mogelijk door jaarlijkse activiteit. Te korte hersteltijd voor soorten. Verslechtering van de habitatkwaliteit is niet uit te sluiten. 3 Herstel van habitatype met mogelijke dynamische ontwikkeling naar H1140 Slib- en zandplaten (afname van habitatype H1110). Verbetering van habitatkwaliteit	N.v.t.	1 beperkte afname goede ecologische toestand van ecologisch kwaliteitselement macrobenthos op lokaal niveau 2 grotere afname goede ecologische toestand van ecologisch kwaliteitselement macrobenthos op lokaal en mogelijk ook kombergingsniveau 3 verbetering goede ecologische toestand van ecologisch kwaliteitselement macrobenthos op kombergings/lokaal niveau	1 Verslechtering van connectiviteit en kwaliteit habitat en vermindering van ecotopen, productiviteit en biodiversiteit mogelijk. Inperking van natuurlijke dynamiek. 2 grotere verslechtering van connectiviteit en kwaliteit habitat en vermindering van ecotopen, biodiversiteit en productiviteit. Sterke inperking van natuurlijke dynamiek 3 Verbetering connectiviteit en kwaliteit van habitat en toename ecotopen, biodiversiteit en productiviteit. Toename natuurlijke dynamiek
Beoordeling scenario 1	0/-	N.v.t.	0/-	0/-
Beoordeling scenario 2	--	N.v.t.	-	-
Beoordeling scenario 3	0/+	N.v.t.	0/+	0/+

6.1.1 Wet natuurbescherming

6.1.1.1 Gebiedsbescherming

Habitataantasting heeft effect op het habitatype H1110A Permanent ondergelopen zandbanken. In de omgeving van de vaargeul komt ook het habitatype H1140A Slib- en zandplaten voor. Doordat de vaargeul geheel door habitatype H1110 zal lopen, wordt H1140A niet meegenomen. De bodemfauna in de laag die regelmatig gebaggerd wordt vertoont mogelijk wel gewinning aan deze activiteit, in de zin dat hier een balans gaat ontstaan met pionierssoorten. Het gebied dat gebaggerd wordt, is daarentegen wel weer laag dynamisch waardoor soorten gevoeliger zijn voor verstoring dan in van nature hoog dynamische zones. De gevolgen van habitataantasting zijn in scenario 1: het verlies van leefbaar habitat, het verwonden of in het ergste geval doden van bodemleven, verminderen van soortensamenstelling, dichtheid en biomassa en daarmee door werking in het voedselweb via het verminderen van voedselaanbod voor diersoorten die foerageren op de bodem (veelal verscheidende vis- en vogelsoorten). Aangezien het vooral op lokaal gebied effect heeft en het juridisch gezien de referentiesituatie is, wordt scenario 1 licht negatief (0/-) beoordeeld.

Scenario 2 is gelijkend aan scenario 1, alleen wordt er nu tot grotere diepte gebaggerd. Dit versterkt de effecten beschreven in bovenstaande stuk. In de benthos van de bovenste laag op -3,80 m NAP is waarschijnlijk reeds een gemeenschap ontstaan die gewend is aan dynamische omstandigheden. Als er dieper wordt gebaggerd, zal er meer en mogelijk nieuw gebied worden verstoord, waardoor negatieve effecten groter kunnen zijn. Hierdoor zal de kwaliteit van de habitat verslechteren ten opzichte van de referentiesituatie, en wordt meer habitat aangetast, waardoor significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelen op voorhand niet zijn uit te sluiten. Scenario 2 is daarom zeer negatief beoordeeld (--).

In scenario 3 is er geen habitataantasting. H1110 kan zodoende herstellen, en de kwaliteit van de habitat kan verbeteren. Door de toevoer van slib kan de vaargeul dichtslibben, waardoor H1110A mogelijk deels overgaat in

H1140A. De kwaliteit van de habitattypen zal daardoor meer natuurlijk zijn en er dus op vooruit gaan. De kwaliteit en het herstel van de habitattypen vindt lokaal plaats, maar heeft een positieve invloed op het instandhoudingsdoel van de habitattypen van het gehele Natura 2000-gebied. Dit scenario wordt daarom beoordeeld als licht positief (0/+).

6.1.1.2 Soortenbescherming

De effecten van habitataantasting zijn niet van toepassing op de Wnb-soortenbescherming.

6.1.2 Kaderrichtlijn water

Door habitataantasting kunnen de ecologische kwaliteitselementen macrofauna en overige waterflora in het geding komen. In geen van de scenario's zullen op waterlichaam of ecosysteemniveau deze waarden significant worden aangetast omdat overige waterflora niet in het gebied voorkomt en macrofauna niet op ecosysteemniveau wordt aangetast of een beoordelingsklasse zal dalen. In het gebied zijn momenteel geen potentiële zeegraslocaties en is het gebied is op basis van geschiktheidsmodellen ook niet geschikt voor zeegras (Folmer, 2019). In scenario 1 & 2 wordt macrofauna op kombergingsniveau en lokaal niveau wel aangetast. Benthische soorten typerend voor de habitat kunnen gewond raken of gedood worden. In scenario 2 worden ook dieper levende soorten, zoals borstelwormen, getroffen. In scenario 1 wordt een laag gebaggerd die al langdurig gebaggerd wordt, dit betreft dus ook de referentiesituatie. Hierdoor is er mogelijk gewinning opgetreden wat bij scenario 2 door dieper baggeren niet het geval is. Het gebied waar gebaggerd wordt is laag dynamisch waardoor de macrofauna wel gevoeliger is voor verstoringen. Aangezien er geen overige waterflora bekend is in het gebied, wordt hier geen effect op verwacht. Voor scenario 1 wordt de aantasting daarom als neutraal of licht negatief (0/-) beoordeeld. Aangezien Scenario 2 ingrijpender is, en mogelijk ook effect heeft op kombergingsniveau, wordt dit scenario negatief (-) beoordeeld. Het scenario is niet zwaar negatief beoordeeld omdat het effect naar verwachting niet op ecosysteemniveau optreedt en dus de huidige kwaliteit van de maatlat (goed), niet (tijdelijk) zal verslechteren. Scenario 3 zal bevorderend werken voor macrofauna en scoort hier licht positief (0/+).

6.1.3 Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied

Onder het kader besproken in paragraaf 2.3 is kwaliteit van habitat een van de belangrijkste punten. Habitataantasting en -verandering heeft daar direct effect op. Habitataantasting is vooral merkbaar op lokaal/kombergingsniveau. Habitatgrootte en connectiviteit, biodiversiteit en productiviteit zijn in scenario 1 beperkt door de activiteit, op een niveau dat vergelijkbaar is met de referentiesituatie. De natuurlijke dynamiek wordt ingeperkt. Scenario 1 wordt hierom licht negatief (0/-) beoordeeld. Scenario 2 zal dezelfde gevolgen meebrengen, alleen in grotere mate. Als er dieper wordt gebaggerd, zal er meer gebied worden verstoord, waardoor negatieve effecten groter kunnen zijn, zie Figuur 3-3. Habitatgrootte en connectiviteit, biodiversiteit en productiviteit nemen af. De natuurlijke dynamiek wordt sterk ingeperkt. Scenario 2 wordt daarom negatief (-) beoordeeld. In scenario 3 kan het gebied zich gemakkelijker herstellen, waardoor kwaliteit en mogelijk ook connectiviteit tussen verschillende ecotopen verbeterd zullen worden. De habitat wordt dynamischer, waardoor sommige ecotopen in grootte kunnen toenemen, terwijl andere mogelijk afnemen. In dat geval zal echter de kwaliteit van deze gebieden toenemen. Daarom wordt, ondanks mogelijke afname van ecotopen, scenario 3 licht positief (0/+) beoordeeld.

6.1.4 OSPAR

Onder de OSPAR conventie zijn kwaliteit en herstel van benthische habitats een van de aandachtspunten. In scenario 1 en 2 zal habitattherstel niet aan de orde zijn aangezien er te weinig tijd tussen baggeracties zijn. Door het jaarlijks baggeren kan ook de kwaliteit afnemen. In scenario 1 is de mate van verstoring gelijk aan de referentiesituatie (0/-). In scenario 2 is er sprake van meer aangetast habitat als in scenario 1. Het effect hiervan is veelal lokaal, en de verslechtering is in verhouding niet bepalend voor het Waddenzee systeem en/of het bereiken van de OSPAR doelen. Maar er is wel sprake van een verslechtering. Het scenario scoort negatief (-). In scenario 3 wordt de habitat waarschijnlijk beter, omdat er niet meer gebaggerd wordt. Dit wordt beoordeeld als een licht positief (0/+) effect.

6.1.5 Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan

In het Wadden Sea plan 2010 (Common Wadden Sea Secretariat, 2010) is aangegeven dat een van de targets het behouden of vergroten van onverstoord morfologisch en biologisch intergetijdengebied betreft. In scenario 1 vindt geen achteruitgang plaats, het scenario scoort 0/-. In scenario 2 wordt meer onverstoord gebied gecreëerd. Dit wordt negatief (-) beoordeeld, omdat door het jaarlijks verstoren van het habitatype door habitataantasting de connectiviteit

In scenario 2 zal sedimentatie toenemen ten opzichte van scenario 1 doordat er 0,1 tot 0,2 miljoen m³/j meer wordt gebaggerd en verspreid. Het is daarom zeer aannemelijk dat in scenario 2 er sterker of vaker sedimentatie optreedt. Dit resulteert in grotere gebieden waarin hoge sedimentatiesnelheden optreden waardoor bodemfauna bedolven kan raken. Met name langs de randen van het huidige beïnvloede gebied zal sprake zijn van frequentere sedimentatie van plekken die nu slechts sporadisch beïnvloed worden. Het is daarom niet uitgesloten dat in scenario 2 lokaal en mogelijk op kombergingsniveau verschuivingen van laag- naar hoogdynamische bodemdiergemeenschappen plaats gaan vinden, en dat de kwaliteit van de habitat daardoor verslechtert.

In scenario 3 treedt er geen sedimentatie op, hierdoor heeft het habitat enkel te maken met autonome sedimentatie. In dit scenario vindt er minder sedimentatie plaats waardoor meer locaties in een laagdynamisch evenwicht terecht zullen komen, en de habitatkwaliteit waarschijnlijk verbetert. Mogelijk biedt het verminderen van de sedimentatie kansen voor de ontwikkeling van meer en diversere bodemfauna.

In de onderstaande tabel is voor de vier grootste wetskaders een samenvatting weergegeven van de beoordeling. Een uitgebreidere beoordelingsmotivatie is voor ieder wetskader toegelicht in de paragrafen hieronder.

Tabel 6-2 Beïnvloede beleidskaders, criteria en beoordeling van de verschillende scenario's voor sedimentatie

Effect/Criterium	Invloed op Wnb-gebieden	Invloed op Wnb-soorten	Invloed op KRW-doel	Invloed op PAGW-doel
Bedekking H1110A Permanent ondergelopen zandbanken	1 Tijdelijke aantasting van habitatype met mogelijke dood van typische soorten tot gevolg. Herstel van habitatype niet mogelijk door jaarlijkse activiteit. Scenario komt overeen met referentiesituatie dus er is geen sprake van duidelijke achteruitgang of verslechtering 2 Tijdelijke aantasting van habitatype, waarbij meer sedimentatie optreedt, met mogelijke dood van typische soorten tot gevolg in grotere mate dan scenario 1. Herstel van habitatype niet mogelijk door jaarlijkse activiteit. Verslechtering van habitatkwaliteit is niet uit te sluiten. 3 Enkel nog autonome sedimentatie, herstelkansen voor laagdynamische soorten en habitats.	n.v.t.	1 geen invloed op goede toestand macrofauna, lokaal wel negatieve invloed 2 grotere afname goede ecologische toestand van ecologisch kwaliteitselement macrobenthos op kombergings/lokaal niveau t.o.v. referentie 3 ontwikkelkansen op lokaal niveau door stopzetten activiteit	1 Lokale remming van herstel, niet te onderscheiden van referentiesituatie 2 achteruitgang van kwaliteit habitat en natuurlijke dynamiek t.o.v. referentiesituatie 3 herstelkansen voor natuurlijke dynamiek, biodiversiteit en habitat kwaliteit
Beoordeling scenario 1	0/-	n.v.t.	0/-	0/-
Beoordeling scenario 2	--	n.v.t.	-	-
Beoordeling scenario 3	+	n.v.t.	0/+	0/+

6.2.1 Wet natuurbescherming

6.2.1.1 Gebiedsbescherming

De gevolgen van sedimentatie zijn in scenario 1: het tijdelijk verlies van leefbaar habitat, het verwonden of in het ergste geval doden van bodemleven, en het verminderen van voedselaanbod voor diersoorten die foerageren op de bodem (veelal verscheidende vis- en vogelsoorten). Aangezien scenario 1 overeenkomt met de referentiesituatie is er in principe geen sprake van een verslechtering van de kwaliteit van de habitat ter plaatse. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat als er sprake is van een autonome toename van het baggerbezwaar er wel verslechtering kan optreden. Scenario 1 heeft lokaal en op kombergingsgebied neutrale en/of negatieve gevolgen, juridisch gezien en op Waddenzeeniveau is dit de referentie situatie en is er geen sprake van verslechtering. Daarom wordt dit scenario gescoord als 0/-.

In scenario 2 zijn de gevolgen van sedimentatie vergelijkbaar van aard als bij scenario 1. Maar het optreden van kwaliteitsverslechtering van het huidige aangetaste habitat, en extra aangetast habitat door een toename van de

hoeveelheid sedimentatie is niet uit te sluiten. Dit zal op lokaal niveau meer effect hebben dan op Waddenzee niveau. Gezien de toch al ongunstige staat van instandhouding van H1110 zijn ook significante effecten op Natura 2000-gebied Waddenzee niet uit te sluiten. Het scenario scoort daarom zeer negatief (--).

In scenario 3 ondervinden habitattypen en soorten geen effecten als gevolg van sedimentatie zoals scenario's 1 en 2, doordat niet meer gebaggerd wordt en is er enkel nog sprake van autonome sedimentatie. Dit biedt kansen voor de ontwikkeling en het herstel van laagdynamisch habitat en schelpdierbanken. Scenario 3 scoort daarom positief (+).

6.2.1.2 Soortenbescherming

In alle scenario's is er geen sprake van een duidelijk kwantificeerbaar direct of indirect effect door sedimentatie op beschermde soorten. Er is daarom geen vergelijking in het kader van de soortenbescherming gemaakt.

6.2.2 Kaderrichtlijn water

De ecologische kwaliteitselementen macrofauna en overige waterflora kunnen door sedimentatie beïnvloed worden. Binnen het bereik van de sedimentatiewolk bevinden zich echter geen zeegrasvelden (Figuur 5-8) en de kwelders langs de Friese landkust liggen ook niet binnen bereik, er is daarom geen invloed van de baggerwerkzaamheden in scenario 1 of 2 op overige waterflora. Het gebied is ook niet geschikt op basis van geschiktheidsmodellen voor zeegras (Folmer, 2019). In scenario 3 is er geen sprake van een verbetering omdat er in de referentiesituatie al geen invloed is.

In scenario 1 & 2 wordt macrofauna op kombergingsniveau en lokaal niveau wel aangetast. De huidige status van de maatlat macrofauna is goed. Benthische soorten typerend voor de habitat kunnen gewond raken of gedood worden. In scenario 2 is de reikwijdte groter dus wordt meer macrofauna beïnvloed. Voor de totaalscore van het KRW-element is de laagste score bepalend. De scoring is daarom als volgt:

Scenario 1 is gelijk aan de referentiesituatie, hoewel er soms door het toenemende baggerbezwaar vaker en meer sedimentatie optreedt. Dit kan lokale effecten op macrofauna hebben. Het scenario scoort daarom 0/-.

In scenario 2 zal meer en mogelijk vaker sedimentatie optreden in een groter areaal. Lokaal en op kombergingsniveau kan dit negatieve effecten hebben op de toestand van de macrofauna. De huidige toestand van macrofauna in de Waddenzee en Waddenzee vastelandskust is goed, hoewel er negatieve effecten zijn van meer sedimentatie is niet de verwachting dat de totale toestand van macrofauna in de Waddenzee verslechtert en van goed naar matig gaat door deze extra activiteit. Scenario 2 scoort daarom negatief (-).

In scenario 3 treden kansen op voor een meer natuurlijke ontwikkeling van macrofauna en overige waterflora. Lokaal en op kombergingsniveau zal dit een positief effect hebben, maar er is geen garantie dat op deze locatie alsnog overige waterflora ontwikkelt. Ook is de kans dat door het stopzetten van deze activiteit de status van macrofauna in de Waddenzee van goed naar uitstekend gaat gering. Desalniettemin zal er duidelijk sprake zijn van een kwaliteitsverbetering in de habitat voor macrofauna, het scenario scoort daarom een licht positief (0/+).

6.2.3 Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied

Het uitbaggeren van de vaargeul Boontjes draagt niet bij aan het verbeteren van de connectiviteit, biodiversiteit en productiviteit van het gebied. Ook is er geen sprake van het herstel van natuurlijke dynamiek.

Scenario 1 is vergelijkbaar met de referentiesituatie hoewel er door autonome ontwikkelingen een oplopend baggerbezwaar kan optreden en daarmee soms meer sedimentatie optreedt. Scenario 1 scoort daarom 0/-.

In Scenario 2 wordt er meer gebaggerd waardoor er op lokaal niveau sprake is van verslechtering van de habitatkwaliteit en meer verstoring. Er is nog minder sprake van natuurlijke dynamiek als in de referentiesituatie. Meer baggeren bij de vaargeul Boontjes betekent echter ook niet dat de doelen uit het PAGW en de Waddenagenda meteen uit zicht zijn, het gaat immers om meer verstoring op lokaal niveau en niet om een extra verstoord gebied. Het scenario scoort daarom negatief (-).

In scenario 3 treedt er geen sedimentatie op. Hierdoor ontstaan herstelkansen voor natuurlijke dynamiek en kan de biodiversiteit in het gebied herstellen door vermindering van de verstoring. Scenario 3 scoort daarom licht positief (0/+).

6.2.4 OSPAR

Onder de OSPAR conventie zijn kwaliteit en herstel van benthische habitats een van de aandachtspunten. De beoordeling is daarom vergelijkbaar met de PAGW hierboven:

Scenario 1 is vergelijkbaar met de referentiesituatie en draagt niet bij aan herstel (0/-).

In scenario 2 is er sprake van meer aangetast habitat door sedimentatie dan in scenario 1. Het effect hiervan is veelal lokaal, en de verslechtering is in verhouding niet bepalend voor het Waddenzee systeem. Het scenario scoort negatief (-).

In scenario 3 ontstaan kansen voor habitat herstel over het gehele projectgebied. Dit scenario scoort licht positief (0/+).

6.2.5 Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan

In het Wadden Sea plan 2010 (Common Wadden Sea Secretariat, 2010) is aangegeven dat een van de targets het behouden of vergroten van onverstoord morfologisch en biologisch intergetijdengebied betreft.

Scenario 1 is vergelijkbaar met de referentiesituatie en draagt niet bij aan onverstoord intergetijdengebied (0/-).

In scenario 2 is er sprake van meer verstoord gebied dan in scenario 1. Het effect hiervan is veelal lokaal, en de verslechtering is in verhouding niet bepalend voor het Waddenzee systeem. Het scenario scoort negatief (-).

In scenario 3 ontstaan kansen voor herstel van habitats en natuurlijke processen over het gehele projectgebied. Dit scenario scoort licht positief (0/+).

6.3 Vertroebeling

Vertroebeling vindt plaats door het baggeren en verspreiden van sediment in de vaargeul en verspreidingsvakken. Effecten van vertroebeling zijn vooral merkbaar op lokaal en kombergingsniveau. In scenario's 1 en 2 treedt vertroebeling op waarbij het meest optreedt in scenario 2. Vertroebeling treedt op rond de verspreidingsvakken ten noorden van de haven van Harlingen en verder naar het noorden langs de kust, zie Bijlage A. De maximale slibconcentratie aan het oppervlak is weergegeven in Figuur 4-7. Er bevinden zich geen schelpdierbanken of zeegrasvelden binnen het bereik van de vertroebelingswolk.

In de onderstaande tabel is voor de vier grootste wetskaders een samenvatting weergegeven van de beoordeling. Een uitgebreidere beoordelingsmotivatie is voor ieder wetskader toegelicht in de paragrafen hieronder.

Tabel 6-3 Beïnvloedde beleidskaders, criteria en beoordeling van de verschillende scenario's voor vertroebeling

Effect/Criterium	Invloed op Wnb-gebieden	Invloed op Wnb-soorten	Invloed op KRW-doel	Invloed op PAGW-doel
Vertroebeling wateroppervlak, waterkolom en bodem	1 Tijdelijke verminderde waterkwaliteit voor primaire producenten zoals fytoplankton, voor schelpdieren en andere filterfeeders 2 Zelfde effecten als scenario 1 maar op een grotere schaal en met een hogere piek vertroebeling. Verslechtering van habitatkwaliteit is niet uit te sluiten. 3 Alleen nog autonome vertroebeling, verbetering habitatkwaliteit.	1 Beperkte afname kwaliteit foerageergebied voor vogels en vissen. 2 Zelfde effecten als scenario 1 maar op een grotere schaal en met een hogere piek vertroebeling. 3 Alleen nog autonome vertroebeling, verbetering waterkwaliteit voor vogels en vissen.	1 Invloed op ecologische kwaliteitskenmerken macrofauna en fytoplankton, maar niet significant op kombergingsniveau 2 verslechtering van invloed op kwaliteitskenmerken vergeleken met de referentiesituatie 3 Alleen nog autonome vertroebeling, verbetering voor kwaliteitskenmerken	1 Lokale remming van herstel, niet te onderscheiden van referentiesituatie 2 achteruitgang van kwaliteit habitat en natuurlijke dynamiek t.o.v. referentiesituatie 3 herstelkansen voor natuurlijke dynamiek, biodiversiteit en habitatkwaliteit
Beoordeling scenario 1	-	0/-	0/-	0/-
Beoordeling scenario 2	--	0/-	-	-
Beoordeling scenario 3	+	+	+	+

6.3.1 Wet natuurbescherming

6.3.1.1 Gebiedsbescherming

In scenario's 1 en 2 treedt vertroebeling op aan het wateroppervlak, in waterkolom en boven de bodem.

De gevolgen van vertroebeling zijn in scenario 1: tijdelijk verminderde waterkwaliteit voor primaire producenten zoals fytoplankton en verminderde kwaliteit voor schelpdieren en andere filterfeeders en tijdelijke afname van kwaliteit foerageergebied vissen. Tijdelijk verlies van foerageergebied vogels (oppervlakte jagers en duikende vogels). In scenario 2 zijn de reikwijdte en effecten zoals beschreven in scenario 1 groter. Scenario 1 is bijna gelijk aan de referentiesituatie, die is vergund maar in de praktijk neemt het autonome baggerbezwaar toe waardoor piekwaardes lokaal tot meer negatieve effecten als in de oorspronkelijke referentiesituatie kunnen leiden. Ook zijn de modellen gebaseerd op de worst-case piekwaardes en beslaat het in de worst-case over een groter gebied binnen de kombergings. Daarom wordt scenario 1 beoordeeld als negatief (-). Scenario 2 leidt tot een toename van vertroebeling met daarbij versterking van alle effecten van scenario 1. Verdere verslechtering van de habitatkwaliteit door effecten op primaire productie en filterfeeders zijn niet uit te sluiten. Hierdoor zijn significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelen niet uit te sluiten. Scenario 2 is daarom zeer negatief beoordeeld (--). Ten opzichte van de referentiesituatie treedt er geen vertroebeling meer op door de activiteit in scenario 3. Hierdoor is er alleen nog autonome vertroebeling. Scenario 3 wordt daarom beoordeeld als positief (+).

6.3.1.2 Soortenbescherming

In het projectgebied komen verschillende soorten vogels en vissen voor die beschermd zijn onder Wnb-soortenbescherming en effecten van vertroebeling kunnen ondervinden. Effecten op vogels en (trek)vissen zijn tijdelijk verlies van foerageergebied en/of hindering van de migratie. De Waddenzee bevat specifieke, voedselrijke foerageerplekken. Deze worden door vogels gevonden wanneer er geen verstoring plaatsvindt (Folmer et al 2019). Het gebied van de Boontjes is niet zo een gebied. Ook zijn er geen aanwijzingen van achteruitgang van kwaliteit in het gebied op basis van trends in verspreidings- en instandhoudingsdata (zie onder andere SOVON, 2022). De activiteit is daarnaast tijdelijk en de kwaliteit van het gebied zelf gaat (zoals gezegd) nauwelijks achteruit.

Migrerende vissen zijn ook aangepast aan troebele omstandigheden en navigeren niet enkel op zicht. Scenario's 1 en 2 worden daarom beoordeeld als licht negatief (0/-). Ten opzichte van de referentiesituatie treedt er geen vertroebeling meer op door de activiteit in scenario 3. Hierdoor is er alleen nog autonome vertroebeling en kan het doorzicht mogelijk verbeteren. Scenario 3 wordt daarom beoordeeld als positief (+).

6.3.2 Kaderrichtlijn water

Onder de kaderrichtlijn water (KRW) zouden door vertroebeling de ecologische kwaliteitselementen macrofauna, fytoplankton en overige waterflora in het geding kunnen komen op lokaal niveau. Er is echter geen overige waterflora aanwezig in het gebied dat beslagen wordt door de vertroebelingswolk, noch is het gebied geschikt voor zeegras aan de hand van geschiktheidsmodellen (Folmer, 2019) waardoor herstel van zeegras niet in het geding komt. Voor de macrofauna (maatlatstatus goed) en fytoplankton (maatlatstatus matig) zal bij scenario's 1 en 2 geen significante aantasting plaatsvinden op kombergings- of ecosysteemniveau. Ook tijdelijke effecten zorgen er waarschijnlijk niet voor dat de maatlatbeoordeling van fytoplankton in de Waddenzee of in oppervlaktewaterlichaam Waddenzee vastelandskust terug zakt naar de status: slecht. Dit komt onder andere doordat de achtergrondwaardes van vertroebeling in het gebied relatief hoog zijn waardoor hier al weinig primaire productie plaatsvindt en de bijdrage van het gebied aan het systeem niet groot is.

Echter kunnen er wel lokaal effecten optreden en is er bij scenario 2 ten opzichte van de referentiesituatie sprake van een verslechtering. Hierom scoort scenario 1 licht negatief (0/-) en scenario 2 negatief (-). Ten opzichte van de referentiesituatie treedt er geen vertroebeling meer op door de activiteit in scenario 3. Hierdoor verbetert de waterkwaliteit. Scenario 3 wordt daarom beoordeeld als positief (+).

6.3.3 Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied

Het uitbaggeren van de vaargeul Boontjes draagt niet bij aan het verbeteren van de connectiviteit, biodiversiteit en productiviteit van het gebied. Ook is er geen sprake van het herstel van natuurlijke dynamiek.

Scenario 1 is vergelijkbaar met de referentiesituatie hoewel er door autonome ontwikkelingen een oplopend baggerbezwaar kan optreden en daarmee soms meer vertroebeling optreedt. Scenario 1 scoort daarom 0/-.

In Scenario 2 wordt er meer gebaggerd waardoor er op lokaal niveau sprake is van verslechtering van de habitatkwaliteit en meer verstoring. Er is nog minder sprake van natuurlijke dynamiek dan in de referentiesituatie. Meer baggeren bij de vaargeul Boontjes betekent echter ook niet dat de doelen uit het PAGW en de Waddenagenda meteen uit zicht zijn, het gaat immers om meer verstoring op lokaal niveau en niet om een groot extra verstoord gebied. Het scenario scoort daarom negatief (-).

In scenario 3 treedt er geen vertroebeling op door de activiteit. Hierdoor ontstaan herstelkansen voor natuurlijke dynamiek en kan de biodiversiteit in het gebied herstellen door vermindering van de verstoring. Scenario 3 scoort daarom positief (+).

6.3.4 OSPAR

Onder OSPAR kan vertroebeling mogelijk effect hebben op de kwaliteit van het leefgebied. Ook draagt de activiteit niet bij aan het verminderen van de invloed van menselijke activiteiten in het gebied.

Scenario 1 is vergelijkbaar met de referentiesituatie hoewel er door pieken in de baggervolumes soms meer vertroebeling optreedt. Scenario 1 scoort daarom 0/-.

In Scenario 2 wordt er meer gebaggerd waardoor er op lokaal niveau sprake is van verslechtering van de habitatkwaliteit. Scoort scenario 2 negatief (-).

Ten opzichte van de referentiesituatie treedt er geen vertroebeling meer op door de activiteit in scenario 3. Hierdoor verbetert de waterkwaliteit. Scenario 3 wordt daarom beoordeeld als positief (+).

6.3.5 Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan

In het Wadden Sea plan 2010 (Common Wadden Sea Secretariat, 2010) is aangegeven dat een van de targets het behouden of vergroten van onverstoord morfologisch en biologisch intergetijdengebied betreft.

Scenario 1 is vergelijkbaar met de referentiesituatie en draagt niet bij aan onverstoord intergetijdengebied (0/-).

In scenario 2 is er sprake van meer verstoord gebied dan in scenario 1. Het effect hiervan is veelal lokaal, en de verslechtering is in verhouding niet bepalend voor het Waddenzeesysteem. Het scenario scoort negatief (-).

In scenario 3 wordt de verstoring door vertroebeling als gevolg van het baggeren van de vaargeul verminderd. Dit scenario scoort positief (+).

6.4 Verstoring

In scenario's 1 en 2 zorgen de activiteiten van baggerschepen en het algemene gebruik van de vaargeul voor verstoring. Doordat er meer gebaggerd wordt in scenario 2 zullen er extra vaarbewegingen zijn ten opzichte van scenario 1 (Door meer of langere aanwezigheid van baggerschepen en/of mogelijk meer baggerschepen). De extra vaarbewegingen zorgen niet voor een groter verstoord gebied, echter zal de verstoring wel meer totale duur hebben ten opzichte van scenario 1. Of en hoeveel extra schepen in scenario 2 door de vaargeul gaan valt niet kwantitatief te voorspellen.

In scenario 3 zijn er geen vaarbewegingen doordat er niet gebaggerd wordt. In het gebied is nog wel verstoring aanwezig doordat er andere activiteiten in de omgeving plaats vinden. Het is echter aannemelijk dat de verstoring door overige scheepvaart zal afnemen aangezien de vaargeul niet langer onderhouden wordt. Deze afname is moeilijk van tevoren in te schatten.

Voor verstoring door de werkzaamheden zelf geldt dat de verstoring door de activiteit met het schip mee verplaatst en na de activiteit weer weg is. Met betrekking tot het gebruik van de vaargeul geldt dat zeezoogdieren en vogels hier reeds aan gewend zijn. Schepen maken een voorspelbare beweging door de geul. Bovenwaterverstoring en onderwaterverstoring zijn vooral merkbaar op lokaal- en kombergingsniveau.

In de onderstaande tabel is voor de vier grootste wetskaders een samenvatting weergegeven van de beoordeling. Een uitgebreidere beoordelingsmotivatie is voor ieder wetskader toegelicht in de paragrafen hieronder.

Tabel 6-4 Beïnvloedde beleidskaders, criteria en beoordeling van de verschillende scenario's voor verstoring

Effect/Criterium	Invloed op Wnb-gebieden	Invloed op Wnb-soorten	Invloed op KRW-doel	Invloed op PAGW-doel
Geluid en aanwezigheid bovenwater	1 & 2. Tijdelijke minimale afname van foerageer- en rustgebied vogels en rustgebied zeezoogdieren door werkzaamheden. 3. Afname in tijdelijke verstoring.	1 & 2. Tijdelijke afname van foerageer- en rustgebied vogels en rustgebied zeezoogdieren door werkzaamheden. 3. Afname in tijdelijke verstoring	n.v.t.	Geen invloed op de natuurlijke dynamiek van processen zoals connectiviteit in/tussen leefgebieden en op de aanwezigte/ontwikkende biodiversiteit.
Geluid onderwater	1 & 2. Tijdelijke afname van leefgebied vissen en zeezoogdieren door werkzaamheden. 3. Afname tijdelijke verstoring.	1 & 2. Tijdelijke afname van leefgebied vissen en zeezoogdieren door werkzaamheden. 3. Afname tijdelijke verstoring	1 & 2 tijdelijke mogelijke negatieve invloed op KE Macrofauna 3. Afname tijdelijke verstoring	
Verstoring totaal	1 & 2. Tijdelijke afname foerageergebied vogels, rustgebied zeezoogdieren en leefgebied vissen door werkzaamheden. 3. Afname in tijdelijke verstoring	1 & 2. Tijdelijke afname foerageergebied vogels, rustgebied zeezoogdieren en leefgebied vissen door werkzaamheden. 3. Afname in tijdelijke verstoring	1 & 2 tijdelijke negatieve invloed op KE Macrofauna 3. Afname tijdelijke verstoring	Geen invloed op de natuurlijke dynamiek van processen zoals connectiviteit in/tussen leefgebieden en op de aanwezigte/ontwikkende biodiversiteit.
Beoordeling scenario 1	0/-	0/-	0/-	0/-
Beoordeling scenario 2	0/-	0/-	0/-	0/-
Beoordeling scenario 3	0/+	0/+	0/+	0/+

6.4.1 Wet natuurbescherming

6.4.1.1 Gebiedsbescherming

Rondom de vaargeul maken vooral toppers en eiders gebruik van het gebied om te foerageren (Sovon, 2021c, 2021a; Witteveen en Bos, 2012), maar ook gevoeligere vogels, zoals roodkeelduiker en zwarte zee-eend kunnen voorkomen (Sovon, 2021d, 2021b). Daarnaast zijn de dijken langs de kust ook hoogwatervluchtplaatsen (Figuur 5-3). Ook kunnen er op platen in de buurt gewone zeehonden rusten (Figuur 5-4). Door de werkzaamheden treedt er ook onderwaterverstoring door geluid op. Zeehonden, bruinvissen en (trek)vissen kunnen hierdoor verstoord worden. Een deel van deze verstoring vindt plaats in al verstoord habitat (door recreatie- en scheepvaart). In deze gebieden is sprake van gewinning. Op deze locaties heeft de verstoring dus verminderde invloed op de kwaliteit van het leefgebied van soorten. Voor zowel scenario 1 als 2 kunnen effecten op individuen niet uitgesloten worden. Aangezien de werkzaamheden van relatief korte duur zijn, zijn er geen effecten op populatieniveau. De extra vaarbewegingen bij scenario 2 veroorzaken hier geen significante verergering in vergelijking met scenario 1. Voor beide scenario's wordt verstoring daarom als licht negatief (0/-) beoordeeld. Voor Scenario 3 zal er geen verstoring aanwezig zijn door de activiteit. Hierdoor zal er geen extra verstoring optreden en door het stoppen met onderhoud zal ook het bootgebruik van de vaargeul verminderen. Het effect van verstoring wordt daarom licht positief (0/+) beoordeeld.

6.4.1.2 Soortenbescherming

In het projectgebied komen verschillende soorten vogels, zeezoogdieren en vissen voor die effecten van bovenwaterverstoring en/of onderwaterverstoring kunnen ondervinden. Het geluid is niet dermate hard dat er direct overtredingen van verbodsbepalingen optreden. Verstoring heeft enkel effecten doordat bepaalde gebieden meer of minder geschikt zijn als leef- en foerageergebied. De analyse hierover voor meest voorkomende vogels, zeezoogdieren en (trek)vissen is al behandeld in paragraaf 6.4.1.1. De scenario's worden voor de soortenbescherming daarom hetzelfde beoordeeld als de gebiedsbescherming.

6.4.2 Kaderrichtlijn water

Bovenwaterverstoring heeft geen effect op de ecologische of chemische kwaliteitskenmerken van de KRW. Verstoring onderwater heeft wel effect op ecologische kwaliteitskenmerken en reikt tot de KRW-gebieden Waddenzee en Waddenzee vastelandskust. Het gaat hier om het kwaliteitselement macrofauna. Recent onderzoek heeft aangetoond dat mosselen problemen in de groei en op DNA niveau kunnen ondervinden door bootgeluid (Wale et al., 2019). Ook andere benthossoorten kunnen mogelijk problemen ondervinden (Solan et al., 2016). Voor zowel Scenario 1 als 2 kunnen effecten op individuen van soorten niet uitgesloten worden. Aangezien de werkzaamheden van relatief korte duur zijn, zijn er geen effecten op populatieniveau. De extra vaarbewegingen bij scenario 2 gaan hier geen significante verergering veroorzaken in vergelijking met scenario 1. Voor beide scenario's wordt verstoring licht negatief (0/-) beoordeeld. Voor Scenario 3 zal er geen verstoring aanwezig zijn. Hierdoor zal er geen extra verstoring optreden, en door het stoppen met onderhoud zal ook het bootgebruik van de vaargeul verminderen. Het effect van (verminderde) verstoring wordt daarom licht positief (0/+) beoordeeld.

6.4.3 Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied

Zowel bovenwaterverstoring als onderwaterverstoring kunnen invloed hebben op de natuurlijke dynamiek van processen die van belang zijn voor de PAGW en Agenda voor het Waddengebied (AvhW), zoals: connectiviteit in/tussen leefgebieden en op de aanwezige/ontwikkende biodiversiteit. Het verstoorde areaal van boven- en onderwaterverstoring verplaatst zich met de schepen mee en zal dus niet in het hele areaal gelijktijdig optreden. Er zal door bovenwaterverstoring en onderwaterverstoring geen ononderbroken barrière aanwezig zijn die de bewegingen van vogels, zeezoogdieren of vissen kan blokkeren.

Bij Scenario 1 en 2 treedt er verstoring op. Aangezien de werkzaamheden van relatief korte duur zijn, zijn er geen effecten op de natuurlijke dynamiek van processen. De extra vaarbewegingen bij scenario 2 zullen geen significant grotere effecten veroorzaken in vergelijking met scenario 1. Voor beide scenario's wordt verstoring licht negatief (0/-) beoordeeld. Voor Scenario 3 zal er geen verstoring aanwezig zijn. Hierdoor zal er geen extra verstoring optreden, en door het stoppen met onderhoud zal ook het bootgebruik van de vaargeul verminderen. Het effect van (verminderde) verstoring wordt daarom licht positief (0/+) beoordeeld.

6.4.4 OSPAR

Bovenwaterverstoring wordt voor OSPAR niet meegenomen omdat bovenwaterverstoring geen invloed heeft op de criteria van OSPAR. Onderwaterverstoring heeft wel invloed op criteria van OSPAR en reikt tot OSPAR-gebied. In scenario 1 treedt er worst-case geluidsvervuiling op van het mariene ecosysteem tot de 5000 m grens. In scenario 2 zorgen de extra vaarbewegingen niet voor een groter verstoord gebied. Doordat er meer gebaggerd wordt en er extra vaarbewegingen zijn komt verstoring echter wel vaker voor. De extra vaarbewegingen bij scenario 2 veroorzaken geen significante verergering in vergelijking met scenario 1. Voor beide scenario's wordt verstoring licht negatief (0/-) beoordeeld. Voor Scenario 3 zal er geen verstoring aanwezig zijn. Hierdoor zal er geen extra verstoring optreden, en zal het bootgebruik van de vaargeul verminderen. Het effect van (verminderde) verstoring wordt daarom licht positief (0/+) beoordeeld.

6.4.5 Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan

In het Wadden Sea Plan 2010 (Common Wadden Sea Secretariat, 2010) zijn vogels, vissen en zeezoogdieren opgenomen. De beoordeling van deze soorten is opgenomen onder de Wnb en de KRW-richtlijnen. Zie daarom deze kaders voor de beoordelingen.

6.5 Verontreiniging

De regels van het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) en het Handelingskader PFAS zien erop toe dat de te verspreiden baggerspecie qua milieu-hygiënische samenstelling voldoet aan de daarvoor gestelde eisen. Bagger moet op land geborgen worden als concentraties verontreinigde stoffen in baggerspecie de gestelde norm overstijgen, maar ook wanneer puntbronverontreinigingen van PFAS zijn vastgesteld. Daarnaast wordt er met het baggeren en verspreiden gebiedseigen materiaal verplaatst binnen hetzelfde, sedimentdelende watersysteem. In een sedimentdelend waterlichaam wordt sediment ook van nature verspreid, onder invloed door stroming, wind en getij. Door de aard van

het watersysteem, in combinatie met de regels omtrent het verspreiden van baggerspecie, is de kans op verontreiniging vrijwel verwaarloosbaar. Desondanks wordt omwille van de vergelijking tussen de drie scenario's de beoordeling gebaseerd op de te baggeren volumes. Bij grotere volumes bestaat in theorie een hogere kans op verontreiniging en vice versa.

Omdat in scenario 2 meer gebaggerd wordt dan in de referentie situatie (gelijk aan scenario 1), is de kans op verontreiniging in scenario 2 enigszins hoger. Daarbij zullen bij scenario 2 diepere lagen weggebaggerd worden waardoor mogelijk nieuwe stoffen vrij kunnen komen. Gezien de geldende regels omtrent het verspreiden van baggerspecie is het niet aannemelijk dat er sprake is van duidelijk verergerde verontreiniging of dat er nieuwe verontreinigde stoffen toegevoegd worden. In scenario 3 wordt niet gebaggerd, waardoor resuspensie van (potentieel) verontreinigd slib door de activiteit is uitgesloten.

In de onderstaande tabel is voor de vier grootste wetskaders een samenvatting weergegeven van de beoordeling. Een uitgebreidere beoordelingsmotivatie is voor ieder wetskader toegelicht in de paragrafen hieronder.

Tabel 6-5 Beïnvloedde beleidskaders, criteria en beoordeling van de verschillende scenario's voor verontreiniging

Effect/Criterium	Invloed op Wnb-gebieden	Invloed op Wnb-soorten	Invloed op KRW-doel	Invloed op PAGW-doel
Verontreiniging	1 & 2. De kans op potentiële verontreiniging, met effecten op kwalificerende natuurwaarden, is in scenario 1 even groot als in de referentie situatie. In scenario 2 is deze kans enigszins groter t.o.v. de referentie situatie. 3. Verontreiniging is uitgesloten.	1 & 2. De kans op potentiële verontreiniging, met effecten op beschermde soorten, is in scenario 1 even groot als in de referentie situatie. In scenario 2 is deze kans enigszins groter t.o.v. de referentie situatie. 3. Verontreiniging is uitgesloten.	1 & 2. De kans op potentiële verontreiniging, met effecten op de chemische toestand, deelmaatlat specifieke verontreinigde stoffen en mogelijk indirect op biologische kwaliteitselementen, is in scenario 1 even groot als in de referentie situatie. In scenario 2 worden diepere lagen weggebaggerd waardoor er een grotere kans is dat verontreiniging kan leiden tot een tijdelijke verslechtering van de waterkwaliteit. 3. Verontreiniging is uitgesloten.	PAGW is minder gericht op chemische kwaliteit maar heeft wel als overstijgend doel om de doelstellingen van KRW en N2000 dichterbij te brengen. Voor elk scenario is daarom de laagste score van toepassing als gegeven bij Wnb-gebieden en KRW.
Beoordeling scenario 1	0	0	0	0
Beoordeling scenario 2	0-	0/-	-	-
Beoordeling scenario 3	+	+	+	+

6.5.1 Wet natuurbescherming

6.5.1.1 Gebiedsbescherming

Scenario 1 is gelijk aan de referentiesituatie (Hoofdstuk 3.1). Wat betreft de kans op resuspensie van potentieel verontreinigd sediment is er bij scenario 1 daarom geen sprake van een verslechtering of verbetering ten opzichte van de referentie situatie. Er is geen verschil voor kwalificerende natuurwaarden. Dit scenario scoort daarom neutraal (0). Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat als er sprake is van een autonome toename van het baggerbezwaar, er in theorie wel een (lichte) verslechtering optreedt.

In scenario 2 wordt een groter volume gebaggerd, ook wordt de bodem tot 90 cm dieper gebaggerd. Bij dergelijke verdieping wordt de bodemlaag bereikt waar de bodem lag in ruwweg de jaren '50 'tot en met '70. In die tijd werden er nog verontreinigde stoffen als DTT en PAK's toegepast, waardoor deze waterbodemplaat in potentie dergelijke verontreinigde stoffen bevat. Deze kans is echter klein, aangezien dit een dynamisch deel van de Waddenzee is, waar weliswaar netto sedimentatie heeft plaatsgevonden, maar niet in de vorm van zeer slibrijk, potentieel verontreinigd sediment (verontreinigingen hechten makkelijker aan slib dan zand). In de Waddenzee (maar bijvoorbeeld ook in de Noordzee en Voordelta) is de kans op het aantreffen van historische verontreinigingen daarom over het algemeen klein. Hierbij komt ook dat de huidige regelgeving (Bbk, Handelingskader PFAS) voorkomt dat dergelijk verontreinigd sediment verspreid wordt. Omdat de kans op verontreiniging door baggeren en verspreiden van een verontreinigde historische waterbodem verwaarloosbaar is, scoort scenario 2 niet zeer negatief (-). Met het grotere baggerbezwaar is

er in theorie wel een licht verhoogde kans op verontreiniging, daarom scoort scenario 2 licht negatief (0/-) vanuit voorzorgsbeginsel.

In scenario 3 wordt niet gebaggerd. De kans op het resuspenderen van verontreiniging slib door de activiteit kan daarom worden uitgesloten. Een effect op kwalificerende natuurwaarden is daarom ook op voorhand uit te sluiten. Scenario 3 scoort zodoende positief (+).

6.5.1.2 Soortenbescherming

Mogelijke effecten op beschermde (aquatische) plant- en diersoorten in het Waddengebied liggen in dezelfde lijn als mogelijke effecten op kwalificerende natuurwaarden in Natura 2000-gebied Waddenzee, welke hierboven uiteen zijn gezet. De scores voor de drie scenario's in het kader van soortenbescherming zijn daarom gelijk met de gegeven scores in het kader van gebiedsbescherming.

6.5.2 Kaderrichtlijn water

Wanneer verontreinigd sediment geresuspendeerd wordt, kan dit leiden tot (tijdelijke) normoverschrijdingen van prioritare stoffen en/of specifieke verontreinigende stoffen. Als dit het geval is, beïnvloedt dit respectievelijk de chemische toestand en/of ecologische toestand van het KRW-waterlichaam, mogelijk leidend tot een verslechterd totaaloordeel. Hiernaast kan verontreiniging ook indirect doorwerken op de samenstelling en abundantie van de ecologische kwaliteitselementen fytoplankton, overige waterflora en macrofauna. Ondanks dat de kans op verontreiniging in praktijk klein is door de hydromorfologische aard van de Waddenzee en doordat de huidige regelgeving voorkomt dat verontreinigd sediment wordt verspreid (toegelicht in paragraaf 6.5.1.1), wordt omwille van de vergelijking tussen de scenario's het te baggeren en verspreiden volume aangehouden als theoretisch beoordelingscriteria. Bij grotere volumes bestaat in theorie namelijk een hogere kans op verontreiniging.

Scenario 1 is gelijk aan de referentiesituatie (Hoofdstuk 3.1). Bij scenario 1 is er daarom geen sprake van een verslechtering of verbetering ten opzichte van de referentie situatie. Veranderingen in deelmaatlaten van de chemische of ecologische waterkwaliteit liggen zodoende niet in de lijn der verwachting. Dit scenario scoort daarom neutraal (0). Omdat er in scenario 2 een groter baggerbezwaar geldt, is er in theorie een licht verhoogde kans is op verontreiniging met eerder toegelichte negatieve effecten als mogelijkheid. Daarbij is door de recente uitspraak van het Europese hof duidelijk geworden dat elke tijdelijke verslechtering van waterkwaliteitsaspecten die al de laagste score van "slecht" hebben (zoals de ubiquitaire stoffen) niet is toegestaan. Vanwege deze bijkomende begrenzing uit de KRW scoort scenario 2 negatief (-). In scenario 3 wordt niet gebaggerd. Een negatief effect op de chemische of ecologische waterkwaliteit is daarom op voorhand uit te sluiten, mogelijk nemen bepaalde kwaliteitselementen zelfs toe in waarde. Scenario 3 scoort zodoende positief (+).

6.5.3 Programma aanpak grote wateren en Agenda voor het Waddengebied

De PAGW focust zich vooral op aspecten als hydromorfologie en de functionele samenhang van ecotopen en leefgebieden en is niet primair gericht op de chemische waterkwaliteit en verontreiniging. De PAGW heeft wel als overstijgend doel om de doelstellingen van KRW en N2000 dichterbij te brengen. Voor elk scenario is daarom de slechtste score als gegeven bij Wnb-gebieden en KRW aangehouden. Dit leidt er toe dat scenario 1 neutraal scoort (0), scenario 2 negatief (-) en scenario 3 positief (+).

6.5.4 OSPAR

OSPAR heeft als vooraanstaand doel om verontreiniging van het mariene milieu te voorkomen en beëindigen. Zoals eerder is toegelicht in paragraaf 6.5.1.1 is de kans op verontreiniging in praktijk klein. Dit komt door de hydromorfologische aard van de Waddenzee en doordat de huidige regelgeving voorkomt dat verontreinigd sediment wordt verspreid. Desondanks wordt omwille van de vergelijking tussen de scenario's het te baggeren en verspreiden volume aangehouden als beoordelingscriteria. Dit leidt er toe dat scenario 1 neutraal scoort (0), dit is namelijk qua volume gelijk aan de referentie situatie. Scenario 2 scoort licht negatief (0/-), omdat er een groter baggerbezwaar is. Scenario 3 scoort positief (+), omdat er niet meer gebaggerd wordt.

6.5.5 Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan

In het Wadden Sea Plan 2010 (Common Wadden Sea Secretariat, 2010) is de ambitie uitgesproken dat de Waddenzee zo min mogelijk wordt blootgesteld aan menselijke vervuiling. Met de resuspensie van verontreinigd sediment wordt de Waddenzee blootgesteld aan menselijke vervuiling. Zoals in de voorgaande paragrafen is toegelicht gaat het om een theoretische vergelijking tussen de scenario's op basis van baggervolume. In de praktijk wordt het verspreiden van verontreinigd sediment voorkomen door de huidige regelgeving. Dit leidt er toe dat scenario 1 neutraal scoort (0), scenario 2 licht negatief (0/-) en scenario 3 positief (+).

6.6 Stikstofdepositie

In scenario's 1 en 2 treedt stikstofemissie op door baggerschepen. Doordat er vaker gebaggerd wordt in scenario 2 zullen er extra vaarbewegingen zijn ten opzichte van scenario 1. De extra vaarbewegingen en baggerwerkzaamheden zorgen voor meer stikstofemissie en dus meer stikstofdepositie. In scenario 3 treedt geen stikstofdepositie op doordat er geen vaarbewegingen meer plaatsvinden. Stikstofdepositie kan een negatief effect hebben op habitattypen en overige waterflora als ze gevoelig zijn door het overschrijden van de kritische depositiewaarde.

Gebaseerd op de geschatte reikwijdte van 10 kilometer, zie paragraaf 4.1.1.6, kan stikstofdepositie over een deel van de westelijke Waddenzee plaatsvinden. Op lokaal of kombergingsniveau zijn geen stikstofgevoelige natuurwaarden aanwezig (AERIUS Monitor, 2022). Op Waddenzee niveau en in aanliggende gebieden zijn stikstofgevoelige natuurwaarden wel aanwezig. Deze stikstofgevoelige natuurwaarden liggen echter buiten de reikwijdte.

In de onderstaande tabel is voor de vier grootste wetskaders een samenvatting weergegeven van de beoordeling. Een uitgebreidere beoordelingsmotivatie is voor ieder wetskader toegelicht in de paragrafen hieronder.

Tabel 6-6 Beïnvloedde beleidskaders, criteria en beoordeling van de verschillende scenario's voor stikstofdepositie

Effect/Criterium	Invloed op Wnb-gebieden	Invloed op Wnb-soorten	Invloed op KRW-doel	Invloed op PAGW-doel
Stikstofdepositie	1 Depositie binnen 10 km van de activiteit, geen depositie op gevoelige natuurwaarden. Scenario komt overeen met referentiesituatie dus er is geen sprake van duidelijke achteruitgang of verslechtering. 2 Zelfde effecten als scenario 1 maar hogere/frequenter depositie. 3 Positief effect doordat er minder stikstofdepositie optreedt t.o.v. de referentiesituatie	n.v.t.	1,2,3 Geen overige waterflora binnen 10 km van de activiteit. Dus geen effect op KRW-doelen.	1,2,3 Geen stikstofgevoelige natuurwaarden binnen geschatte reikwijdte, dus geen verslechtering van kwaliteit habitat, biodiversiteit of natuurlijke dynamiek van processen zoals connectiviteit
Beoordeling scenario 1	-	n.v.t.	0	0
Beoordeling scenario 2	-	n.v.t.	0	0
Beoordeling scenario 3	+	n.v.t.	0	0

6.6.1 Wet natuurbescherming

6.6.1.1 Gebiedsbescherming

In scenario's 1 en 2 kan stikstof neerdalen op kombergingsniveau. De enige Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige habitattypen (H1310 zilte pionierbegroeiingen; H1320 slijkgrasvelden en H1330 schorren en zilte graslanden) bevinden zich aan de buitenrand van de Waddenzee op de eilanden, of aan de rand van het vasteland als kwelders. Deze ondervinden geen effecten van stikstofdepositie als gevolg van de activiteit omdat deze buiten de

geschatte reikwijdte van 10 km liggen. Scenario 1 is juridisch gezien de referentiesituatie en scoort door de depositie op kombergingsniveau zonder depositie op gevoelige natuurwaarden negatief (-). Scenario 2 zal leiden tot meer vaarbewegingen waardoor er frequentere uitstoot en depositie zal zijn. Deze depositie beslaat echter hetzelfde gebied. Hierdoor wordt ook scenario 2 beoordeeld als negatief (-). In scenario 3 treedt er geen stikstofdepositie meer op doordat er niet meer gebaggerd wordt. Dit zorgt voor sterke vermindering van stikstofdepositie op ten opzichte van de referentiesituatie. Hierdoor scoort scenario 3 positief (+).

6.6.1.2 Soortenbescherming

De effecten van stikstof zijn niet van toepassing op Wnb onderdeel Soortenbescherming.

6.6.2 Kaderrichtlijn water

Stikstofdepositie kan potentieel een effect hebben op het ecologische kwaliteitskenmerk overige waterflora. Er bevindt zich echter geen overige waterflora binnen de geschatte reikwijdte van 10km waar de kritische depositie waarde overschreden (dreigt te) worden. Hierdoor is er geen effect op ecologische kwaliteitskenmerken onder de KRW. Daarom scoren alle drie de scenario's neutraal (0).

6.6.3 Programma aanpak grote wateren en Agenda voor de Wadden

Er zijn geen stikstofgevoelige natuurwaarden binnen de geschatte reikwijdte van de activiteit. Daardoor heeft de activiteit geen effect op kwaliteit van habitat, biodiversiteit of natuurlijke dynamiek zoals connectiviteit tussen habitats. Daarom scoren alle drie de scenario's neutraal (0).

6.6.4 OSPAR

De effecten van stikstof zijn niet van toepassing op OSPAR.

6.6.5 Unesco World Heritage en Wadden Sea Plan

De effecten van stikstof zijn, voor zover ze van belang zijn voor de Unesco World Heritage, meegenomen in de Wnb gebiedsbescherming en/of KRW. Deze worden hier dan ook niet beoordeeld.

6.7 Scenariovergelijking 2050

In de memo van Deltares zijn ook de modelbaggerbezwaren opgenomen voor de baggerwerkzaamheden in 2050, zie Tabel 3-1. Voor scenario 1 en 2 betekent het dat in 2050 op zijn best de huidige worst-case waardes gelden, en in de worst-case zijn deze waardes 5 maal hoger dan de huidige baggerbezwaren. Dit betekent, voor alle bovenstaande gevolgen, dat elke effect 5 keer zo frequent zal zijn in 2050. Voor scenario 3 geldt dat de vaargeul zal dichtslibben tot de hoogte van omliggende platen.

Habitataantasting neemt in 2050 voor scenario 1 en 2 toe in frequentie. De herstelperiode van de bodem zal een veel kortere tijd beslaan dan nu het geval is. De piekmomenten voor baggeren zullen in de worst-case maandelijks worden. Voor sedimentatie en vertroebeling zal er tot 5 maal meer bagger verspreid worden. Dit betekent niet direct dat er een grotere slibwolk komt (dat is niet te voorspellen) maar het betekent wel dat de slibwolk vaker, intenser en langer blijft hangen. Daarnaast zal er ook sneller verontreinigde specie vrijkomen in de omgeving. Voor verstoring betekent dat het gebied meer verstoord raakt, omdat er frequenter bootbewegingen zullen zijn. Hierdoor zal er ook meer stikstof neerslaan.

Bovenstaande heeft dus als gevolg dat voor scenario 1 en 2 alle gevolgen bij alle wetskaders (waar de gevolgen toepasbaar zijn) hierdoor als negatief tot zeer negatief worden getoetst.

6.8 Cumulatie/ Autonome activiteiten en ontwikkelingen

Aangezien de ecologische scenariovergelijking uitgaat van continue scenario's die niet in een tijdvak zijn te plaatsen, is specifieke cumulatie, zoals dat normaal in een juridisch document wel gebeurt, moeilijk vast te stellen. In plaats daarvan wordt er in deze paragraaf gekeken naar autonome activiteiten en ontwikkelingen, die mogelijk een (versterkt)

effect kunnen hebben door de baggerwerkzaamheden rondom de vaargeul Boontjes. Hier wordt ook gekeken naar de verschillende scenario's. De implicaties van de ontwikkelingen op de uitkomsten van de vergelijking en qua vergunbaarheid van de scenario's worden verder besproken in de conclusies.

6.8.1 Morfologische veranderingen in de omgeving van de Boontjes

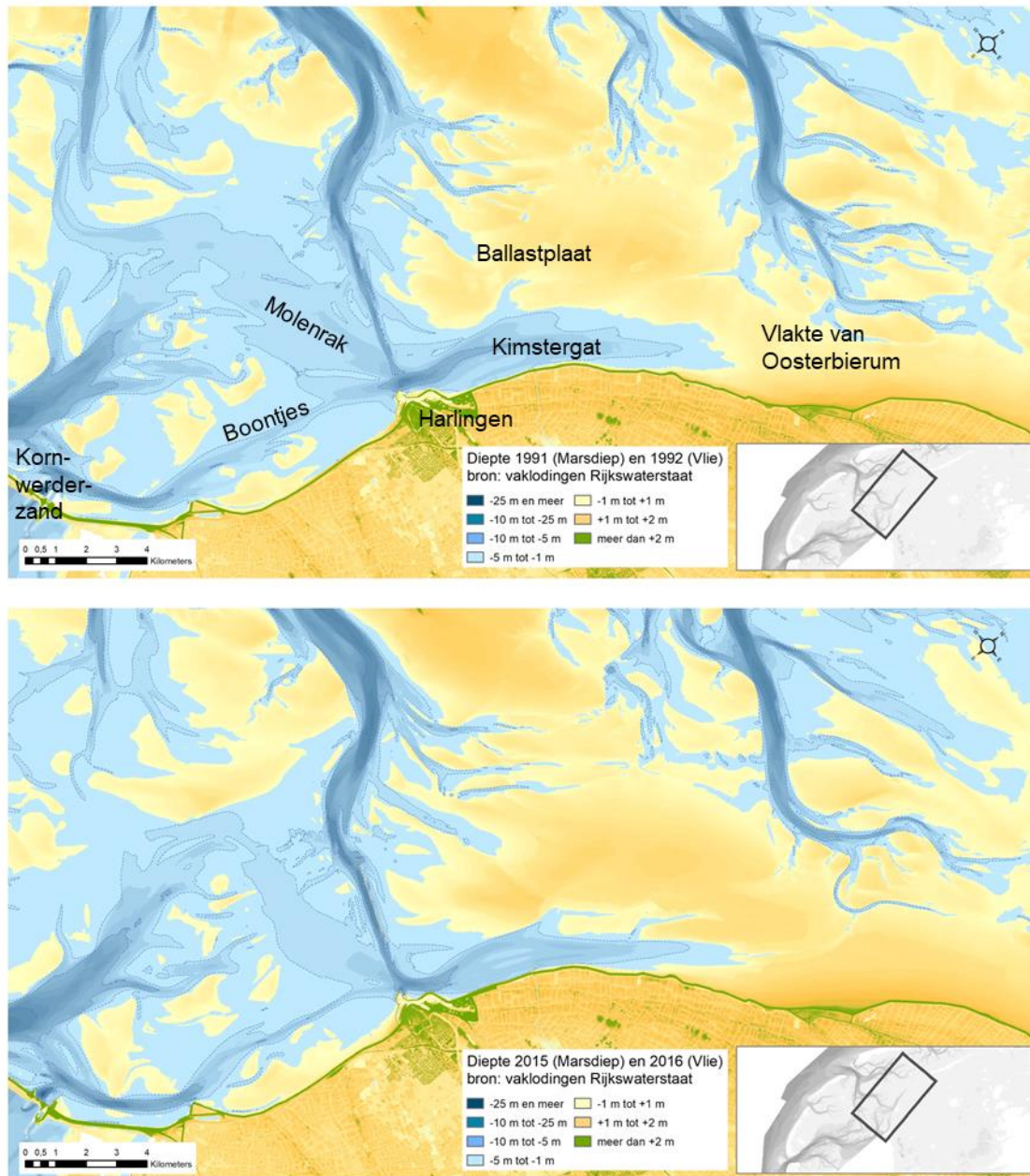
In de hele Waddenzee verandert de morfologie doordat geulen verplaatsen, platen eroderen en aangroeien en kwelders uitbreiden of afslaan. Ook rond de Boontjes zijn morfologische veranderingen opgetreden, zoals zichtbaar in Figuur 6-2. De morfologische veranderingen hebben bij de Boontjes invloed op de sedimentatie in de geul en daarmee op de omvang van het baggerbezwaar. De twee autonome ontwikkelingen die van belang zijn voor de sedimentatie in de Boontjes zijn:

1. Sedimentatie op de Vlake van Oosterbierum, de Ballastplaat en in het Kimstergat, waardoor het kombergingsvolume afneemt.
2. Toename van de hoogte van het gebied rondom de drempel in de Boontjes.

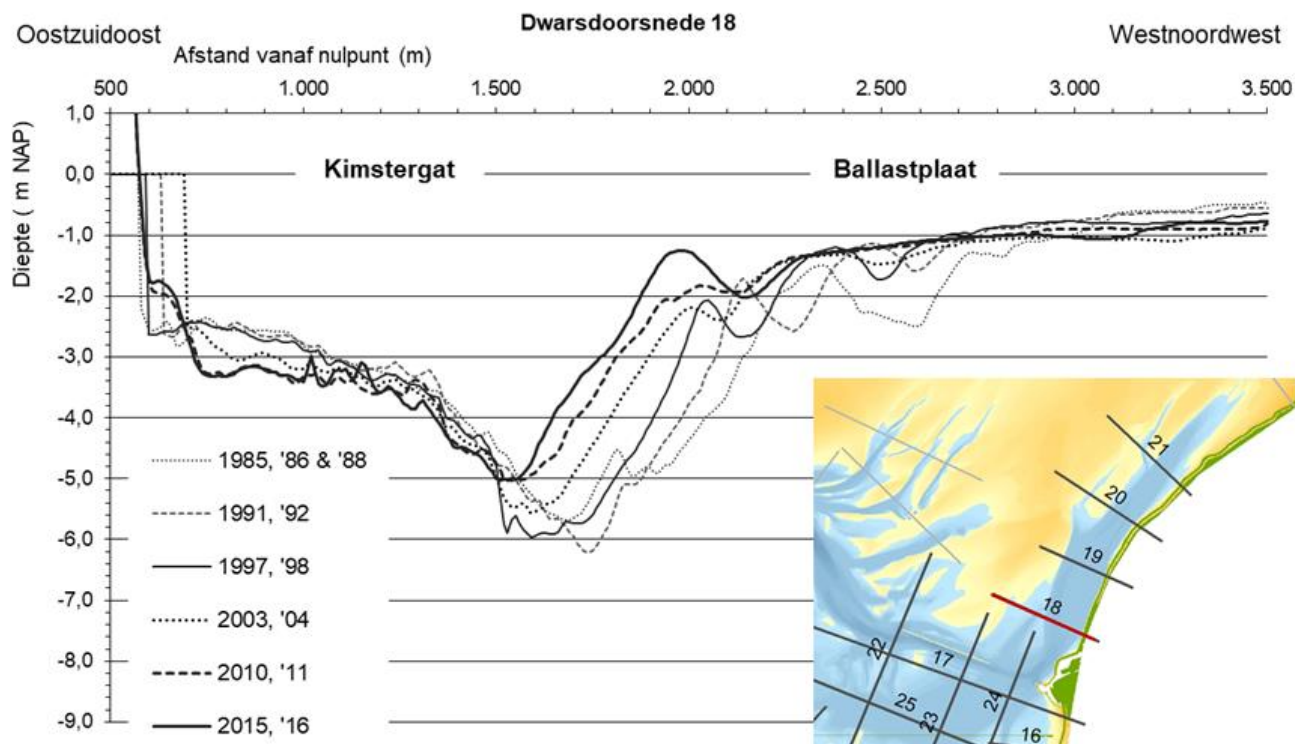
Hieronder geven we een toelichting op deze veranderingen en de invloed ervan op de sedimentatie en het baggerbezwaar.

Sedimentatie op de Vlake van Oosterbierum, de Ballastplaat en in het Kimstergat

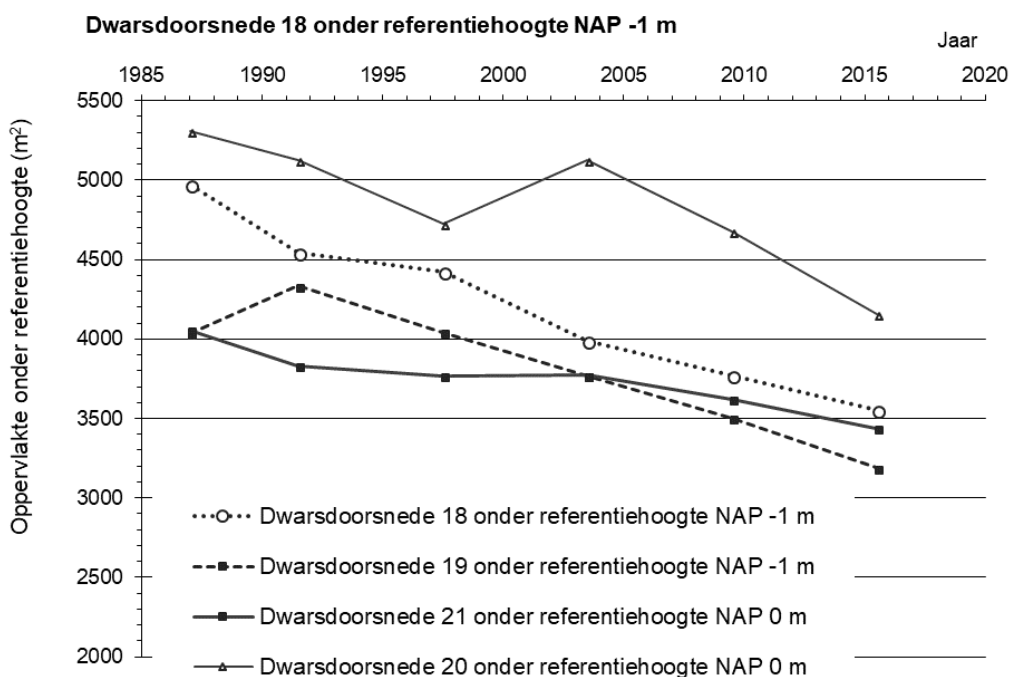
De sedimentatie op de Vlake van de Oosterbierum, de Ballastplaat en in het Kimstergat vindt plaats in een groot gebied dat in het verlengde van de Boontjes ligt. De sedimentatie vindt plaats sinds de afsluiting van de Zuiderzee in 1932, waardoor het stromingspatroon in dit deel van de Waddenzee ingrijpend is veranderd. Het watervolume dat met hoogwater in dit gebied wordt geborgen, oftewel het kombergingsvolume, is door de sedimentatie geleidelijk afgenomen. Door Deltares (2021) is berekend dat de gemiddelde jaarlijkse sedimentatie in de afgelopen 30 jaar op deze wadplaten 0,66 cm per jaar is geweest. De omvang van getijdegeulen is afhankelijk van de omvang van het kombergingsvolume. De sedimentatie en afname van het kombergingsvolume gaan dan ook samen op met de afname van de omvang van het Kimstergat. In de dwarsdoorsnede in Figuur 6-3 is deze afname duidelijk zichtbaar. De grafiek met de doorstroomoppervlaktes in Figuur 6-4 laat zien dat afname ongeveer 500 tot 1500 m² in de vier dwarsdoorsnedes heeft bedraagt in de periode van 30 jaar. Het betreft afnames van 15% tot 30% van de omvang van de geul. De relatie met de omvang van de Boontjes is iets complexer, omdat niet al het water dat door het Kimstergat heen en weer stroomt ook door de Boontjes stroomt. Ook het Molenrak, ten noorden van de Boontjes is verbonden met het Kimstergat. Maar het is wel plausibel dat tenminste een deel van dat water gebruik maakt van de Boontjes. Door de afname van het kombergingsvolume is daardoor ook de natuurlijke omvang van de Boontjes afgenomen. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat aan de zuidzijde van de Boontjes de omvang ervan is toegenomen (Oost et al., 2019; Deltares, 2021), maar dit lijkt vooralsnog geen invloed te hebben op de sedimentatie in het drempelgebied.



Figuur 6-2 Overzichtskarten van de omgeving van de Boontjes in 1991-1992 (boven) en 2015-2016 (onder).



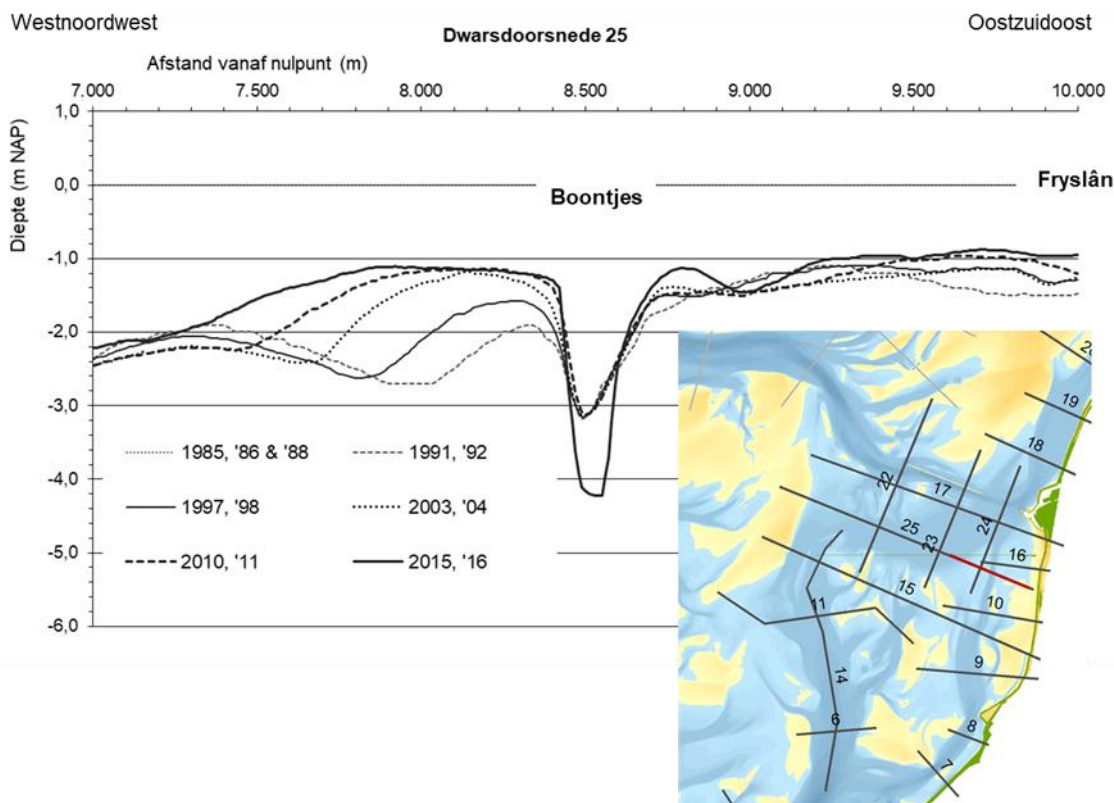
Figuur 6-3 Dwarsdoorsnede 18 door het Kimstergat en de aangrenzende Ballastplaat, met de locatie in het kleine kaartje (uit Oost et al, 2019).



Figuur 6-4 De doorstroomoppervlaktes van het Kimstergat in dwarsdoorsnedes 18-21. De locaties van de dwarsdoorsnedes staan in het kleine kaartje in Figuur 6-3.

Toename van de hoogte van het gebied rondom de drempel in de Boontjes

Rondom het drempelgebied in de Boontjes waar het baggeronderhoud wordt uitgevoerd (zie Figuur 3-2), is de hoogte van de bodem toegenomen. Dit is goed zichtbaar in de dwarsdoorsnede in Figuur 6-5. De meest recente hoogteopname in Figuur 6-2 en waarnemingen in het veld laten zien dat een deel van deze ondiepte in het intergetijdebereik ligt en droogvalt bij lage laagwaterstanden. In de omgeving van de geul komt de afname van de hoogte steeds meer in het bereik van de golven te liggen, terwijl de geul zelf steeds meer wordt afgeschermd van golfwerking. Het is plausibel dat door deze veranderingen de waterbeweging en de sedimentatie en erosie in de geul zijn veranderd. Het lijkt waarschijnlijk dat de gevoeligheid voor de aanvoer van sediment van de aangrenzende ondieptes ten tijde van stormen is toegenomen en dat de onder rustige omstandigheden de sedimentatie van slib wordt bevorderd.



Figuur 6-5 Dwarsdoorsnede 25 door de vaargeul Boontjes en de aangrenzende ondieptes, met de locatie in het kleine kaartje (uit Oost et al, 2019).

De opgetreden morfologische veranderingen nabij de Boontjes hebben hoogstwaarschijnlijk een belangrijke bijdrage geleverd aan het grote baggerbezwaar in het drempelgebied (Deltares, 2021; Smits, Bob et al., 2022). De beide veranderingen die hierboven zijn beschreven, zullen naar verwachting in de toekomst doorgaan en verder bijdrage aan de toename van het baggerbezwaar (Smits, Bob et al., 2022). Dit betekent dat voor scenario 1 in de toekomst een grotere sedimentatie wordt verwacht, waardoor het baggerbezwaar kan toenemen (of het baggerbezwaar daadwerkelijk toeneemt is niet alleen afhankelijk van de sedimentatie, maar ook van de daadwerkelijke baggerinspanning). Deze autonome toename zal ook optreden bij scenario 2. Voor scenario 3 betekent de sedimentatie rond het drempelgebied dat de natuurlijke diepte hiervan kan gaan afnemen.

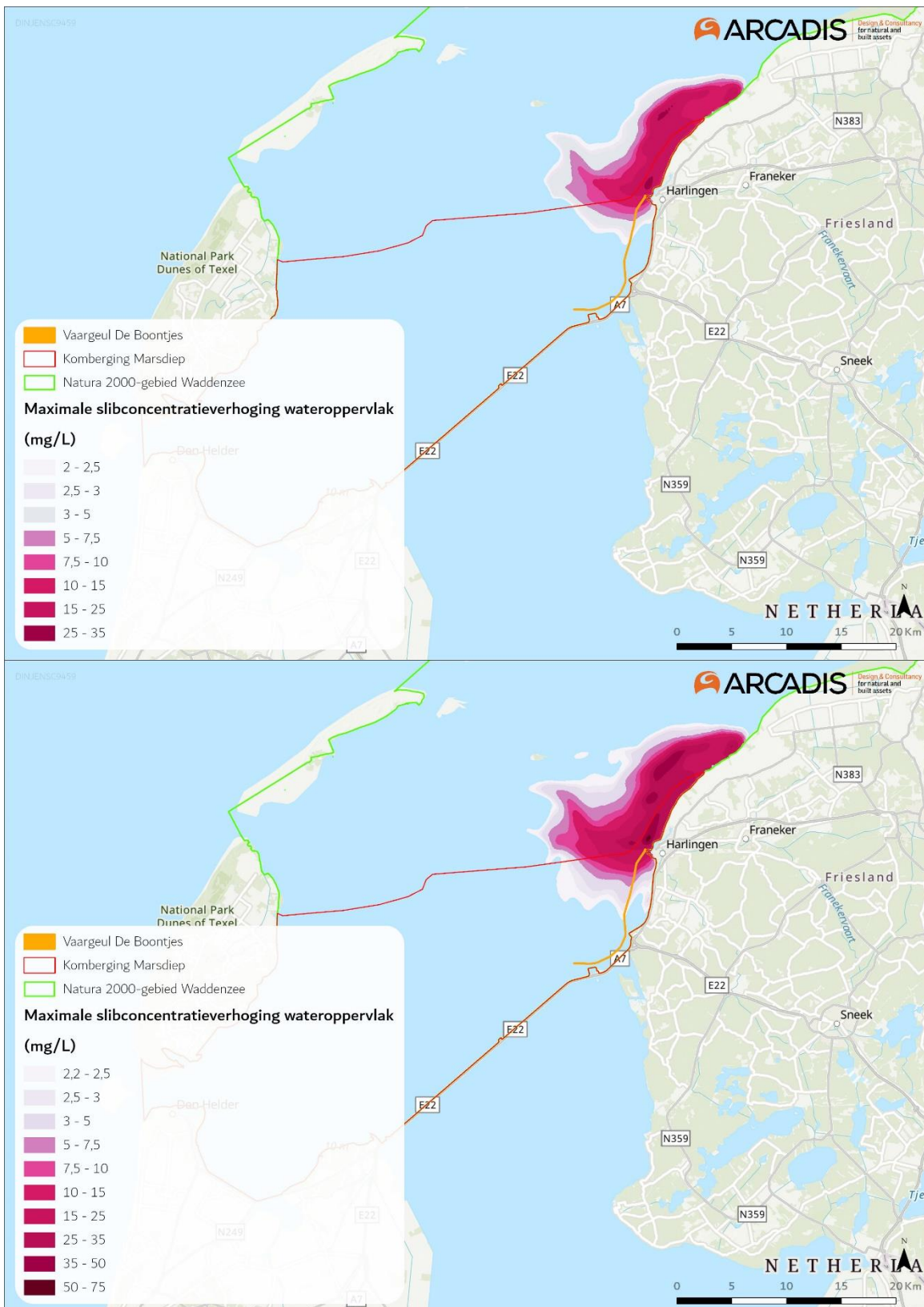
6.8.2 Andere bagger- en verspreidingswerkzaamheden

De vaargeul Boontjes is niet de enige locatie in de Waddenzee waar wordt gebaggerd voor het op minimale diepte houden van de vaargeulen. En in de aangrenzende havens (die buiten de grenzen van het Natura-2000 gebied Waddenzee vallen) wordt ook gebaggerd, waarbij de baggerspecie op de verspreidingslocaties in de Waddenzee wordt verspreid. Voor de cumulatie met de Boontjes zijn alleen die locaties van belang die in de nabijheid liggen, zodat sprake kan zijn van een overlap van de vertroebeling en sedimentatie. In de praktijk is dat alleen het geval voor de

haven van Harlingen. Het volume baggerspecie dat in Harlingen wordt gebaggerd en wordt verspreid op de locaties Kimstergat 1 en 2 ligt rond de 1.200.000 m³ per jaar (Deltares, 2021). Het volume is daarmee beduidend groter dan het volume dat vanuit de Boontjes op dezelfde locaties wordt verspreid. De gevolgen van de verspreiding van de baggerspecie vanuit de Haven van Harlingen is ook berekend met het model (variant 3 in Bijlage A) en er is ook gerekend met de combinatie van het verspreiden vanuit Boontjes en Harlingen (variant 1+3 en variant 2+3). De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in Bijlage A en hieruit zijn twee figuren overgenomen in Figuur 6-6. Figuur 6-6 laat zowel de maximale slibconcentratie zien door het verspreiden van alleen de baggerspecie van de Boontjes, als de concentratie door het verspreiden van de baggerspecie vanuit Boontjes en Harlingen. De omvang van het gebied waar de slibconcentraties toenemen wordt groter door het verspreiden van meer baggerspecie, en de concentraties worden hoger. De vorm van het gebied en de plekken waar de meeste impact is, blijven vergelijkbaar en omvat de geul langs de Pollendam en het Kimstergat. De maximale concentraties nemen toe, zodat over een iets groter gebied hogere concentraties optreden. Voor de (maximale) sliblaagdikte geldt een vergelijkbaar beeld (vergelijk hiervoor Figuur 6-7 met Figuur 4-4). Ook bij de maximale sliblaagdikte neemt de omvang van het gebied toe en neemt de maximale dikte toe. Hoewel de wolk toeneemt in grootte bevinden zich nog steeds geen zeegrasvelden of droogvallende mossel en oesterbanken in het gebied met slibconcentratieverhogingen. De gemengde mossel- en oesterbanken (Figuur 5-7) bevinden zich wel net aan de rand van het maximaal beïnvloede areaal. Als er meer specie uit de Boontjes of Harlingen komt is er een risico dat deze banken wel te maken krijgen met vertroebeling dan wel sedimentatie. Dit geldt dus ook voor scenario 2. In scenario 3 geldt daar waar herstel kan optreden doordat er niet meer gebaggerd wordt in de vaargeul boontjes dit effect zich vooral zal voordoen in de vaargeul zelf en doordat het totale areaal van sedimentatie verkleint. Er is echter in dit scenario nog steeds verspreiding van sediment vanuit Harlingen waardoor er geen sprake is van een terugkeer naar een onverstoorde situatie rondom de verspreidingslocaties.

Samengevat: Cumulatie met andere bagger- en verspreidingsactiviteiten leidt tot grotere gebieden waar vertroebeling en sedimentatie optreden. Ook de mate van vertroebeling en de omvang van de sedimentatie neemt toe door cumulatie. Cumulatie zorgt er ook voor dat er geen volledig herstel op kan treden door het stoppen van de activiteit:

- Scenario 1: Het effect van scenario 1 is in cumulatie ecologisch groter dan beoordeeld, maar omdat de effectenanalyses voor de vrijstellingen in het beheerplan in cumulatie zijn gedaan blijft deze situatie gelijk aan de referentiesituatie. Het is wel zo dat er bij een toenemend baggerbezwaar (zie 6.7.1) een situatie kan ontstaan waarin niet meer aan de voorwaarden voor de vrijstelling wordt voldaan en het ecologische effect te groot wordt. In dit geval zullen negatieve effecten ontstaan voor de Wnb-gebiedsbescherming en kunnen ecologische maatlaten binnen de KRW (tijdelijk) naar een lager niveau gaan.
- In Scenario 2 wordt meer gebaggerd en is het optreden van significant negatieve effecten op habitats en habitattypen niet uit te sluiten, zeker niet in cumulatie (voor zowel Wnb gebiedsbescherming als KRW-maatlaten). Dit scenario draagt in cumulatie niet bij aan het streven naar natuurlijke dynamiek en connectiviteit in de Waddenzee.
- Scenario 3 biedt nog steeds herstelkansen voor habitatkwaliteit en natuurlijke dynamiek, maar de cumulatieanalyse maakt duidelijk dat er meer storingsfactoren in het systeem zijn. Niet in het gehele studiegebied zal een grote mate van herstel optreden doordat er nog andere activiteiten plaatsvinden. Scenario drie draagt wel bij aan het streven naar een meer natuurlijke dynamiek, biodiversiteit en productiviteit in de Waddenzee.



Figuur 6-6 De maximale slibconcentratie aan het wateroppervlak (boven variant 2 het maximale volume uit de boontjes, en onder variant 2+3 het maximale volume uit de boontjes in combinatie met de verspreiding uit Harlingen).



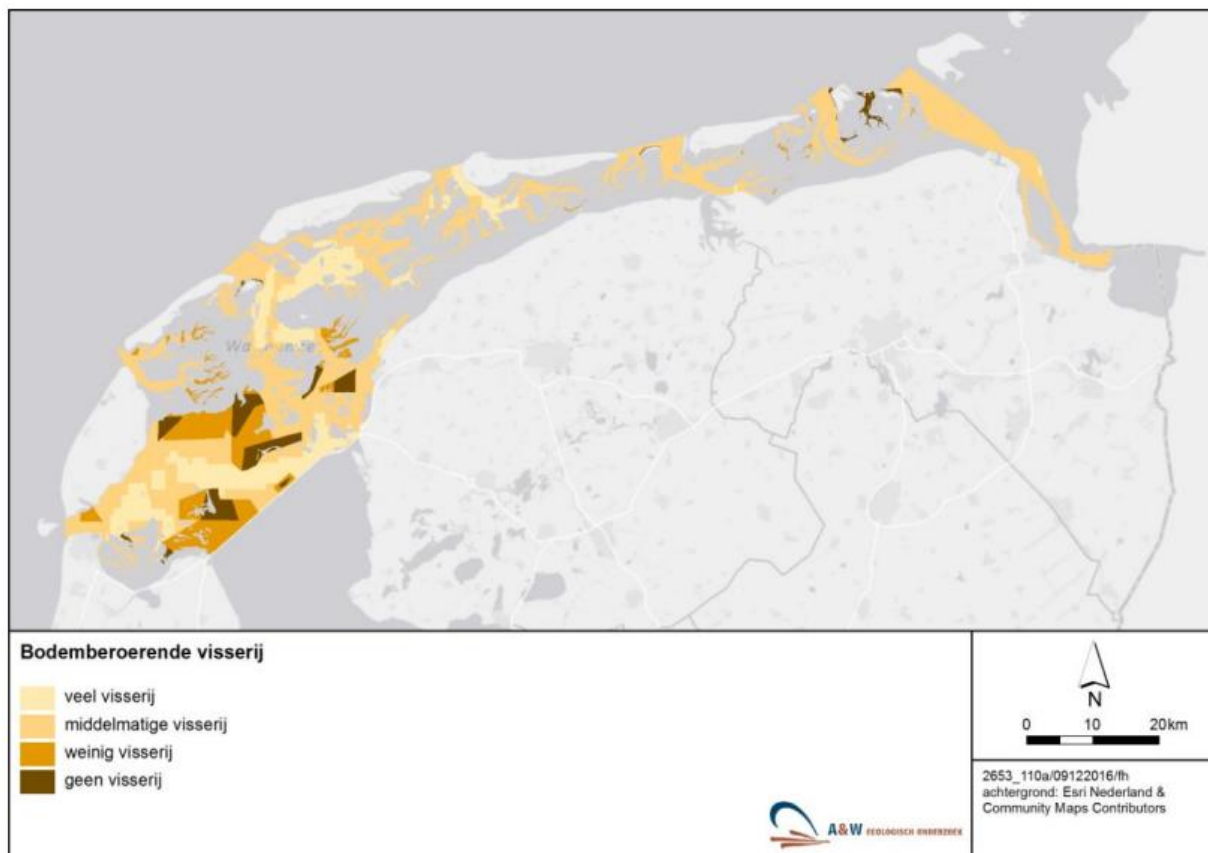
Figuur 6-7 Maximale sliblaagdikte door verspreiden sediment uit vaargeul Boontjes en haven van Harlingen.

6.8.3 Visserij en schelpenwinning

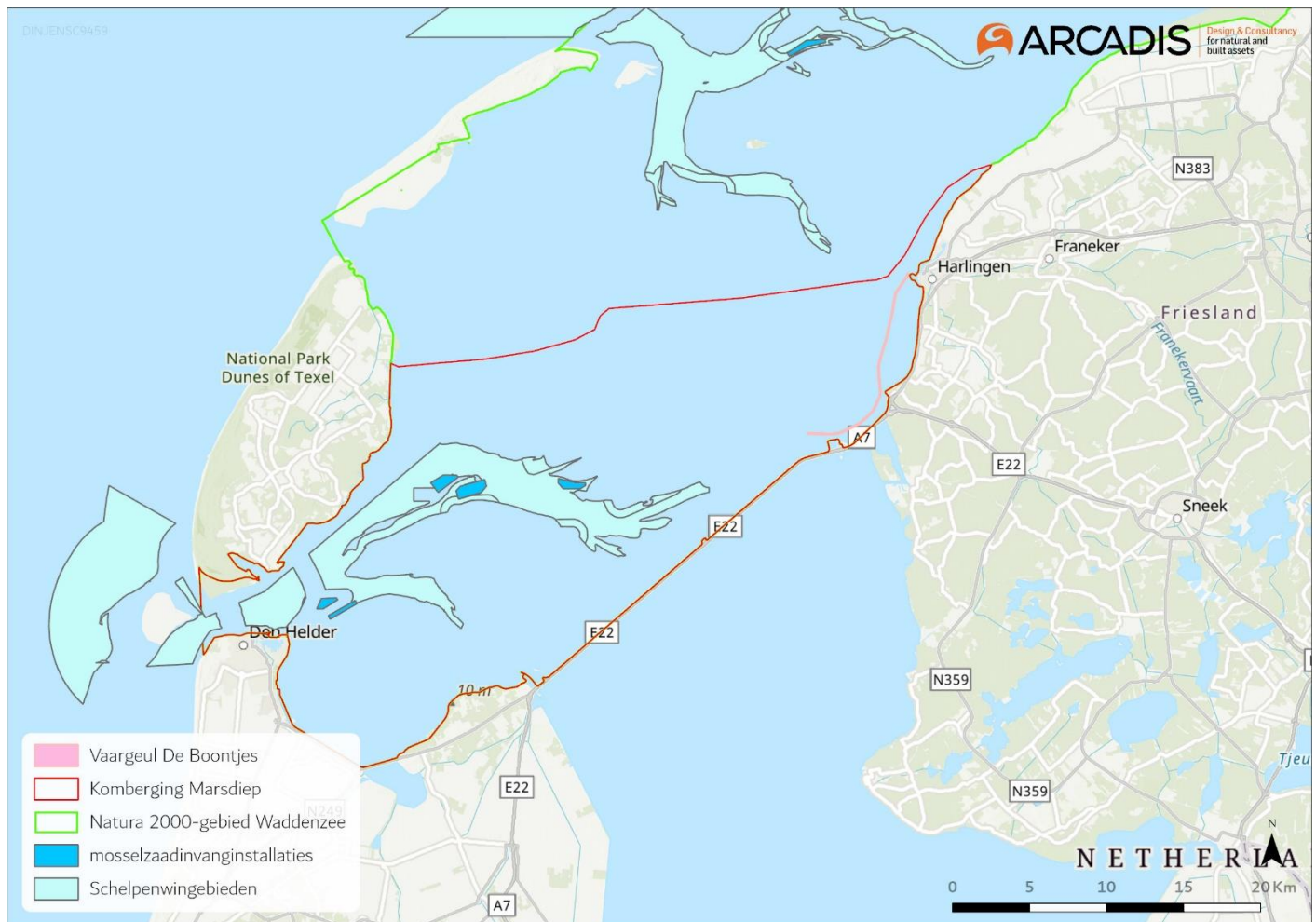
Bodemberoerende visserij vindt plaats rondom de vaargeul Boontjes (Figuur 6-8), er zijn geen mosselzaadvanginstallaties of schelpenwingebieden in het studiegebied (Figuur 6-9). Op basis van afspraken binnen het VisWad-convenant over gebiedsafsluiting voor garnalenvisserij op de Waddenzee zijn grote delen van het Eierlandse Gat en het Oostwad sinds 1 oktober 2022 gesloten voor alle garnalenvissers. Dit besluit geldt ook voor de circa 10 vergunninghouders die, op basis van een nog lopende schriftelijke toestemming, nog toegang tot deze gebieden hadden (visserijbond, 2022). Waardoor er minder garnalenvisserij in de Waddenzee plaatsvindt.

Cumulatie van gevolgen kan optreden qua verstoring (boven en onderwater) en qua vertroebeling, habitataantasting en sedimentatie. Die laatste effecten zullen sporadisch tegelijk optreden als visserij en baggeren/verspreiden tegelijk plaatsvinden. Visserij kan lokaal habitataantasting en omwoeling van sediment veroorzaken. Sedimentatie en vertroebeling door visserij is lokaal en slaat in vergelijking met langduriger specie verspreiden snel neer. Ook habitataantasting door visserij beslaat andere oppervlaktes, en visserijtuig beroert vaak enkel de bovenste bodemlaag en niet de diepere lagen. Cumulatie van boven- en onderwatergeluid kan ervoor zorgen dat een locatie tijdelijk meer verstoord is.

Cumulatie met visserij is vrijwel niet te kwantificeren maar het zal ook in de nieuwe situatie niet veel meer of minder zijn als in de huidige situatie. In scenario 2 ontstaan meer scheepsbewegingen door het baggeren waardoor relatief iets meer verstoring ontstaat. In scenario 3 geldt dat het stoppen met baggeren voor meer rust en herstelkansen voor habitats in het gebied kan zorgen, maar op plekken waar ook visserij is kan dit herstel geremd worden. Cumulatie zal echter vooral optreden tussen visserij en scenario 1 en 2.



Figuur 6-8 Bodemberoerende visserij in de Waddenzee. Bron: (van der Zee et al., 2017)



Figuur 6-9: Ligging van mosselzaadininstallatie en schelpenwingsgebieden in de Waddenzee in relatie tot vaargeul Boontjes

6.8.4 Recreatie, veerdiensten en scheepsvaart

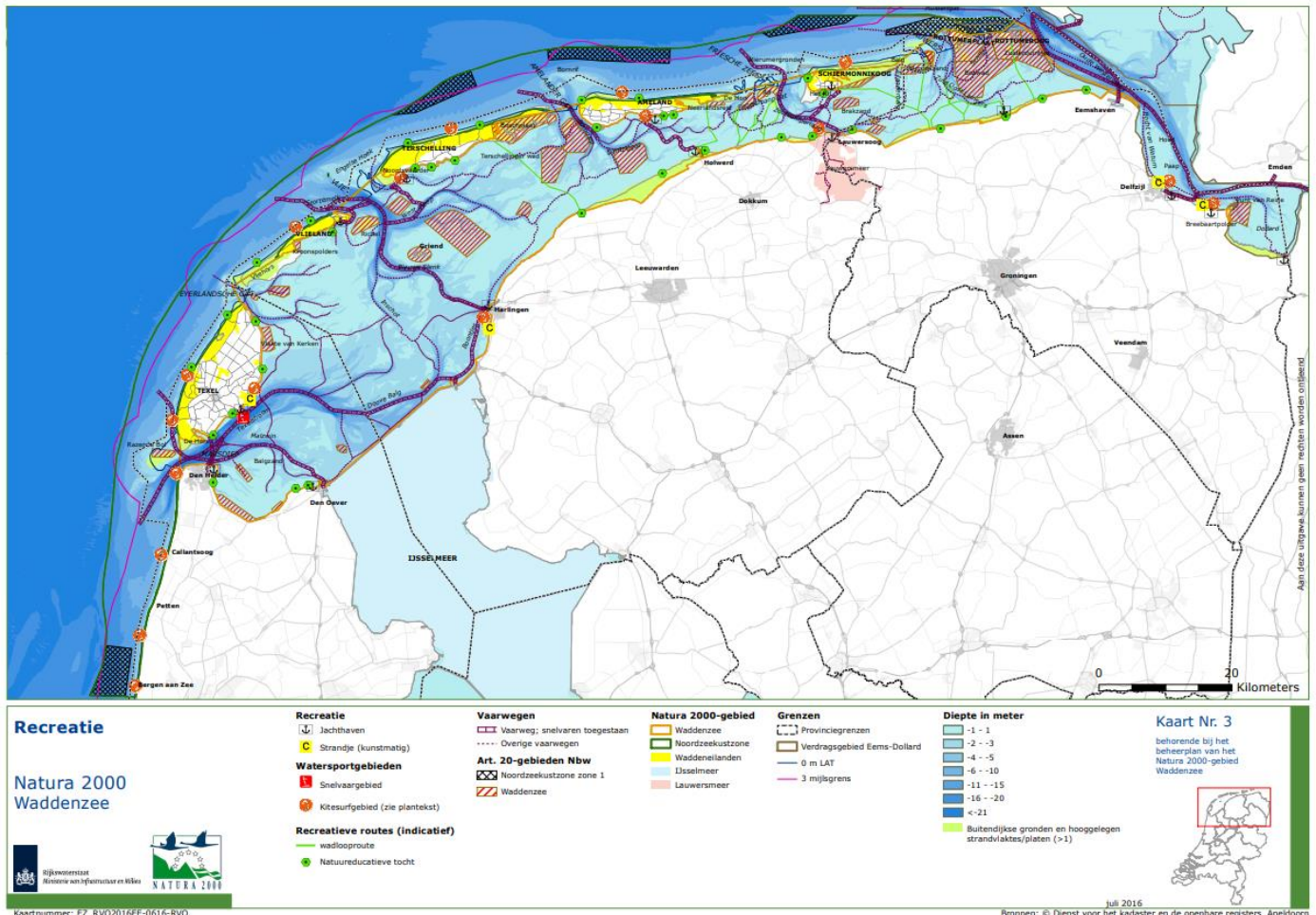
De vaargeul Boontjes wordt gebruikt voor verschillende vormen van recreatie. Dit is al onderdeel van de referentiesituatie. Scheepvaart komt voor binnen de gemarkeerde vaargeulen, zie Figuur 6-11. De Waddenzee wordt door zowel beroepsvaart als pleziervaart gebruikt, hieronder vallen: vrachtschepen, recreatievaart, veerboten, watertaxi's, vissersboten, en schepen van overheden en beheerders.

Momenteel (scenario 1) en bij een mogelijke verdieping (scenario 2) wordt het gebied als (snel)vaarroute gebruikt, vooral voor boten vanuit jachthavens. Het effect van meer of minder scheepsbewegingen en de verstoring daarvan is al meegenomen in de effectbeoordeling, omdat dit een direct gevolg is van het wel of niet onderhouden dan wel verdiepen van een vaargeul. Er is daarom geen sprake van extra cumulatieve effecten (die nog niet beoordeeld zijn) door recreatieverkeer, veerdiensten en scheepsvaart.

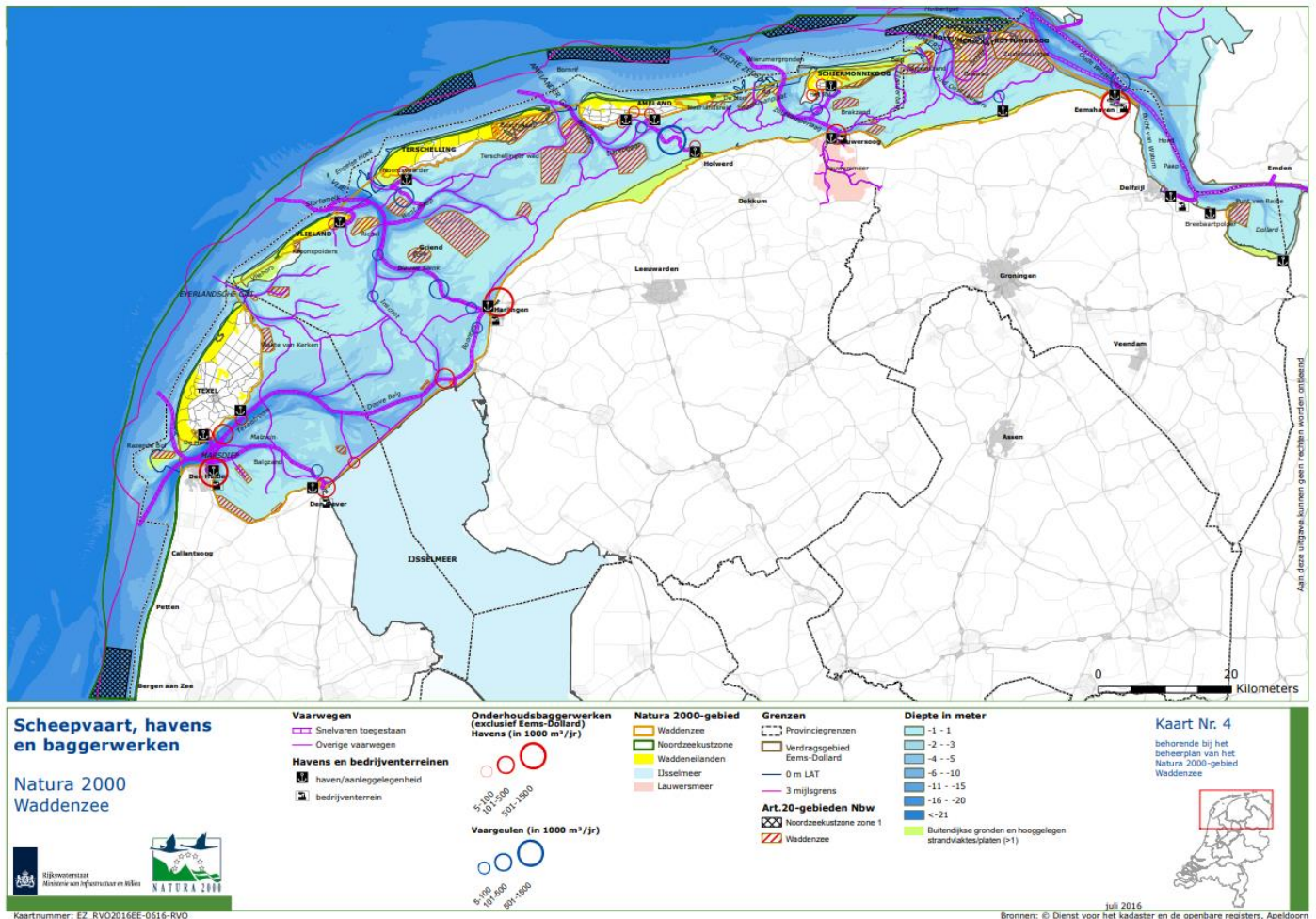
Verder bevindt zich bij het noordelijke gedeelte van de vaarroute een wind- en kitesurf locatie (Figuur 6-10). Windsurfen doet men vanaf het strand, en wind- en kitesurfers horen niet in de vaargeul te komen. In scenario 1, 2 en 3 is er daarom geen sprake van cumulatie. Cumulatie met wind- en kitesurfen wordt daarom verder niet meegenomen in de conclusie.

Voor de Boontjes is de aanvoer van zoetwater van belang, omdat aanwezigheid van zoetwater (in de vorm van een zoetwaterlens die op het zouter water drijft) de stroming beïnvloedt. Met het beïnvloeden van de stroming wordt ook de aanvoer, sedimentatie en erosie van slib beïnvloed. De belangrijkste invloed van zoetwater bij de Boontjes treedt op vanuit het IJsselmeer, door het spuien vanuit de spuisluizen bij Kornwerderzand. Door de invloed van het getij en wind-gedreven stroming beïnvloedt deze zoetwater aanvoer ook de omgeving van de Boontjes. Daarbij wordt in de haven van Harlingen vanuit het achterland zoetwater in de havenkom gespuid, waarbij de grootste aanvoer plaatsvindt

vanuit het Van Harinxmakanaal. Hoewel er verschillende relaties bestaan tussen met spuien en de sedimentatie en het baggeren in de Boontjes en vertroebeling in het Waddengebied, wordt dit aspect niet beschouwd als cumulatief. Het spuien is onderdeel van de autonome situatie en de invloed ervan is vergelijkbaar die van het weer (en ook gekoppeld aan het weer: bij een surplus van water in het IJsselmeer dient het water te worden afgevoerd).



Figuur 6-10: recreatie in de Waddenzee (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016; Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016).



Figuur 6-11 Scheepvaart en havens in de Waddenzee (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016; Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016).

6.9 Optimalisatie van de baggertechnieken en baggerstrategie

In deze ecologische scenariovergelijking zijn drie verschillende scenario's en de effecten op de natuur als gevolg daarvan vergeleken. In scenario 1 en 2 is sprake van negatieve effecten door vertroebeling, sedimentatie, verontreiniging en verstoring. In scenario 3 is geen sprake van negatieve effecten, dus er is geen noodzaak voor mitigerende maatregelen.

Momenteel is de activiteit baggeren vaargeul Boontjes en verspreiden baggerspecie vrijgesteld van vergunning en opgenomen in het Natura2000 beheerplan Waddenzee. Het baggerwerk in de haven van Harlingen, heeft wel een Wnb vergunning voor het baggeren en verspreiden van baggerspecie uit de haven. Zolang de maximale hoeveelheid baggerspecie in de Waddenzee niet wordt overschreden, zoals beschreven in het Natura2000 beheerplan Waddenzee, zijn geen aanvullende mitigerende maatregelen nodig voor het onderhoud van de vaargeul Boontjes.

Het beschrijven van mitigerende maatregelen is geen onderdeel van de scenariovergelijking. Uit de studie blijkt echter dat het baggerbezwaar, door autonome ontwikkelingen, ook in de huidige situatie zal toenemen. Het is daarom nuttig om nu al maatregelen te onderzoeken voor als in de toekomst de situatie ontstaat dat het op orde houden van de geul vergunningsplichtig wordt. Bijvoorbeeld doordat er effecten op de instandhoudingsdoelen zouden kunnen ontstaan.

Daarom wordt er hier een eerste aanzet tot mogelijke toekomstige maatregelen of alternatieven voor de activiteit gegeven. Effecten van baggeren en verspreiden kunnen drastisch worden verminderd door verzachtende maatregelen zoals het stoppen of verplaatsen van de activiteit, dit is eigenlijk al onderzocht met scenario 3. Verder valt er te denken aan algemene verzachtende maatregelen zoals afstand houden tot zeehonden en hoogwatervluchtplaatsen. Waar

mogelijk wordt bovendien bij het baggeren zoals in scenario 1 en in de huidige situatie al zoveel mogelijk volgens de gedragscode gewerkt.

Op technisch gebied zijn er verschillende alternatieven te onderzoeken. Of ze de effectbeoordelingen van de verschillende scenario's wezenlijk gaan veranderen, is momenteel nog niet te zeggen, daar zijn onderzoeken voor nodig. Te denken valt aan reductie van stikstofuitstoot door gebruik van katalysatoren of duurzame baggerschepen, het verplaatsen van baggerverspreidingsvakken (Kimstergat), het onderzoeken van het noordwaarts verleggen van de verspreidingslocatie in verband met mogelijke retourstroomeffecten in de haven van Harlingen en de inzet van andere baggertechnieken. Vanwege de ligging van de Boontjes ten opzichte van de aangrenzende diepere geulen en de slibrijke baggerspecie lijkt het gebied zich te lenen voor WID-en (Waterinjectiebaggeren). Daarbij past wel de vraag of de ecologische gevolgen daarvan minder zijn dan van de technieken die nu worden ingezet. Zo zijn er bijvoorbeeld zeker minder gevolgen via uitstoot, want er is minder energie nodig, maar er ontstaat mogelijk net zoveel vertroebeling. Verder is er een beperkt risico dat de baggerspecie dan linea recta naar de haven van Harlingen beweegt. Het treffen van nieuwe maatregelen moet goed onderzocht worden. Het verspreiden van sediment in andere verspreidingsvakken zorgt ervoor dat er minder sedimentatie en vertroebeling optreedt rond de vaargeul en de haven van Harlingen. Afhankelijk van de locatie van de verspreidingsvakken zal het effect van vertroebeling en sedimentatie zich verplaatsten naar andere gebieden in de Waddenzee en/of Noordzee. Tevens zal bij het gebruik van andere verspreidingsvakken mogelijk meer verstoring bovenwater, verstoring onderwater en stikstofdepositie plaatsvinden aangezien er verder gevaren moet worden naar de verspreidingsvakken.

Verder zijn er andere maatregelen die mogelijk meer ingrijpend zijn zoals (een deel van) het slib afvoeren naar land zodat er geen sedimentatie en vertroebeling ontstaat. Deze maatregelen zijn in theorie wel werkend maar veelal niet praktisch uitvoerbaar, zeer kostbaar of niet toegestaan onder de huidige wet- en regelgeving.

De genoemde maatregelen zijn niet toepasbaar als éénduidige mitigerende maatregel in één van de scenario's. Het zijn alternatieven die eigenlijk nieuwe scenario's vormen die separaat onderzocht moeten worden. De effecten van alternatieven zijn daarom niet meegenomen in de conclusies.

7 Conclusies en samenvatting

7.1 Beoordelingen

In onderstaande Tabel 7-1 is een samenvatting van de verschillende beoordelingen weergegeven per wetskader. In Tabel 7-2 is samengevat hoe de scenario's scoren met betrekking tot verschillende beleidskaders die gelden in de Waddenzee.

In deze tabellen is geen onderscheid gemaakt in de scores op lokaal, kombergings- en ecosysteemniveau. Maar hier moet wel de kanttekening bij gemaakt worden dat effecten vaak lokaal negatiever zijn dan uit deze beoordeling blijkt. In de volgende paragraaf wordt de invloed van autonome ontwikkelingen op de beoordelingen dan ook besproken, en gekoppeld aan een conclusie m.b.t. tot de ecologische effecten, juridische houdbaarheid en de bijdrage van scenario's aan overkoepelende (natuur)doelen voor de Waddenzee. Kanttekeningen en kennisleemten staan vervolgens gepresenteerd in paragraaf 7.4

Tabel 7-1: Samenvatting effecten op verschillende wetskaders voor verschillende scenario's voor de vaargeul Boontjes. Voor de totaalbeoordeling van een aspect is de negatiefste beoordeling bepalend.

Wetskader	Beoordelingscriteria	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Wnb-gebiedsbescherming	Habitataantasting en verandering	0/-	--	0/+
	Sedimentatie	0/-	--	+
	Vertroebeling	-	--	+
	Verstoring	0/-	0/-	0/+
	Verontreiniging	0	0/-	+
	Stikstofdepositie	-	-	+
Totaal wetskader		-	--	0/+
Wnb-soortenbescherming	Habitataantasting en verandering	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	Sedimentatie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	Vertroebeling	0/-	0/-	+
	Verstoring	0/-	0/-	0/+
	Verontreiniging	0	0/-	+
	Stikstofdepositie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal wetskader		0/-	0/-	0/+
KRW	Habitataantasting en verandering	0/-	-	0/+
	Sedimentatie	0/-	-	0/+
	Vertroebeling	0/-	-	+
	Verstoring	0/-	0/-	0/+
	Verontreiniging	0	-	+
	Stikstofdepositie	0	0	0
Totaal wetskader		0/-	-	0/+

Tabel 7-2: Samenvatting van de bijdrage van de verschillende scenario's aan doelen van verschillende beleidskaders

Wetskader	Beoordelingscriteria	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Invloed op doelstellingen Programmatie Aanpak Grote Wateren (PAGW) en Agenda voor de Wadden 2050	Habitataantasting en verandering	0/-	-	0/+
	Sedimentatie	0/-	-	0/+
	Vertroebeling	0/-	-	+
	Verstoring	0/-	0/-	0/+
	Verontreiniging	0	-	+
	Stikstofdepositie	0	0	0
Totaal deelaspect		0/-	-	0/+
Invloed op OSPAR doelstellingen (OSPAR)	Habitataantasting en verandering	0/-	-	0/+
	Sedimentatie	0/-	-	0/+
	Vertroebeling	0/-	-	+
	Verstoring	0/-	0/-	0/+
	Verontreiniging	0	0/-	+
	Stikstofdepositie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal wetskader		0/-	-	0/+
Invloed op Unesco World Heritage/ Trilateral Wadden Sea agreement doelstellingen	Habitataantasting en verandering	0/-	-	0/+
	Sedimentatie	0/-	-	0/+
	Vertroebeling	0/-	-	+
	Verstoring	0/-	0/-	0/+
	Verontreiniging	0	0/-	+
	Stikstofdepositie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal deelaspect		0/-	-	0/+

7.2 Samenvattende conclusies en aanbevelingen

De beoordeling van de scenario's is gedaan aan de hand van effectinschattingen op basis van morfologische modelstudies. Er zit echter een grote onzekerheidsmarge in de daadwerkelijk voorspellende waarde van dit soort studies. Zo bleek de initiële studie van de eerste verdieping van de vaargeul een factor 10 onder de daadwerkelijke baggervolumes te zitten. Bij het voorspellen van de autonome morfologische ontwikkelingen in het gebied én de daadwerkelijke baggervolumes van scenario 2 moet dan ook een onzekerheidsmarge worden meegenomen vanwege kennisleemten. Ook in de doorvertaling van morfologie naar ecologie zijn kennisleemten. In paragraaf 7.3 zijn alle kennisleemten op een rij gezet.

Ook met deze kanttekeningen is het duidelijk dat er twee autonome ontwikkelingen zijn die invloed hebben op de scores, ecologische gevolgen en juridische houdbaarheid van de scenario's:

- Morfologische veranderingen in de omgeving
- Andere bagger- en verspreidingswerkzaamheden

In **scenario 1**, de huidige situatie, vindt cumulatie plaats met baggerwerkzaamheden uit de haven van Harlingen én lijkt er sprake te zijn van een autonome toename in het baggerbezwaar. Hierdoor is de hoeveelheid baggerspecie, en daarmee ook de hoeveelheden vertroebeling en sedimentatie hoger dan verwacht. Momenteel voldoen de volumes nog aan de vrijgestelde, totale hoeveelheden baggerspecie (Natura2000 beheerplan Waddenzee), maar dit kan door het toenemende baggerbezwaar veranderen. Zeker bij gelijktijdig storten van piekhoeveelheden uit de haven van Harlingen én de vaargeul Boontjes kan het lokale effect op de biodiversiteit en de ecologie behoorlijk negatief zijn. Het is niet uit te sluiten dat hierdoor op termijn ook significante negatieve effecten op de Wnb, onderdeel gebiedsbescherming ontstaan gezien het verslechteringsverbod vanuit de Habitatrichtlijn en de kwaliteitsverbetering voor H1110A en H1140A óf dat de kwaliteit van deelmaatlatten van de KRW dusdanig (tijdelijk) verslechterd dat dit scenario juridisch niet meer toegestaan is en mogelijk niet meer vergunbaar is. Uiteindelijk is het Bevoegd Gezag de instantie om dit te bepalen. Soortgelijke cumulatieve effecten van andere baggeropdrachten zullen eenzelfde soort effect voortbrengen, waardoor bij deze projecten ook in cumulatie met overige baggerprojecten een juridisch risico

bestaat dat bevoegd gezag geen goedkeuring kan geven. Daarom is het van belang om te onderzoeken of alternatieve uitvoeringen effecten kunnen verzachten.

- **Conclusie:** Scenario 1 heeft lokaal en op kombergingsniveau negatieve effecten op ecologische waarden, in het bijzonder benthosgemeenschappen. In de toekomst kan door een combinatie van autonome morfologische veranderingen waaronder een toenemend baggerbezwaar en cumulatie met andere activiteiten de juridische houdbaarheid van dit scenario in de knel komen. Het scenario draagt niet bij aan de beleidsplannen voor de Waddenzee waaraan getoetst is, maar zorgt er ook niet voor dat het beleid onhaalbaar is of tegengewerkt wordt.
- **Aanbeveling:** Een deel van de kennisleemtes en modelonzekerheden is op te lossen door het uitvoeren van bijkomend onderzoek. Bij het voortzetten van dit scenario kan ter plaatse onderzoek doen bijdragen aan het begrip van het systeem en het sturen op natuurlijke dynamiek in combinatie met het openhouden van vaargeulen en bereikbaarheid en hoe effecten verder gemitigeerd kunnen worden.

Scenario 2, een verdieping van de vaargeul is op dit moment mogelijk juridisch niet haalbaar. Door de modelonzekerheden is niet uit te sluiten dat er in scenario 2 habitat- en waterkwaliteitsverslechtering optreedt door o.a. habitataantasting en sedimentatie. Het Bevoegd Gezag is uiteindelijk de bepalende instantie hiervoor.

- **Conclusie:** Vergunbaarheid van dit scenario wordt waarschijnlijk lastig onder de Wet Natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming, en Kaderrichtlijn Water met of zonder cumulatie of autonome ontwikkeling die nu ook al plaatsvindt. Ook draagt het scenario niet bij aan beleidsdoelen van de Waddenzee zoals het bevorderen van de natuurlijke dynamiek.
- **Aanbeveling:** Door het doen van onderzoek en het verkleinen van modelonzekerheden kan de kans op ecologische effecten beter worden ingeschat, en kunnen ecologische effecten in de toekomst mogelijk beter worden gekwantificeerd en mogelijk met grote, ingrijpende maatregelen gemitigeerd. Gezien de autonome ontwikkeling van het gebied lijken kansen hiervoor klein.

Scenario 3, in dit scenario kan habitatherstel plaatsvinden en zal de lokale dynamiek terugkeren naar een meer natuurlijke situatie. Door autonome ontwikkelingen en andere activiteiten zal hierdoor niet een totaal ander ecosysteem ontstaan, maar het scenario biedt wel kansen voor meer en stabielere, laagdynamisch habitat in de Waddenzee.

- **Conclusie:** Scenario 3 is ook in combinatie met autonome ontwikkelingen en cumulatieve effecten goed voor de ecologie van het systeem, en het draagt bij aan verschillende overkoepelende beleidskaders van de Waddenzee.

7.3 Kennisleemtes³

De voorliggende analyse heeft een aantal kennisleemtes in beeld gebracht, die betrekking hebben op het baggeren, de morfologie en de ecologie.

Bij het baggeren is het wenselijk om in beeld te hebben welke verschillende baggertechnieken zijn ingezet. Daarmee kan enerzijds inzichtelijk worden gemaakt of de inzet van verschillende technieken een verband heeft met de baggervolumes en of effecten hiermee verminderd kunnen worden. Verder is belangrijk om een goed zicht te hebben op de samenstelling van de baggerspecie. In de studie van Deltares zijn al veel informatie en gegevens gebruikt voor berekening aan de tonnen droge stof die zijn verspreid en waarmee indirect gegevens beschikbaar zijn gekomen over de slib- en zandpercentages. Aanvullende gegevens en informatie geven meer inzicht in de sedimentatieprocessen en in de te verwachten gevolgen van het verspreiden van de baggerspecie.

Voor de morfologie geldt dat het onderzoek aan de Boontjes (Deltares, 2021; Smits, Bob et al., 2022) al veel inzicht heeft opgeleverd in de sedimentatieprocessen en het baggerbezwaar. Daarbij is ook veel informatie beschikbaar in het kombergingsrapport van het Marsdiep en Vlie (Oost et al, 2019) en vindt onderzoek plaats naar veranderingen in het getij i.r.t. morfologische veranderingen in de Westelijke Waddenzee door Deltares. Wat nog ontbreekt aan

³ In deze kennisleemtes is nog geen rekening gehouden met de aanvullende kennis die beschikbaar gaat komen door het modelonderzoek naar de Boontjes door Deltares. De informatie in het memo (Smits, Bob et al., 2022) is op het moment van schrijven beschikbaar, maar dit omvat niet het volledige onderzoek. Van het onderzoek naar het getij in de Westelijke Waddenzee door Deltares zijn nog geen bevindingen beschikbaar.

basisgegevens is de sedimentsamenstelling van de geulbodem: hoeveel slib en zand liggen op de verschillende delen van de vaargeul. Verder is tot nu toe geen gevalideerde hindcast beschikbaar van de hoeveelheden baggerspecie over de periode na de verdieping in 2012-2013 tot heden. Een hindcast die in staat is om vergelijkbare sedimentatie hoeveelheden te berekenen geeft meer vertrouwen in de forecasts die met het model worden gemaakt. Een alternatief voor een gevalideerde hindcast met een numeriek model is een conceptueel (kwantitatief) model van de sedimentatie in het gebaggerde deel van de vaarweg. In zo'n model worden de bijdragen van de verschillende processen aan de aanslibbing en aanzanding in de huidige vaargeul uitgewerkt en wordt schatting gepresenteerd van de bijdrage van de verschillende processen. Een dergelijk kwantitatieve conceptuele model maakt een extrapolatie mogelijk van de huidige situatie naar een situatie met een verdiepte vaargeul. Mogelijk bieden lopende en reeds afgeronde onderzoeken in de omgeving van de Boontjes ook nog bruikbare inzichten in de condities waarbij sedimentatie optreedt. Dat betreft bijvoorbeeld het onderzoek aan het Strand Harlingen, waar onder specifieke meteorologische een laag met "smurrie" (organisch rijk, geen gewoon waddenslib) opbouwt. Ook de Slibmotor Harlingen heeft inzicht opgeleverd in de sterke afhankelijkheden tussen meteorologische condities, zoetwaterafvoer en sedimentatie en erosie op wadplaten ten noordoosten van Harlingen.

Voor de doorvertaling naar ecologie geldt dat er momenteel weinig locatie specifieke informatie over de primaire producenten en benthos beschikbaar is, terwijl de meeste effecten van de activiteit een rechtstreekse invloed op benthos hebben, specifiek voor laag-dynamische gebieden zoals de omgeving waar de vaargeul Boontjes zich bevindt. Het verdient aanbeveling om hier onderzoek naar te doen. Bijvoorbeeld door het uitbreiden van de waddenmozaïek/SIBES monitoring van de bodemdieren van het sublitoraal: inzicht in de bodemdiergemeenschap (soorten, dichtheden en biomassa's) met meer punten in de omgeving van de vaargeul Boontjes en de gebruikte verspreidingslocaties om een kwantitatief beeld te krijgen van de daadwerkelijke effecten zowel in hoog- als laagdynamisch gebied (in de geul en de verspreidingslocaties).

Daarnaast kunnen metingen van primaire productie in samenhang met vertroebeling zorgen voor een betere kwantitatieve beoordeling van effecten van vertroebeling op primaire productie en eventueel een verdere doorwerking in het voedselweb.

Wat betreft verontreinigingen en de mogelijke effecten daarvan bij een verdieping van de vaargeul is het aan te bevelen om meerdere meetpunten voor PFAS en andere verontreinigende stoffen in de Waddenzee te hebben om een goed beeld te krijgen van de daadwerkelijke effecten.

Zoals eerder besproken is het aan te bevelen om te kijken welke verzachtende maatregelen en alternatieve uitvoeringswijzen van toepassing kunnen zijn om de huidige diepte van de vaargeul in stand te kunnen houden in de toekomst zonder dat de instandhoudingsdoelen in het geding komen.

8 Referentielijst

- AERIUS Monitor. (2022). *Aerius Monitor*.
- Arcadis. (2016). *Baggeren en Verspreiden in de waddenzee—Passende Beoordeling*. 078815656 A. https://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Overheid/pdf/PB_RWS_eindconcept_26_april_baggeren_en_verspreiden_Waddenzee_2016-2021.pdf
- Arcadis. (2020). *Conditionering baggeren Zandkreekgeul, Passende beoordeling en soortbeschermingstoets*.
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.
- Baptist, M., Vroom, J., Willemsen, J., Puijenbroek, M., Van Maren, B., & e.a. (2019). *Beneficial use of dredged sediment to enhance salt marsh development by applying a 'Mud Motor': Evaluation based on monitoring*. Ecoshape; No. C088/19.
- Bijlsma, R. J., Janssen, J. A. M., Weeda, E. J., & Schaminée, J. H. J. (2014). *Gunstige referentiewaarden voor oppervlakte en verspreidingsgebied van Natura 2000-habitattypen in Nederland*.
- Birklund, J., & Wijsman, J. W. M. (2005). *Aggregate extraction: A review on the effect of ecological functions*. Deltares (WL) - DHI. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:11ee2c93-2dfd-429e-acd4-a079a0fa2552?collection=research>
- Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten*.
- Common Wadden Sea Secretariat. (2010). *Wadden Sea Plan 2010*. Eleventh Trilateral Governmental Conference on the Protection of the Wadden Sea., Wilhemshaven, Germany.
- Common Wadden Sea Secretariat. (2013). *About the Wadden Sea | The Trilateral Cooperation on the Protection of the Wadden Sea*. <http://www.waddensea-secretariat.org/about-us/about-the-wadden-sea>
- Cremer, J. S. M., Brasseur, S. M. J. M., Meijboom, A., Schop, J., & Verdaat, J. P. (2017). *Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee, 2002-2017*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. <https://doi.org/10.18174/428796>
- Deltares. (2021). *Stijging Baggerhoeveelheden Vaargeul Boontjes*.
- Directie regionale zaken. (2009). *Natura 2000-gebied Waddenzee De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit*.
- Europees Hof. (2022). *Arrest van het hof (5 mei)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A62020CJ0525&qid=1651768262986>
- Folmer, E. (2019). *Update habitatkaart littoraal zeegras voor de Nederlandse Waddenzee*.
- IVL. (2019). *Beoordelingskader doelbereik ecologie voor PAGW*.
- Jongbloed, R. H., van der Wal, J. T., Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C* (pp. 1–19).
- Jonker, M. T. O. (2021). *Poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) in de Rijkswateren. Concentraties in water en biota tussen 2008 en 2020*.
- Kabat, P., Bazelmans, J., van Dijk, J., Herman, P. M. J., Speelman, H., & Deen, K. (2009). *Kennis voor een duurzame toekomst van de Wadden*.
- Kamermans, P., & Dedert, M. (2012). *Effect of variations in concentration of algae and silt on filtration and growth of the razor clam (Ensis directus, Conrad)* (C017/11; p. 69). IMARES.
- Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016). *Natura 2000-beheerplan Waddenzee*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat. (2016). *Kaartenbijlage Natura 2000-beheerplan Noordzeekustzone*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2022). *Factsheet KRW-Stroomgebiedbeheerplan 2022-2027*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). (2020). *Agenda voor het Waddengebied 2050*.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2010). *Leidraad bepaling significantie*.
- Ministerie van LNV. (2008a). *Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten*.
- Ministerie van LNV. (2008b). *H1140 slib- en zandplaten*.
- Ministerie van LNV. (2014). *H1110 Permanent overstroomde zandbanken*.
- Mitson, R. B. (1995). *Recommended format for purposes of citation: ICES. 1995. Underwater noise of research vessels: Review and recommendations. ICES Cooperative Research Report No. 209. Pp. 61. https://doi.org/10.17895/ices. Pub. 5317*.
- Pitcher, G. C., & Jacinto, G. S. (2019). *Ocean deoxygenation links to harmful algal blooms*.
- Reise, K., Baptist, M., Burbridge, P., Dankers, N., Fischer, L., Flemming, B., Oost, A. P., & Smit, C. (2010). *The Wadden Sea – A Universally Outstanding Tidal Wetland. Wadden Sea Ecosystem No. 29*.

- Rijkswaterstaat. (1996). *Beheersplan Waddenzee 1996—2001*.
- Rijkswaterstaat. (2013). *Beschermde natuur in Nederland*.
<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=profielen>
- Rippen, A., van der Zee, E., Fieten, N., Latour, J., & Wymenga, E. (2020). *Review effecten natuurlijke bodemdynamiek en menselijke bodemberoering in de sublitorale Waddenzee*.
- Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloed door zandwinning op macrobenthos nabij de -20 m diepte*. Wageningen Marine Research.
- RWS. (2016). *Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016—2021*.
- Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. (2010). A noisy spring: The impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(7), 419–427.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.04.005>
- Smits, Bob, Vroom, J., van Weerdenburg, R., & Colina Alonso, A. (2022). *Morfologie en Onderhoud Vaargeul Boontjes—Systeembegrip en scenario's*.
- Solan, M., Hauton, C., Godbold, J. A., Wood, C. L., Leighton, T. G., & White, P. (2016). *Anthropogenic sources of underwater sound can modify how sediment-dwelling invertebrates mediate ecosystem properties*.
- Sovon. (2021a). *Eider*. <https://www.sovon.nl/nl/soort/2060>
- Sovon. (2021b). *Roodkeelduiker*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/20>
- Sovon. (2021c). *Topper*. <https://www.sovon.nl/nl/provincies#euring=2040&prov=ZH&lang=nl>
- Sovon. (2021d). *Zwarte zee-eend*. <https://stats.sovon.nl/stats/soort/2130>
- SOVON. (2022). *Vogeltrends Waddenzee*. <https://stats.sovon.nl/stats/gebied/1000001>
- Sovon. (2022). *Website SOVON (Stichting Vogelonderzoek Nederland)*.
- STOWA. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*.
<https://www.stowa.nl/publicaties/referenties-en-maatlatten-voor-natuurlijke-watertypen-voor-de-kaderrichtlijn-water-2021>
- van Beusekom, J., Carstensen, J., Dolch, T., Grage, A., Hofmeister, R., Lenhart, H., Kerimoglu, O., Kolbe, K., Patsch, J., Rick, J., Ronn, L., & Rüter, H. (2019). *Wadden Sea Eutrophication: Long-term trends and regional differences* (Frontiers in Marine Science).
- van de Wolfshaar, K. E., & Haasnoot, M. (2009). *H1140—Slik- en zandplaten—HABITAT*.
<https://publicwiki.deltares.nl/display/HBTHOME/H1140+-+Slik+-+en+zandplaten>
- Van den Ende, D., Troost, K., van Asch, M., Perdon, J., & Van Zweeden, C. (2018). *Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2018: Bestand en arealen*.
- Van den Ende, D., van Asch, M., Brummelhuis, E. B. M., Perdon, J., & Zweeden, C. van. (2017). *Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2017: Bestand en arealen*.
- van der Zee, E., Rippen, A., & Latour, J. (2017). *Natuurwaarden sublitorale Waddenzee*.
- Van Dobben, H. F., Bobbink, R., Bal, D., & Van Hinsberg, A. (2012). *Overzicht van kritische depostiwaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000-gebieden*.
- van Kessel, T. (2015). *Opzet en toepassing slibmodel Waddenzee; eindrapportage*. (Deltaresrapport met kenmerk 1220102-000-ZKS-0010.).
- visserijbond. (2022). <https://www.vissersbond.nl/eierlandse-gat-en-oostwad-per-1-oktober-2022-gesloten-voor-garnalenvisserij/>.
- Wale, M. A., Briers, R. A., Hartl, M. G. J., Bryson, D., & Diele, K. (2019). From DNA to ecological performance: Effects of anthropogenic noise on a reef-building mussel. *Science of The Total Environment*, 689, 126–132.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.380>
- Witteveen en Bos. (2012). *Drempelverwijdering Vaarweg Boontjes algemene informatie*.
- Witteveen en Bos. (2022). *3-jaarlijkse tussenevaluatie verspreidingslocaties Waddenzee 2017- 2019 (inclusief 2020 en 2021)*.

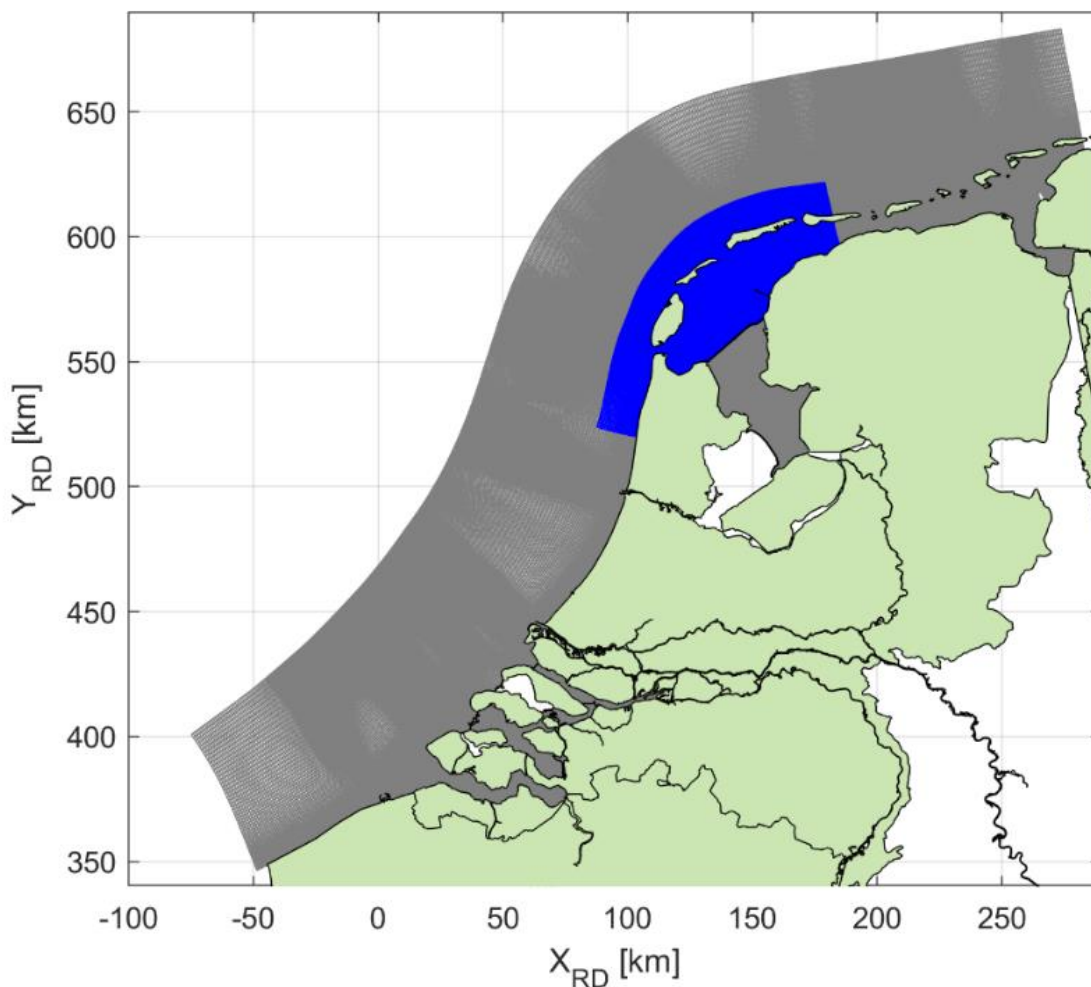
Bijlage A. Modelresultaten baggersverspreidingsstudie

A.1 Delft3D modelopzet

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het interessegebied bij de vaargeul Boontjes ligt in de Waddenzee, is het model domein verkleint. Het model dat hiermee ontstaan is wordt voorts omschreven als het Kustfijn Waddenzeemodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Kustfijn Waddenzeemodel gegenereerd met behulp van het grotere Kuststrookmodel.

In deze paragraaf is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Kustfijn Waddenzeemodel.



Figuur 8-1 Rekenrooster van het Kuststrookmodel (in grijs) en het Westelijke Waddenzeemodel (in blauw).

A.1.1 Randvoorwaarden

Het Kustfijn Waddenzeemodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden, zuiden en parallel aan de kust, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij de spuigemalen te Den Oever en Kornwerderzand zijn opgenomen in het model. Deze zijn geschematiseerd op basis van maandgemiddelde debieten (50 percentiel), maar variëren wel met het gesimuleerde getij.

De Riemann-randen zijn bepaald door het Kustfijn Waddenzeemodel te nesten in het Kuststrookmodel. Dit model omvat de Nederlandse Noordzee kust, begrensd tot net ten zuiden van de Nederlandse grens bij de Belgische kust en ten noordoosten van de Nederlandse grens in het Duitse deel van de Waddenzee (Figuur). Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Westelijke Waddenzeemodel welke uitstrekt in een deel van de Waddenzee en een aansluitend deel van de Noordzee (Figuur), waarbij het model meerdere lagen in de verticaal heeft.

A.1.2 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het kuststrookmodel bestaat uit 942 x 402 cellen met een celgrootte van circa 200 x 400 m in de westelijke Waddenzee ter hoogte van de Afsluitdijk oplopend tot en 1500 x 600 m richting het offshore gebied.

Het rooster van het westelijke Waddenzeemodel bestaat uit 308 x 124 cellen in het horizontale vlak en 9 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 200 x 400 m in het Waddengebied, 300 x 600 m aan de kust, oplopend tot 800 x 600 m richting offshore. De laagdiktes in de verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en variëren van 21% van de diepte aan het oppervlak tot 5% van de diepte aan de bodem.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de schematisatie van de baggerwerkzaamheden uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de slibverspreiding in de near- en farfield gebieden nog aan een eventuele ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreide materiaal.

A.1.3. Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8-1. Er is gewerkt met twee (cohesieve) sediment fracties die beide 50% van de totale slibfractie vormen. Deze slib fracties zijn representatief voor de fractie met een korreldiameter kleiner dan 32 μm (fijne slib fractie) en 32-63 μm (grove slib fractie). Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fracties zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van ca. 25 μm . Bij de fijne fractie wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,1 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft. Voor de grove fractie is 1 mm/s gebruikt, zodat deze fractie juist relatief snel neerslaat.

Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van $0,1 \text{ N/m}^2$ (fijne fractie) is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg. Voor de grove fractie is dit iets hoger, namelijk $0,5 \text{ N/m}^2$.

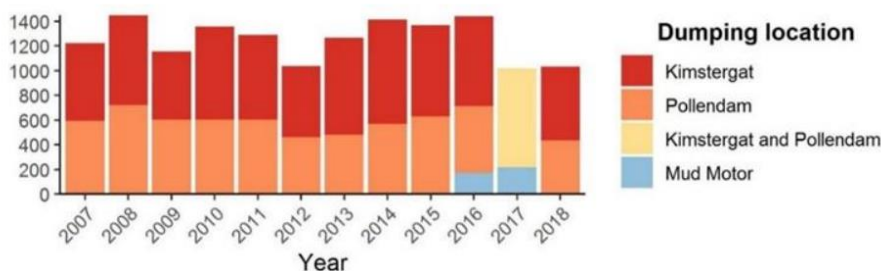
Tabel 8-1 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde fijne fractie	Waarde grove fractie	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	2650	$[\text{kg/m}^3]$
Droge dichtheid	500	500	$[\text{kg/m}^3]$
Valsnelheid	0,1	1	$[\text{mm/s}]$
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	1000	$[\text{N/m}^2]$
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	0,5	$[\text{N/m}^2]$
Erosie parameter	0,0001	0,0001	$[\text{kg/m}^2/\text{s}]$

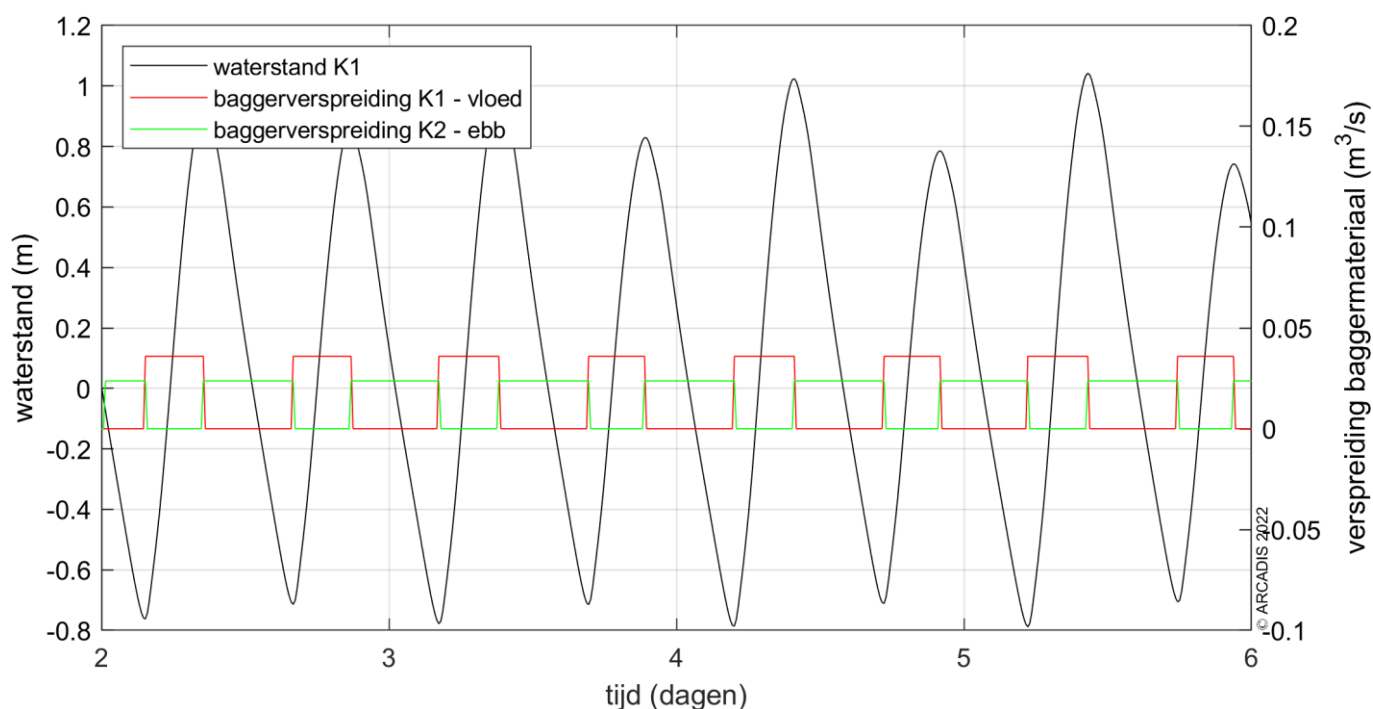
A.1.4. Simuleren van de baggerverspreiding

Voor de baggerverspreiding zijn in het Delft3D model vier sedimentbronnen aangebracht. Drie sedimentbronnen (3 gridcellen) liggen bij Kimstergat 1 (K1) omdat dit het grootste baggerverspreidingsgebied is en één sedimentbron ligt bij Kimstergat 2/Pollendam (K2) (1 gridcel). In het model wordt 50% van het gebaggerde materiaal verspreid bij K1 en 50% bij K2. De reden achter deze verdeling is de timing van het storen door eb en vloed. Gedurende vloed (de periode tussen laagwater en hoogwater) wordt er baggermateriaal verspreid bij K1 en Bij eb (de periode tussen hoogwater en laagwater) wordt er baggermateriaal verspreid bij K2. Hierdoor kan het sediment niet direct richting de haven van Harlingen worden getransporteerd. Deze verdeling tussen K1 en K2 is zichtbaar in de baggerdata van de haven van Harlingen en wordt in deze studie ook aangenomen voor de baggervolumes van de vaargeul Boontjes aangezien daar geen data van beschikbaar was.

Figuur 8-3 laat de timing van de baggerverspreiding bij K1 en K2 zien (modelinvoer). De verspreiding in m^3/s is bij K2 lager dan bij K1 doordat het langer eb is dan vloed. Dit komt door de getijdegolf die verandert van vorm in het bekken (getijdenasymmetrie).



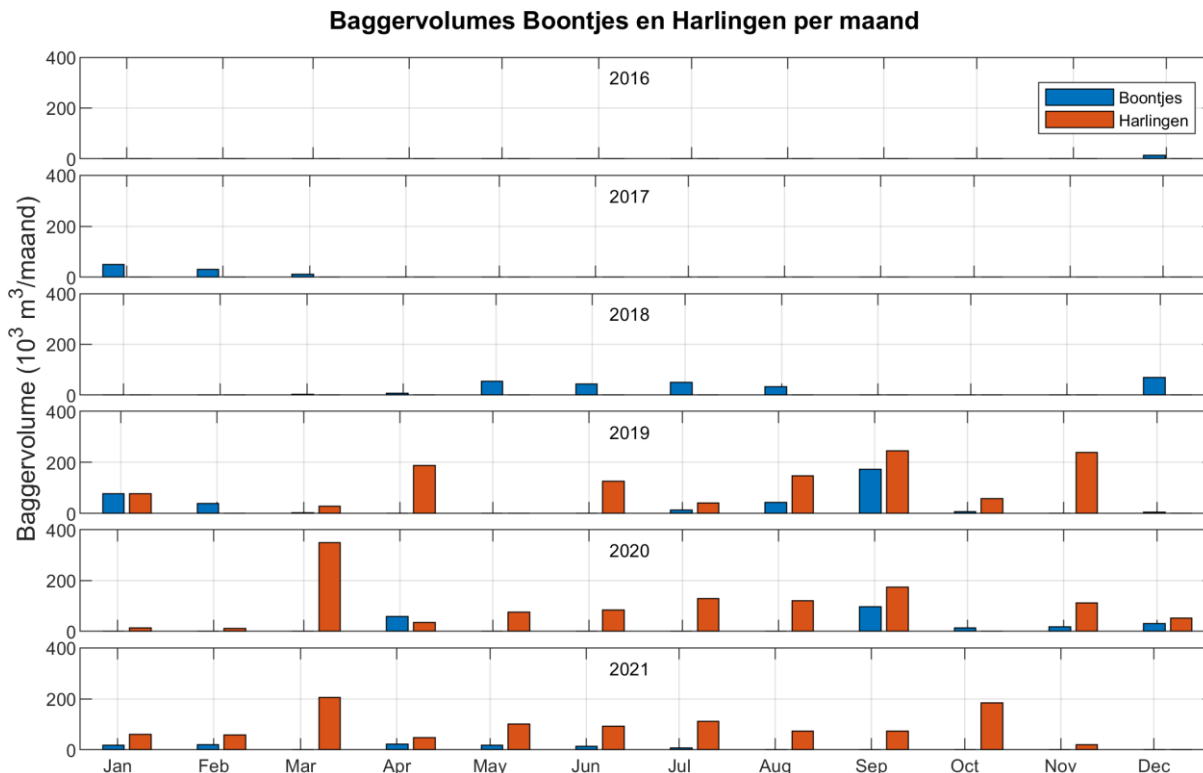
Figuur 8-2 Verspreide volumes en locaties K1 (Kimstergat) en K2 (Pollendam) van de haven van Harlingen in $1.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ (Baptist et al. 2019).



Figuur 8-3. De verspreiding van het baggermateriaal bij K1 (vloed) en K2 (eb).

A.2 Beschikbare baggerdata

Er waren baggervolumes beschikbaar van de haven van Harlingen van 2019 tot en met 2021. Van deze data was ook bekend wat de verdeling was tussen K1 en K2. 56% van het volume was verspreid bij K1 en 44% was verspreid bij K2. Van de vaargeul Boontjes waren baggervolumes beschikbaar van 2016 tot en met 2021 (Figuur 8-4). Alleen de data van 2019 tot en met 2021 is geanalyseerd om tot een bronterm te komen, zoals verder beschreven in de volgende paragraaf.



Figuur 8-4. Beschikbare data van de baggervolumes van de vaargeul Boontjes en Harlingen per maand.

A.3 Bronterm baggervolume en varianten

In totaal zijn er vier baggerverspreidingssimulaties uitgevoerd (voorts aangeduid als varianten) waarbij de duur van de simulatie en de baggervolumes verschillen.

Variant 1, 2 en 3 zijn baggerverspreidingssimulaties van 62 dagen waarvan de eerste 2 dagen hydrodynamische inspeeltijd zijn. In de daaropvolgende 30 dagen wordt baggermateriaal verspreid. In de laatste 30 dagen wordt er geen baggermateriaal verspreid en kan de verstoring uitdempen. De baggervolumes die in de eerste maand worden verspreid zijn voor variant 1, 2 en 3 verschillend (overzicht in Tabel 8-2):

- **Variant 1** simuleert het huidige baggerregime van de Boontjes, een representatieve 76 073 m³/maand. Dit volume is berekend door het jaargemiddelde baggervolume over 2019, 2020 en 2021 te nemen, en dit te delen door 3. Deze deling van 3 is gedaan om op een hoog maandelijks gemiddelde te komen (er wordt ongeveer 3 keer per jaar 'veel' gebaggerd, of 6 keer 'weinig').
- **Variant 2** simuleert het baggervolume van de vaargeul Boontjes dat verspreid is in september 2019 (174 052 m³/maand). Dit is de grootste hoeveelheid tot nu toe gemeten en daarom wordt deze maand meegenomen als casestudy.
- **Variant 3** simuleert het huidige baggerregime van de haven van Harlingen, een representatieve 123 857 m³/maand. Dit volume is berekend door het jaargemiddelde baggervolume over 2019, 2020 en 2021 te nemen, en dit te delen door 9. Er wordt ongeveer 9 keer per jaar gebaggerd in de haven van Harlingen.

De modeluitvoer van variant 1 en 3 en van variant 2 en 3 kan gecombineerd worden om inzicht te krijgen in de cumulatieve effecten van de verspreiding van het baggermateriaal uit de haven van Harlingen en de vaargeul Boontjes. Deze cumulatieve baggervolumes staat ook vermeld in Tabel 8-2.

Variant 4 is een baggerverspreidingssimulatie van 175 dagen waarin 1 januari t/m 25 juni 2021 wordt gesimuleerd met de bijbehorende baggervolumes van de haven van Harlingen plus die van de Vaargeul boontjes. Deze volumes staan in Tabel 8-3, en staan ook gevisualiseerd in Figuur . Het baggervolume van de maand juni is in 25 dagen verspreid aangezien de simulatie tot 25 juni loopt.

Tabel 8-2 Baggervolumes voor Variant 1, 2 en 3 en Variant 1 + 3.

Variant	Omschrijving	Baggervolume
Variant 1	Huidige baggerregime Boontjes	76 073 m ³ /maand
Variant 2	'Case-study' maximaal maandelijks baggervolume Boontjes	174 052 m ³ /maand
Variant 3	Huidige baggerregime Harlingen	123 857 m ³ /maand
Variant 1 + 3	Huidige baggerregime Harlingen + Boontjes	199 930 m ³ /maand
Variant 2 + 3	Huidige baggerregime Harlingen + 'Case-study' Boontjes	297 909 m ³ /maand

Tabel 8-3 Baggervolumes voor variant 4. Dit zijn de baggervolumes van de haven van Harlingen plus de vaargeul Boontjes voor het eerste half jaar van 2021.

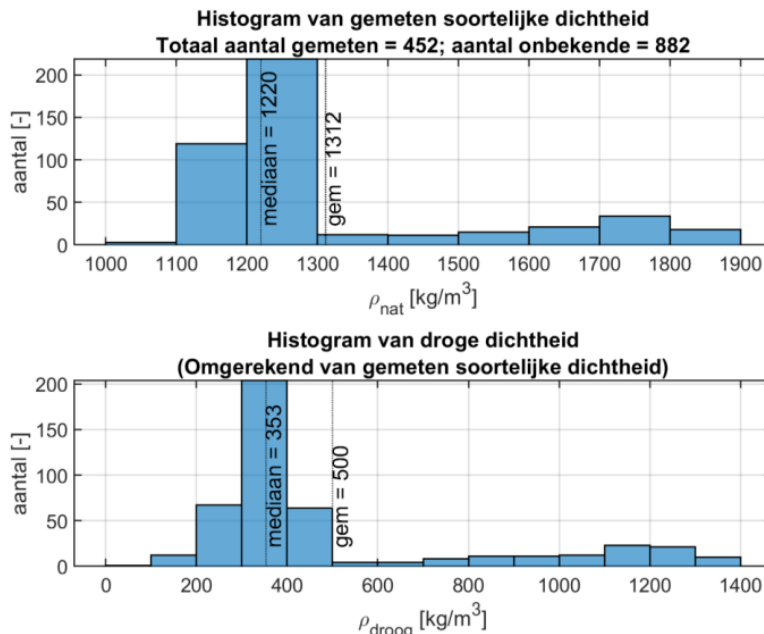
Variant	Januari	Februari	Maart	April	Mei	Juni
Variant 4	78 753 m ³	77 913 m ³	205 372 m ³	70 499 m ³	120 022 m ³	106 418 m ³

De baggervolumes die in Tabel 8-2 en Tabel 8-3 zichtbaar zijn, zijn omgezet naar kilogram slib, waarbij rekening is gehouden met de hoeveelheden zand en slib in de baggerspecie. Dit is vervolgens opgelegd in het model. Bepaling van de slibpercentages op de bodem, of uit de beun van de baggerspechepen zijn niet beschikbaar. Daarom zijn de gegevens van de dichtheden van de baggerspecie, zoals gerapporteerd door Deltares (2021) gebruikt voor het bepalen van het slibpercentages. De gemeten droge dichtheden per vaartocht met de sleehopperzuiger zijn opgenomen Figuur 8-5, waarbij moet worden opgemerkt dat deze dichtheden niet voor alle baggertochten beschikbaar zijn (start registratie 31 juli 2019). De gemiddelde droge dichtheid van alle gemeten vaartochten is 500 kg/m³. Op basis van de formule voor de relatie tussen droge dichtheid van een zand-slibmengsel en het percentage slib van Van Rijn (1990) is vervolgens vastgesteld dat bij de droge dichtheid van 500 kg/m³ een slibpercentage van 65% past. Omdat er ook andere formules bestaan voor de relatie tussen droge dichtheid en het slibpercentage is een hoger slibpercentage van 70% gekozen om te hanteren in de berekeningen. Deze 70% is een gewichtspercentage. Dit gewichtspercentage komt overeen met een volumepercentage van 76-87% van de baggerspecie.

De berekeningsstappen zijn daarmee dat de baggervolumes zijn omgerekend naar droge dichtheden. Vervolgens is het percentage van 70% slib gebruikt om het gewicht van alleen het slib te berekenen. Dit gewicht is in het model opgelegd en evenredig verdeeld over de in het model gedefinieerde slibfracties (Tabel 8-1).

Het gehanteerde slibpercentage van 70% is hoog vergeleken met andere baggerlocaties in de Waddenzee. Omdat de metingen die zijn gebruikt voor het vaststellen niet de gehele baggerperiode omvatten, is het mogelijk dat dit een overschatting van de slibpercentages oplevert. In Deltares (2021) wordt namelijk opgemerkt dat volgens de baggeraar de slibgehalten zijn toegenomen en dat kan betekenen dat juist de periode met lagere slibpercentages is ondervertegenwoordigd in de metingen. De aangenomen bronterm kan daarmee gezien worden als conservatief voor de resulterende vertroebeling. Het voor de Boontjes bepaalde massapercentage slib van 70% wordt ook gebruikt voor de berekeningen van de slibmassa van het baggeren van de haven van Harlingen.

Voor het verspreiden van het materiaal is aangenomen dat dit gebeurt met onderlossers (ook wel splijtbakken). Het materiaal komt als een dichtheidsstroom vrij en zakt vrij snel naar de bodem binnen het stortvak. Tijdens het verspreiden blijft een deel van de specie in suspensie en door een combinatie van massastraagheid en turbulentie komt nog een deel in suspensie nadat de bodem is bereikt. Op basis van vergelijkbare vertroebelingsstudies is aangenomen dat er in totaal 25% van de grove slibfractie in suspensie komt en 50% van de fijnere slibfractie. Dit materiaal zal een pluim vormen en langzaam uitdempen in de tijd. Vanwege de geringe diepte ter hoogte van de stortvakken is dit aandeel van de fijne fractie dieptegemiddeld in suspensie gebracht.



Figuur 8-5 Histogrammen van alle in-situ gemeten dichtheden (bovenste paneel) en omgerekend naar droge dichtheden (onderste paneel) van de baggervolumes van de vaargeul Boontjes tussen 2017 en 2021 (Deltares, 2021).

A.4 Resultaten

In de paragrafen van dit hoofdstuk staan figuren van de uitkomsten van Variant 1, 2, 3 en 4. Daarnaast is het cumulatief van Variant 1 + 3 en van Variant 2 + 3 gevisualiseerd. De figuren laten alleen het gebied zien dat is omkaderd in Figuur 8-6.

De volgende modeluitkomsten zijn gevisualiseerd per paragraaf:

- De maximale slibconcentratie (gedurende de gehele simulatie) aan het wateroppervlak, de bodem en dieptegemiddeld. De duur van de simulatie voor Variant 1, 2 en 3 is 62 dagen en de duur van Variant 4 is 125 dagen.
- De dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van elke week.
- De bodembedekking slib [mm] gemiddeld over de laatste dag van elke week.
- De maximale sedimentatie snelheid gedurende de gehele simulatie.

De volgende punten kunnen geobserveerd worden aan de hand van de figuren:

Algemene bevindingen:

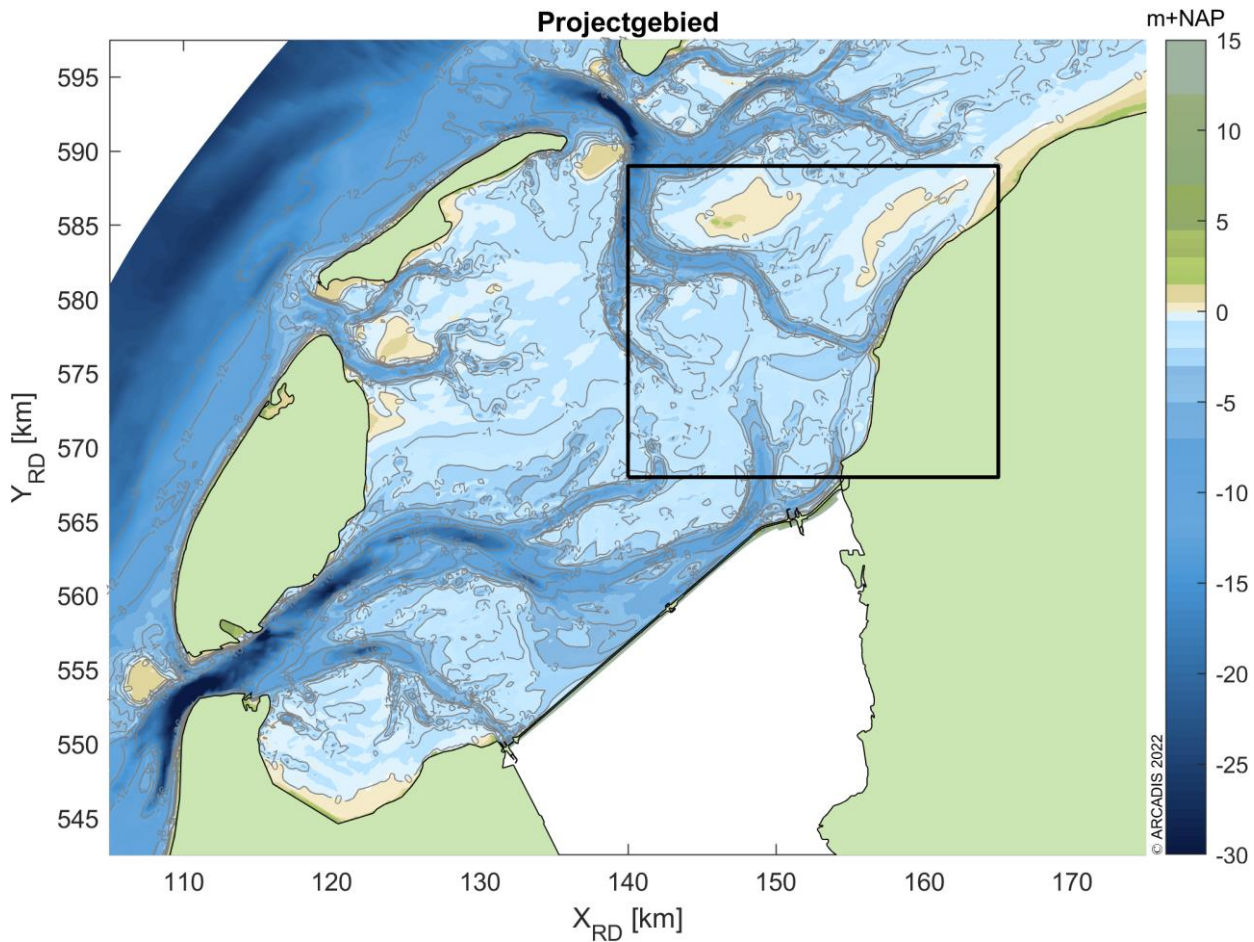
- Het slib verspreid zich voornamelijk in de geulen naast de baggerspreidingslocaties K1 en K2.
- De maximale slibconcentratie, dieptegemiddeld per week, liggen hoger dan de dieptegemiddelde slibconcentraties gemiddeld over de laatste dag van elke week. Dit komt doordat het slib opnieuw in suspensie komt wanneer de getijdestroming toeneemt. Dit is echter relatief kort in tijd.

Specifiek voor Variant 1, 2, 3 en Variant 1 + 3 en Variant 2 + 3:

- De slibconcentraties nemen toe in de eerste maand na de inspeeltijd en af in de laatste maand door uitdamping/ neerzetting van het slib.
- De bodembedekking (slib) neemt toe in de tijd. Wanneer de maand waarin baggermateriaal verspreid wordt voorbij is, neemt de bodembedekking minder snel toe doordat het meeste materiaal binnen een week neerdaalt. In de laatste twee weken van de simulatie zie je daarom bijna geen verschil in bodembedekking.

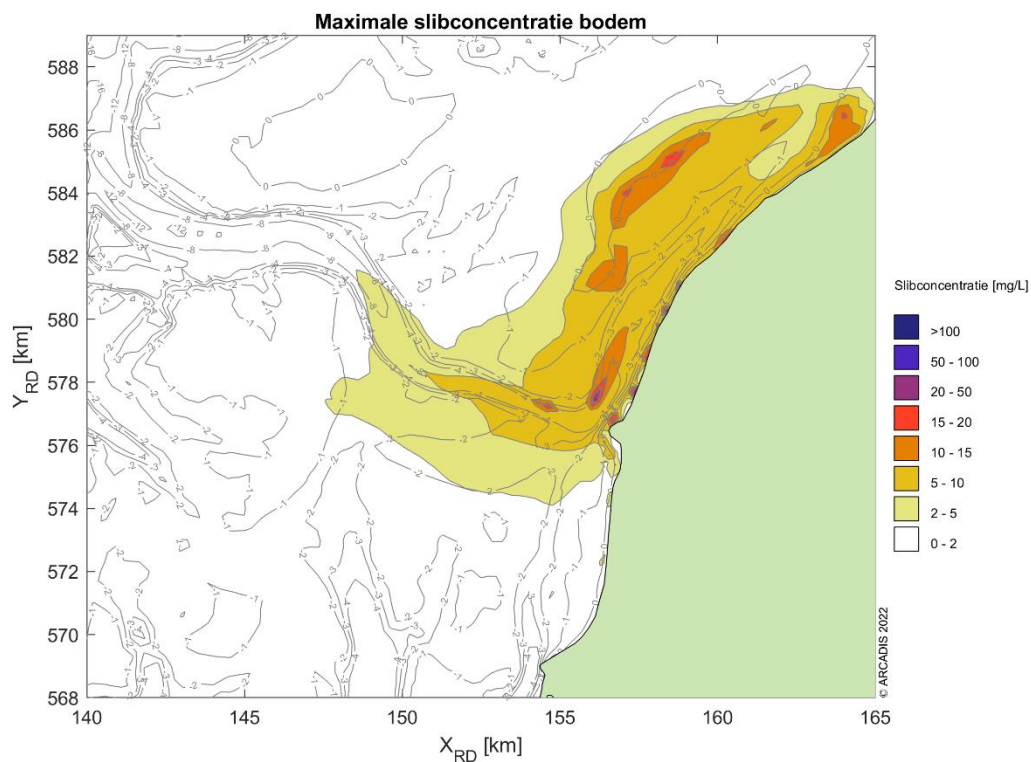
Specifiek voor Variant 4

- De slibconcentraties nemen toe of af afhankelijk van de maand. De maand maart laat de hoogste slibconcentraties zien (week 13) wat overeenkomt met het hoogste baggervolume (Tabel 8-3).
- De bodembedekking neemt toe in de tijd en verspreid zich ook in de ruimte. Het slib daalt voornamelijk neer in de geul naast K1 en in mindere maten in de geul naast K2.

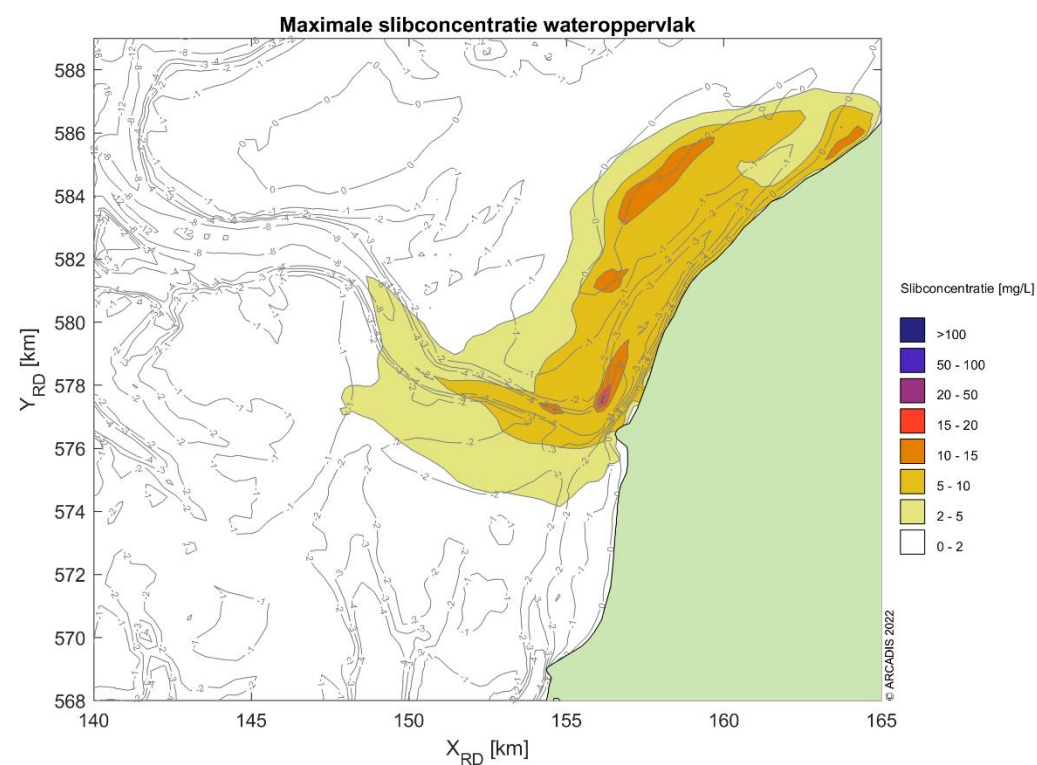


Figuur 8-6 De bathymetrie gebruikt in het Westelijk Waddenzeemodel Projectgebied omkaderd met zwarte randen. Dit is het gebied getoond in de figuren van de resultaten.

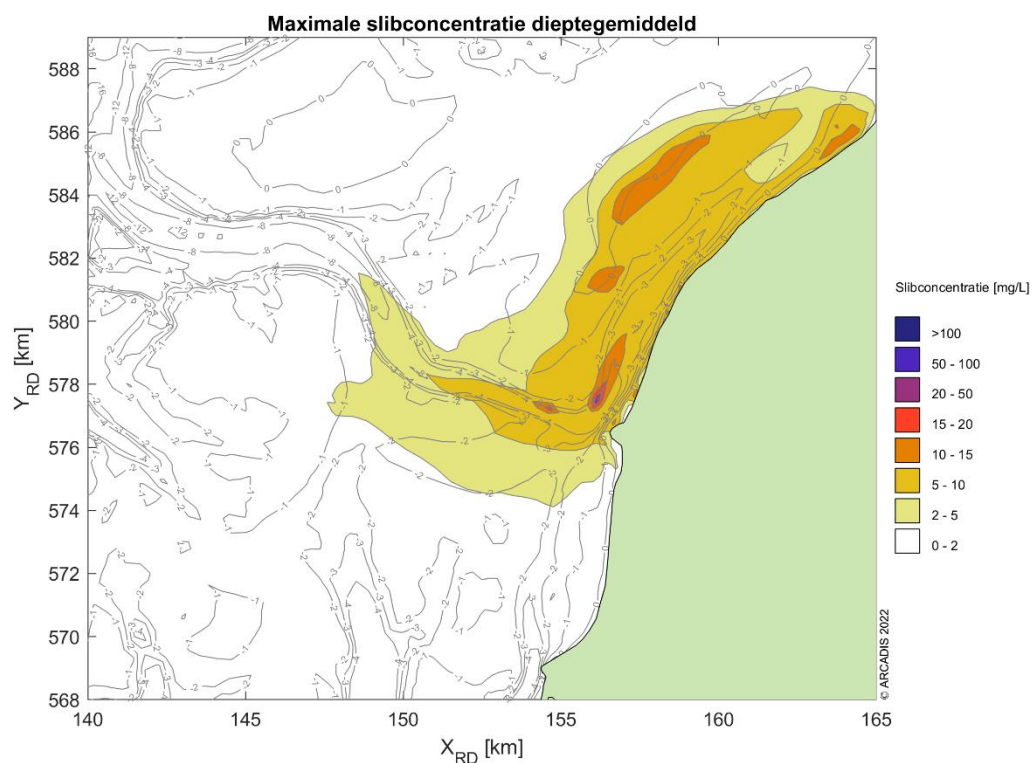
A.4.1 Variant 1 - huidige baggerregime Boontjes



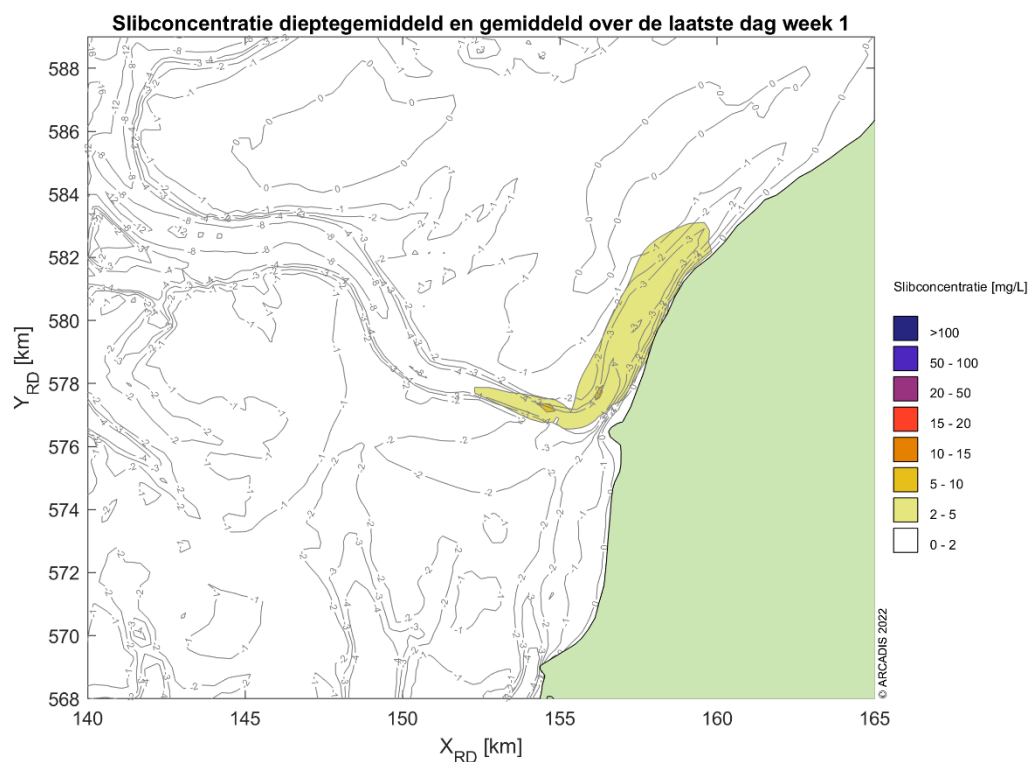
Figuur 8-7 Variant 1. De maximale slibconcentratie bij de bodem.



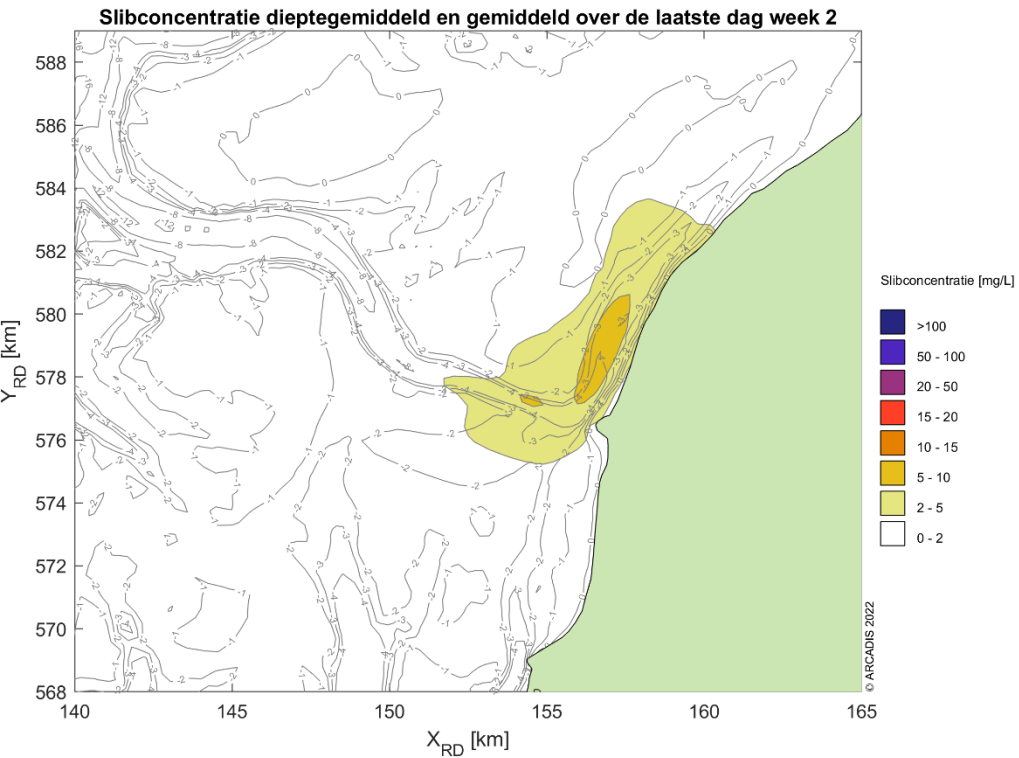
Figuur 8-8 Variant 1. De maximale slibconcentratie aan het wateroppervlak.



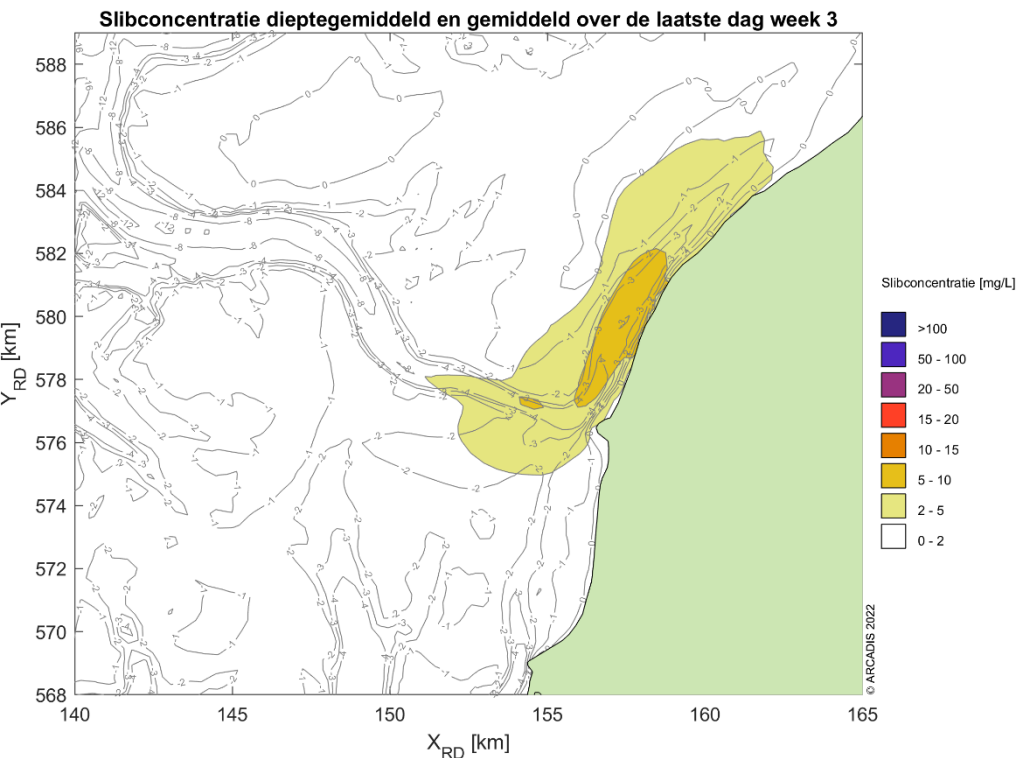
Figuur 8-9 Variant 1. Maximale slibconcentratie dieptegemiddeld.



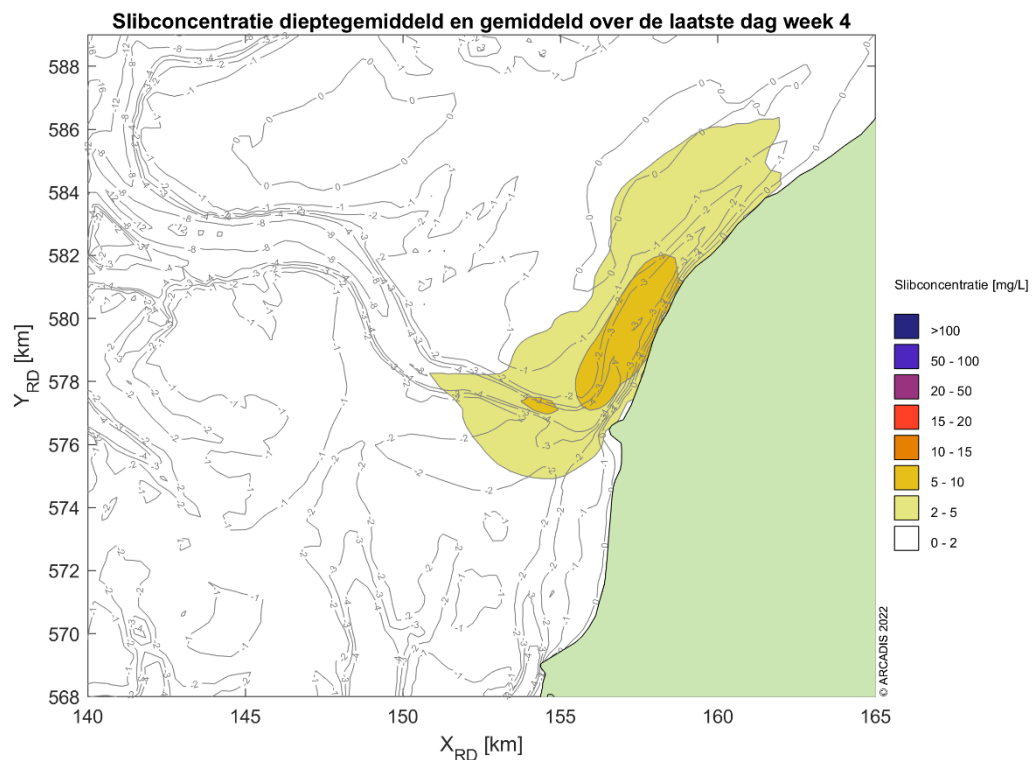
Figuur 8-10 Variant 1. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 1.



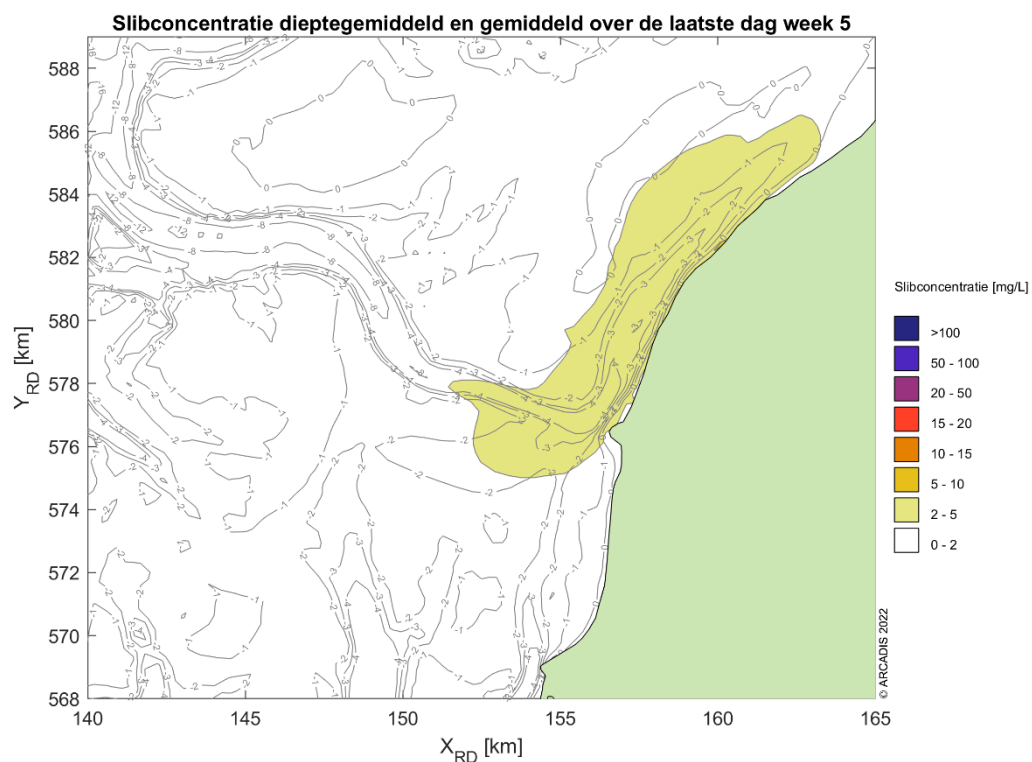
Figuur 8-11 Variant 1. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 2.



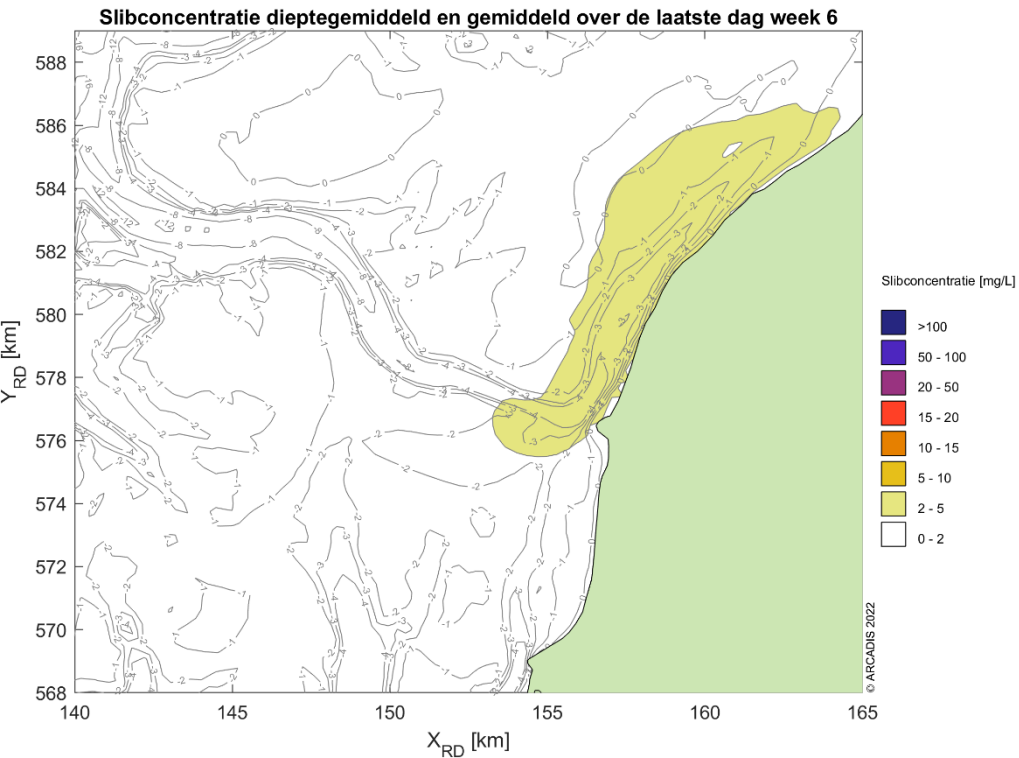
Figuur 8-12 Variant 1. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 3.



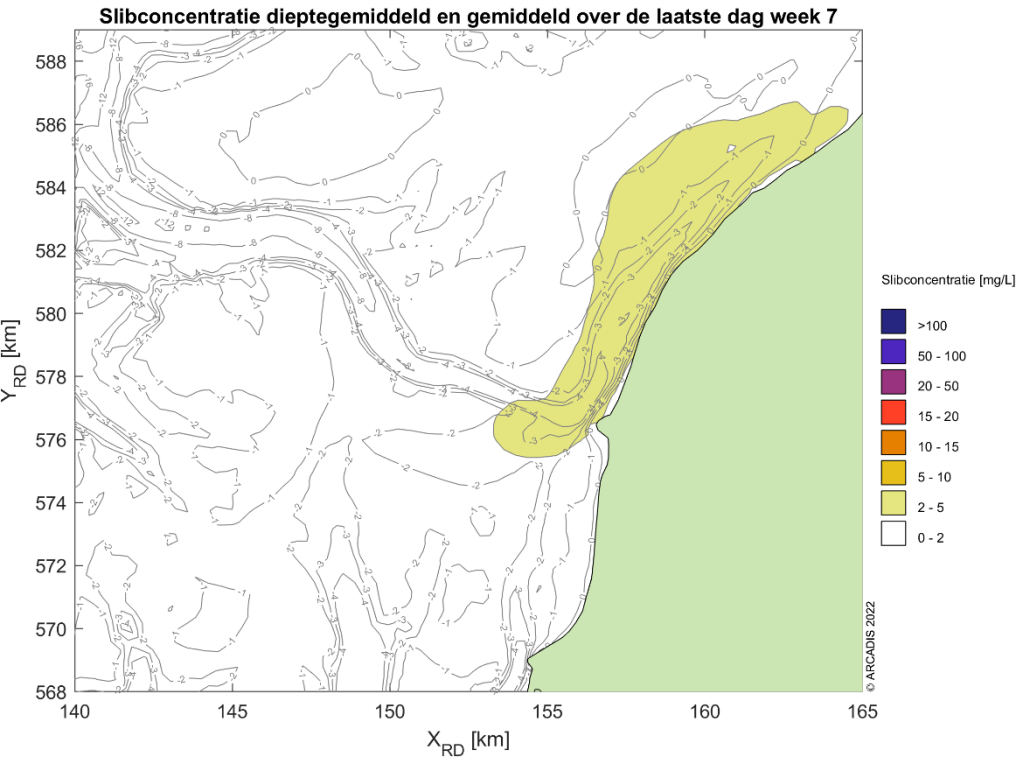
Figuur 8-13 Variant 1. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 4.



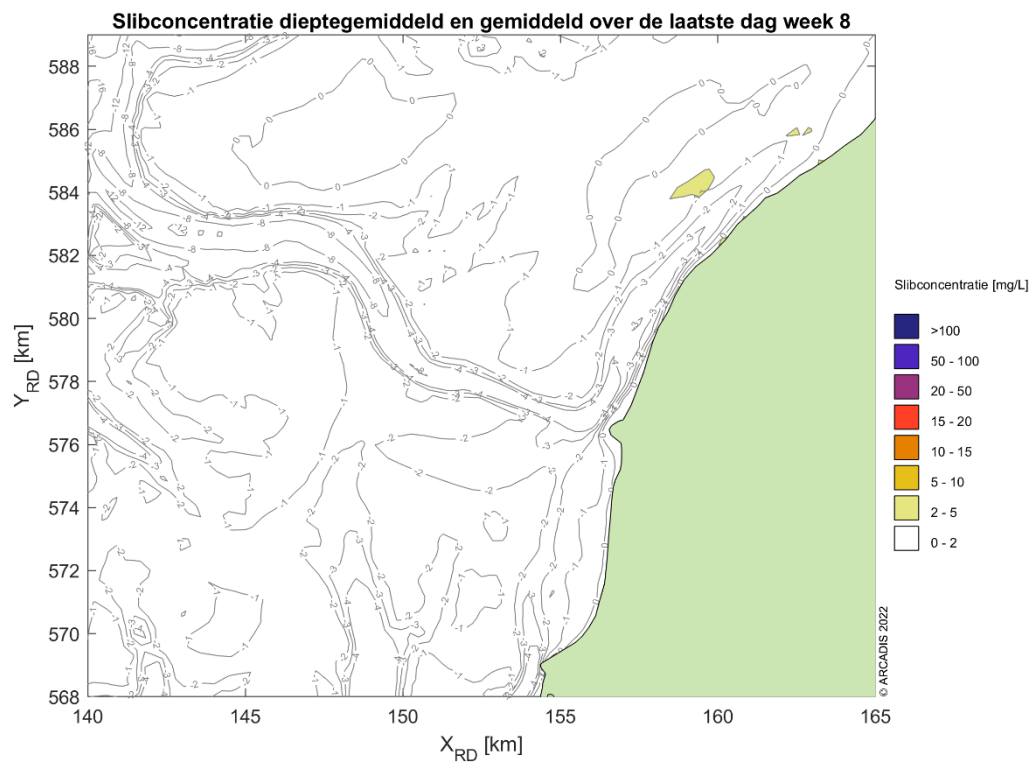
Figuur 8-14 Variant 1. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 5.



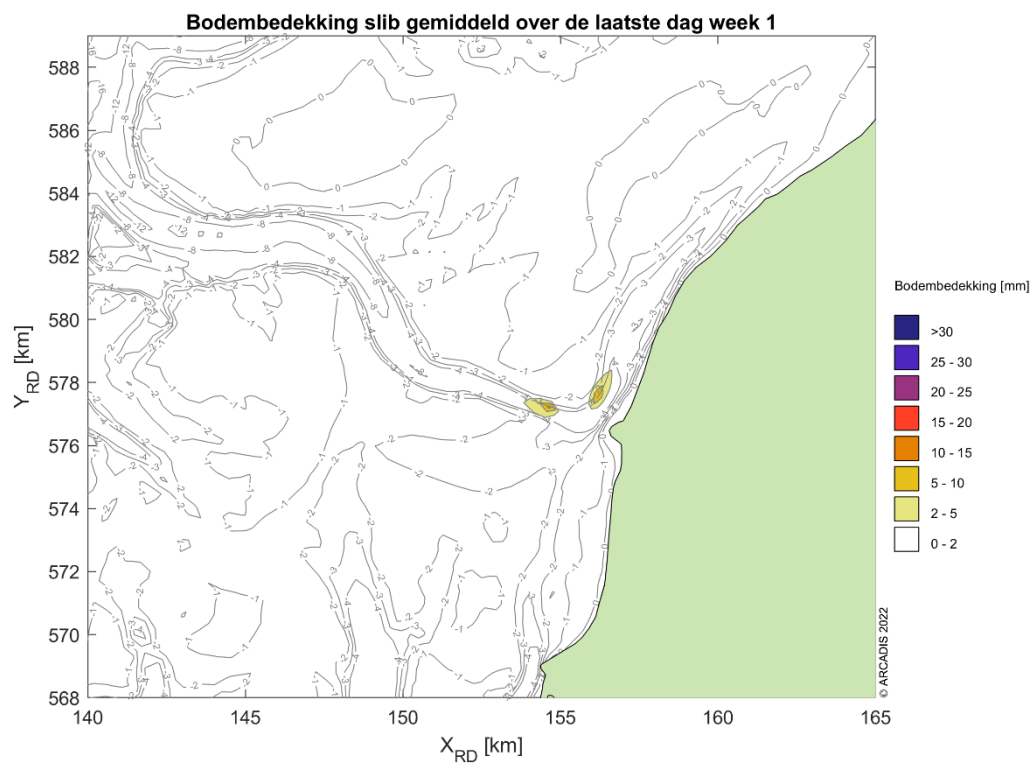
Figuur 8-15 Variant 1. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 6.



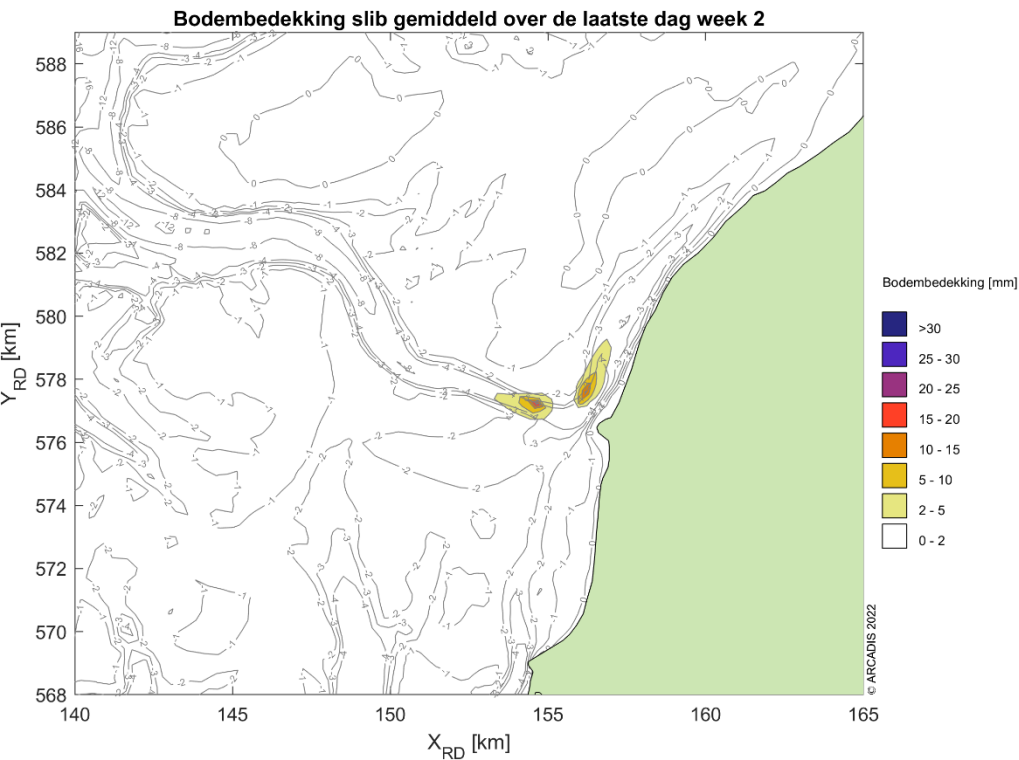
Figuur 8-16 Variant 1. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 7.



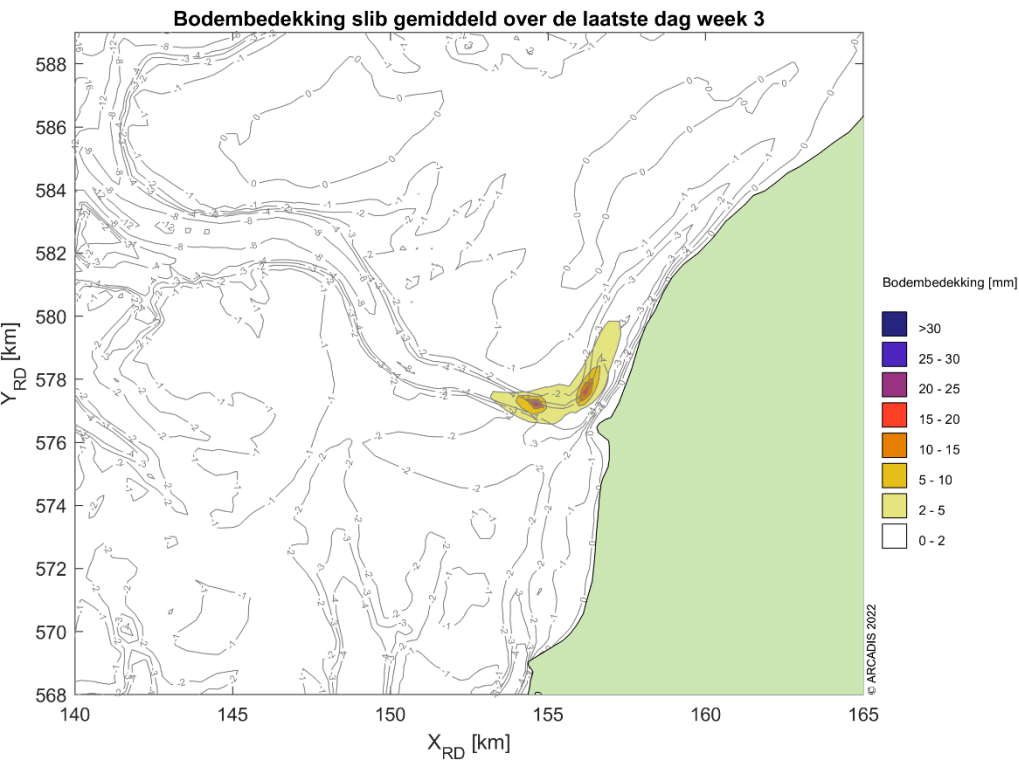
Figuur 8-17 Variant 1. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 8.



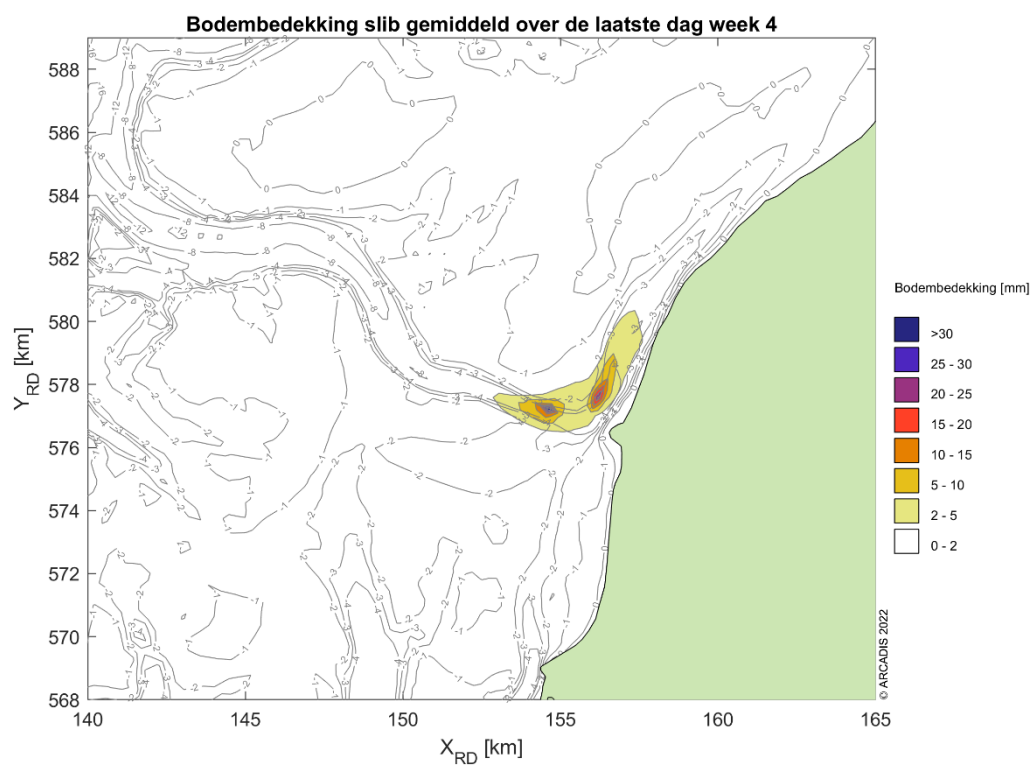
Figuur 8-18 Variant 1. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 1.



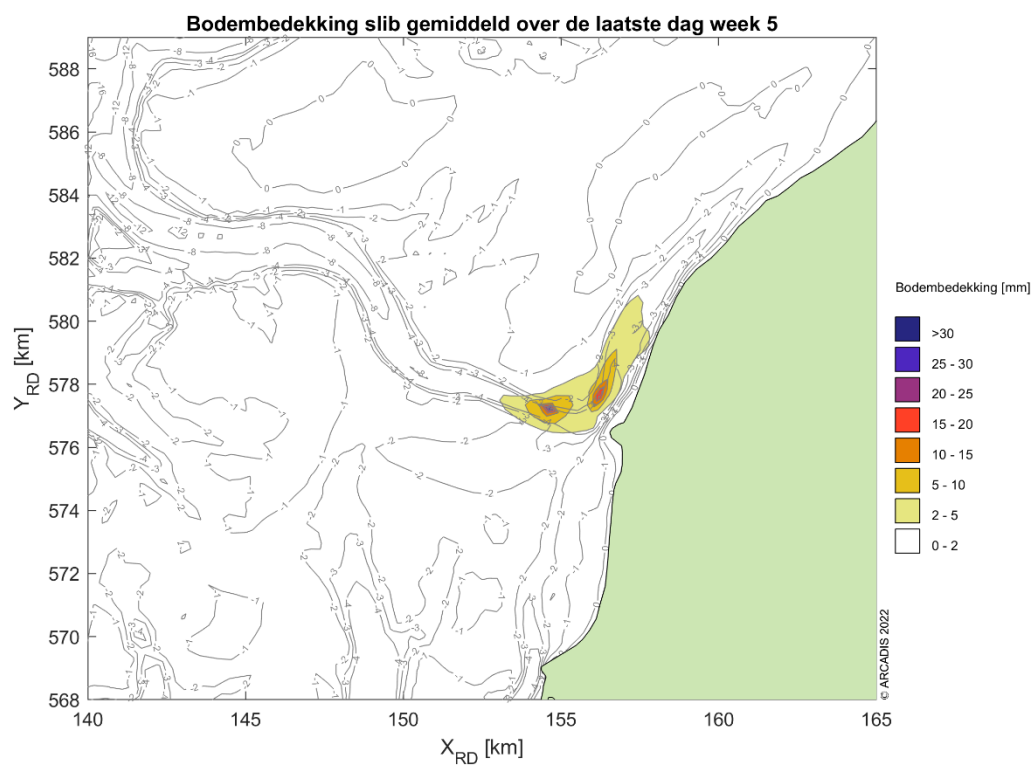
Figuur 8-19 Variant 1. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 2.



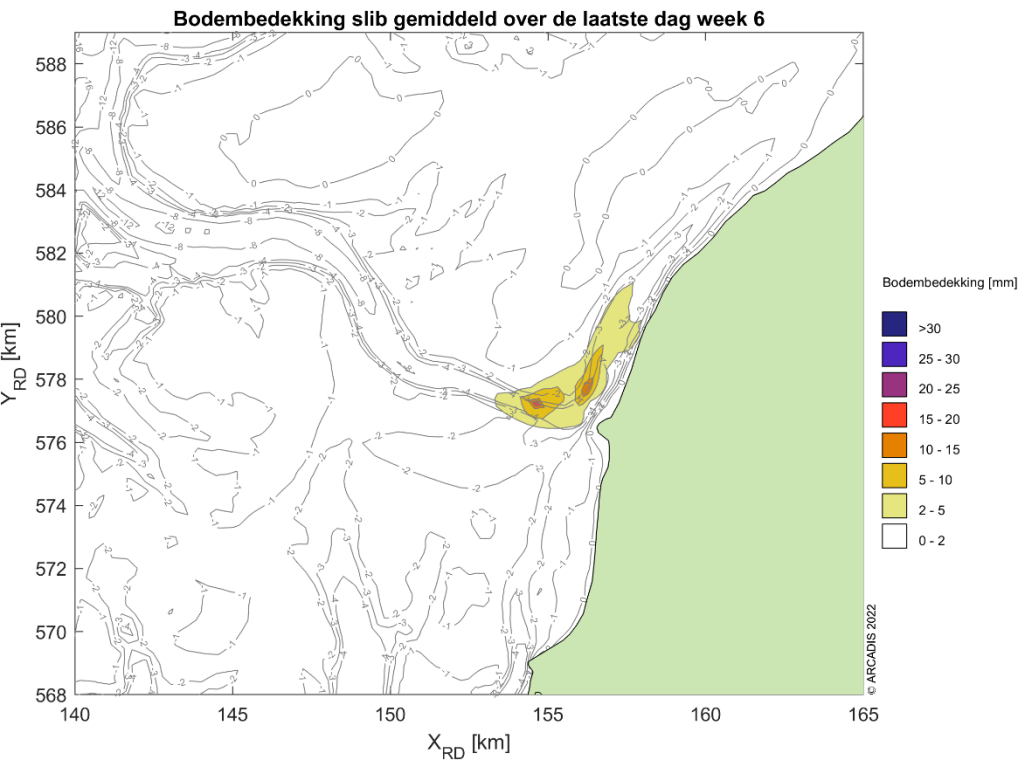
Figuur 8-20 Variant 1. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 3.



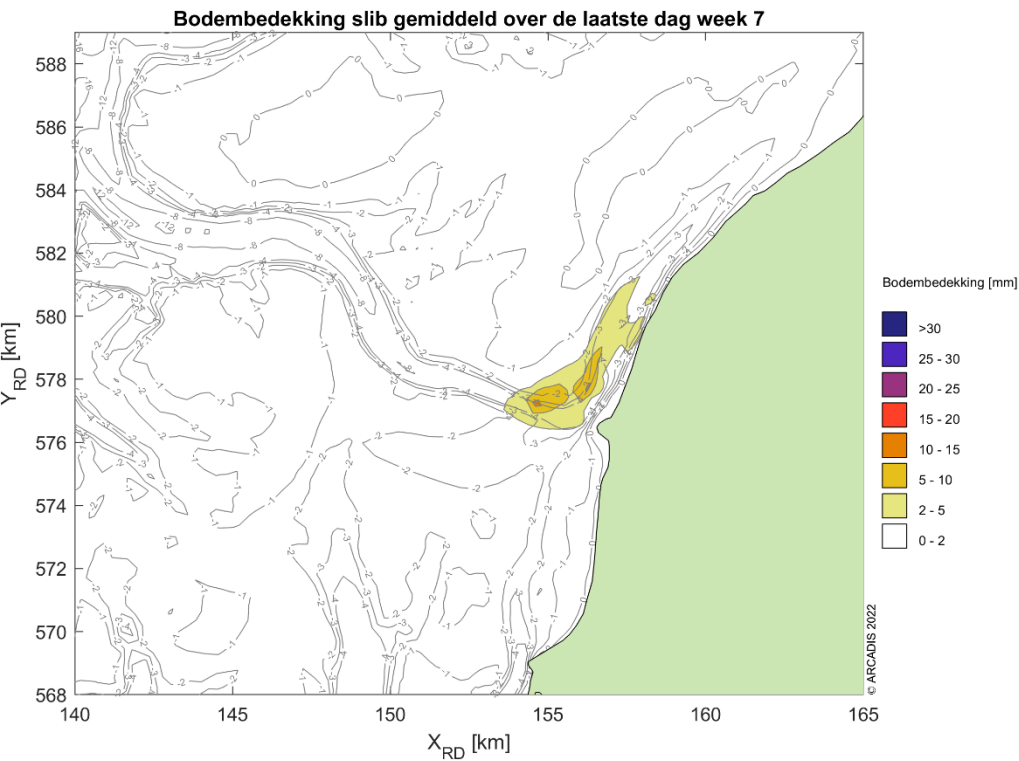
Figuur 8-21 Variant 1. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 4.



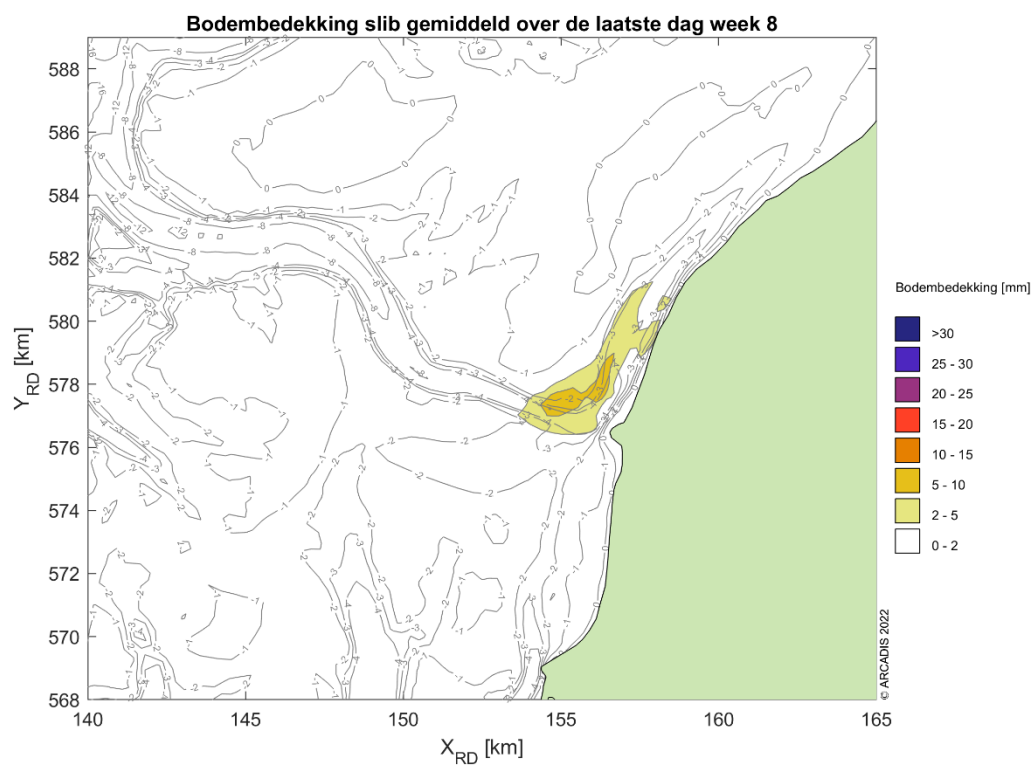
Figuur 8-22 Variant 1. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 5.



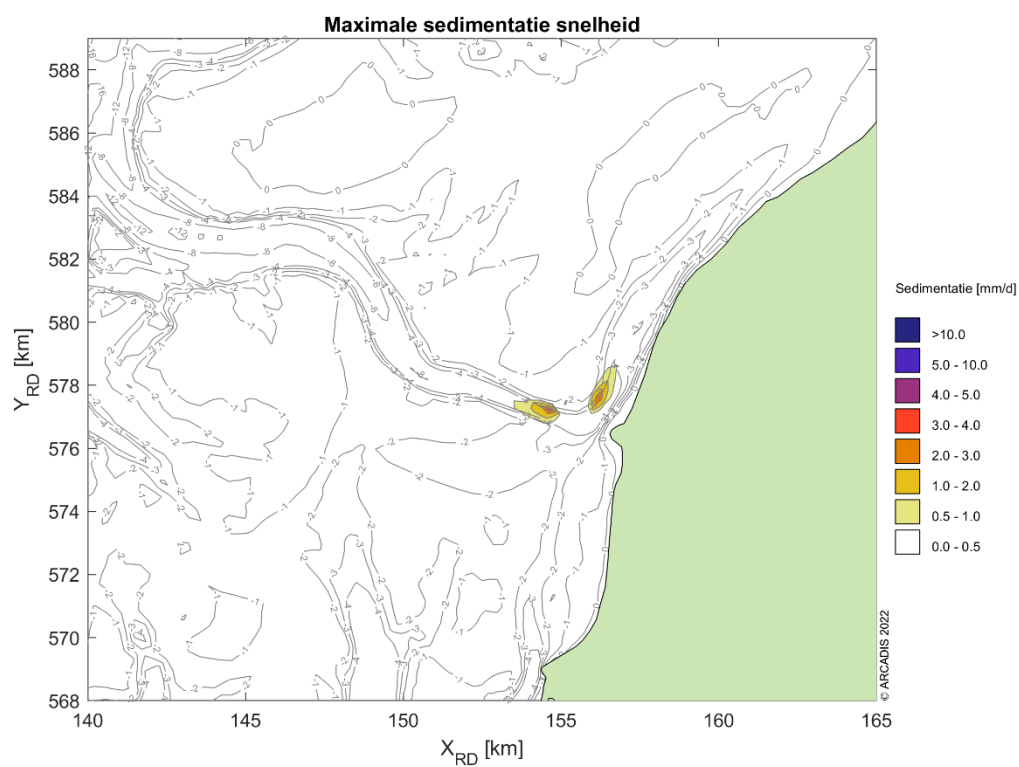
Figuur 8-23 Variant 1. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 6.



Figuur 8-24 Variant 1. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 7.

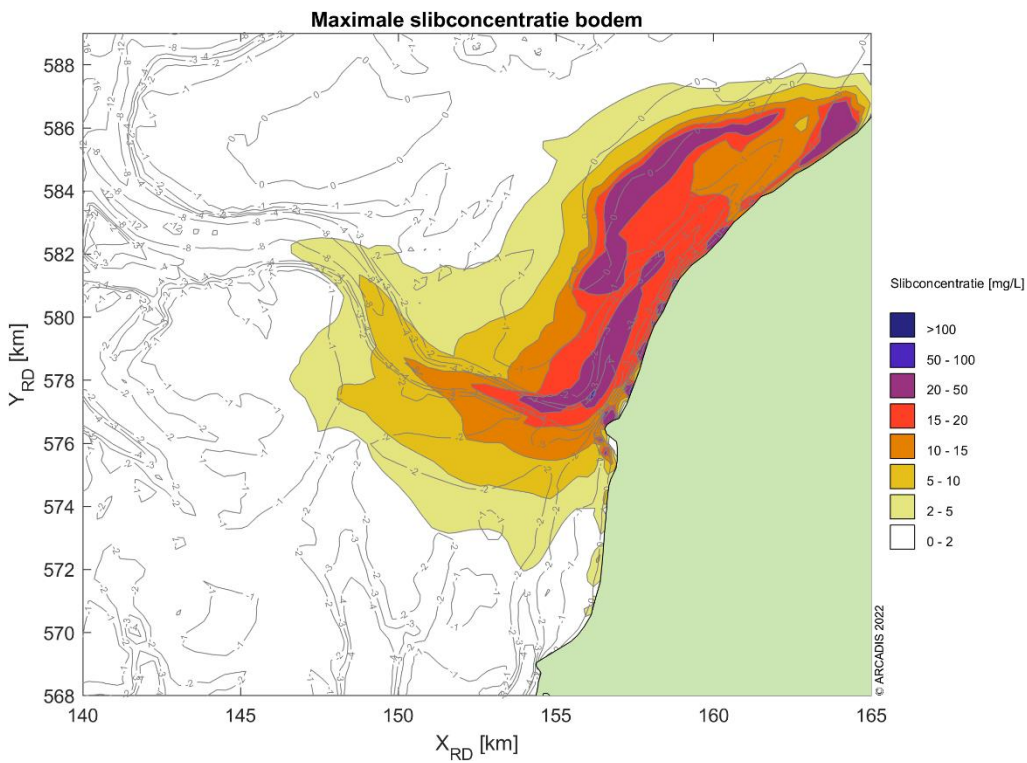


Figuur 8-25 Variant 1. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 8.

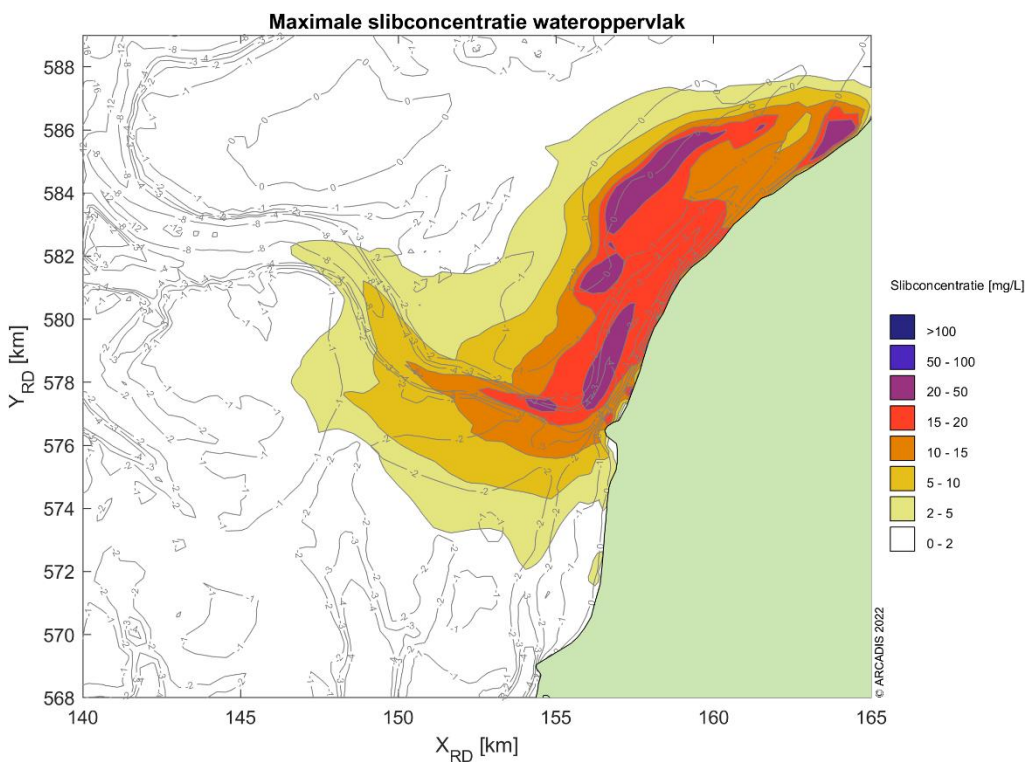


Figuur 8-26 Variant 1. Maximale sedimentatiesnelheid.

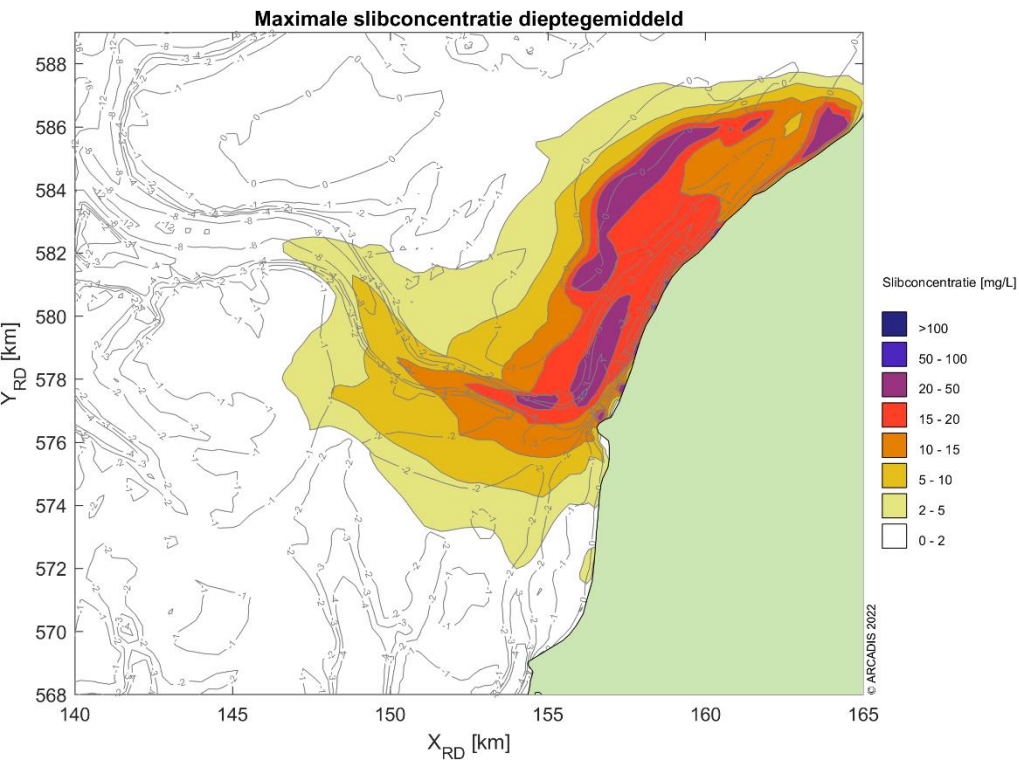
A.4.2 Variant 2 – ‘casestudy’ maximaal maandelijks baggervolume Boontjes



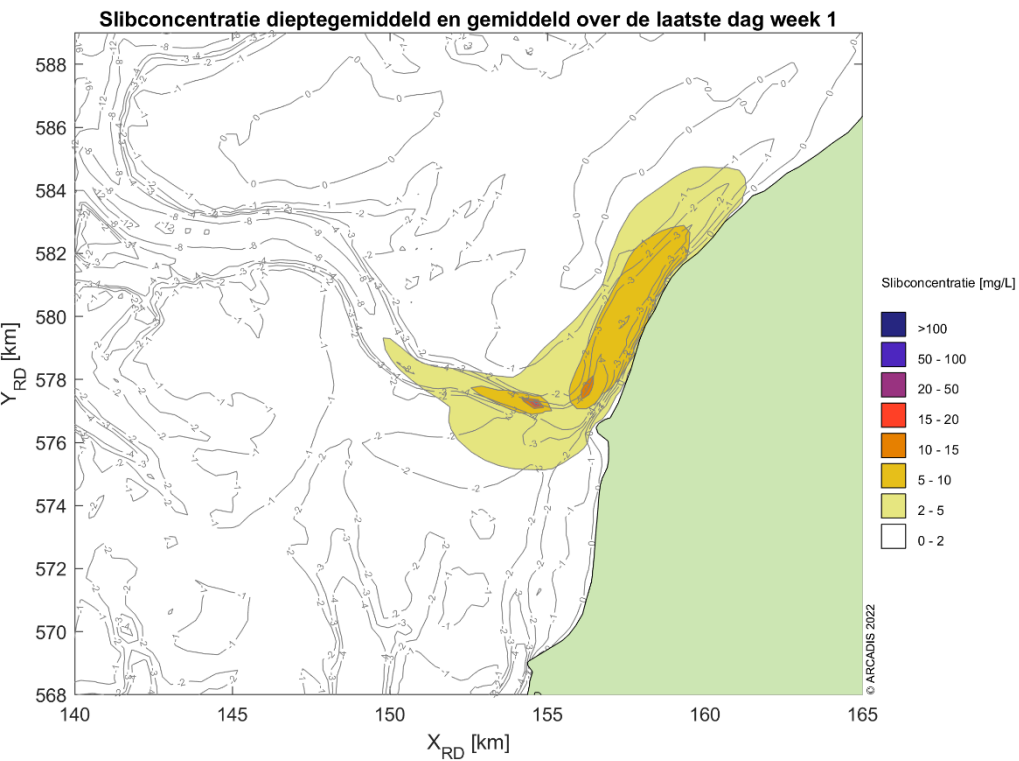
Figuur 8-27 Variant 2. De maximale slibconcentratie bij de bodem.



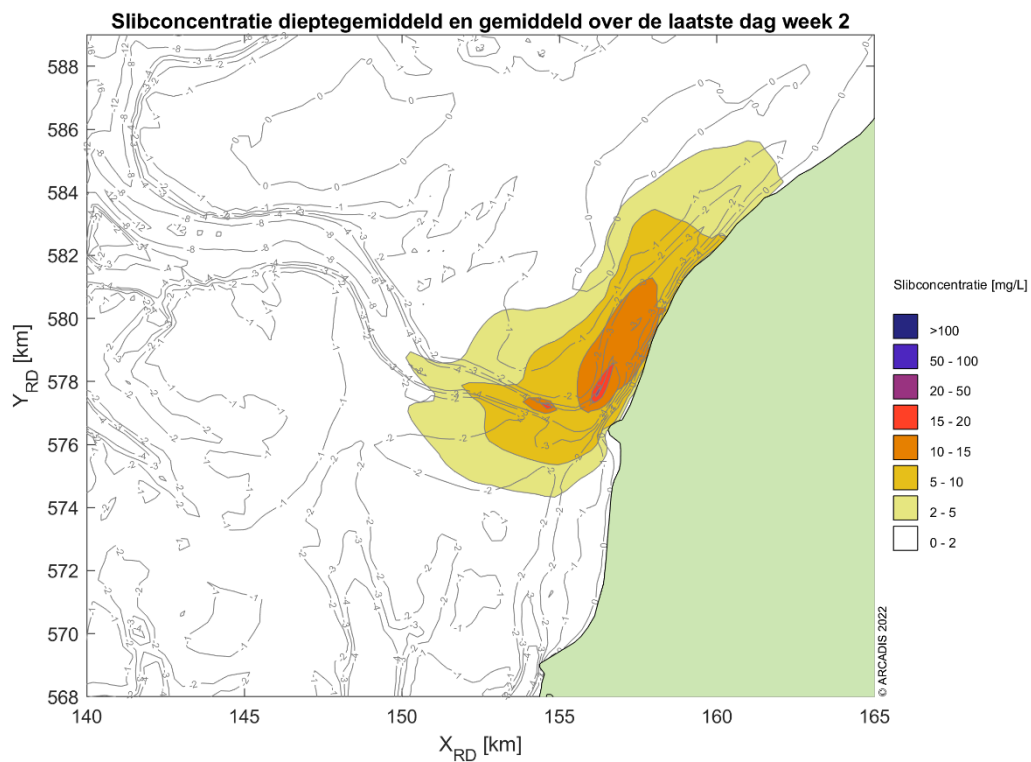
Figuur 8-28 Variant 2. De maximale slibconcentratie aan het wateroppervlak.



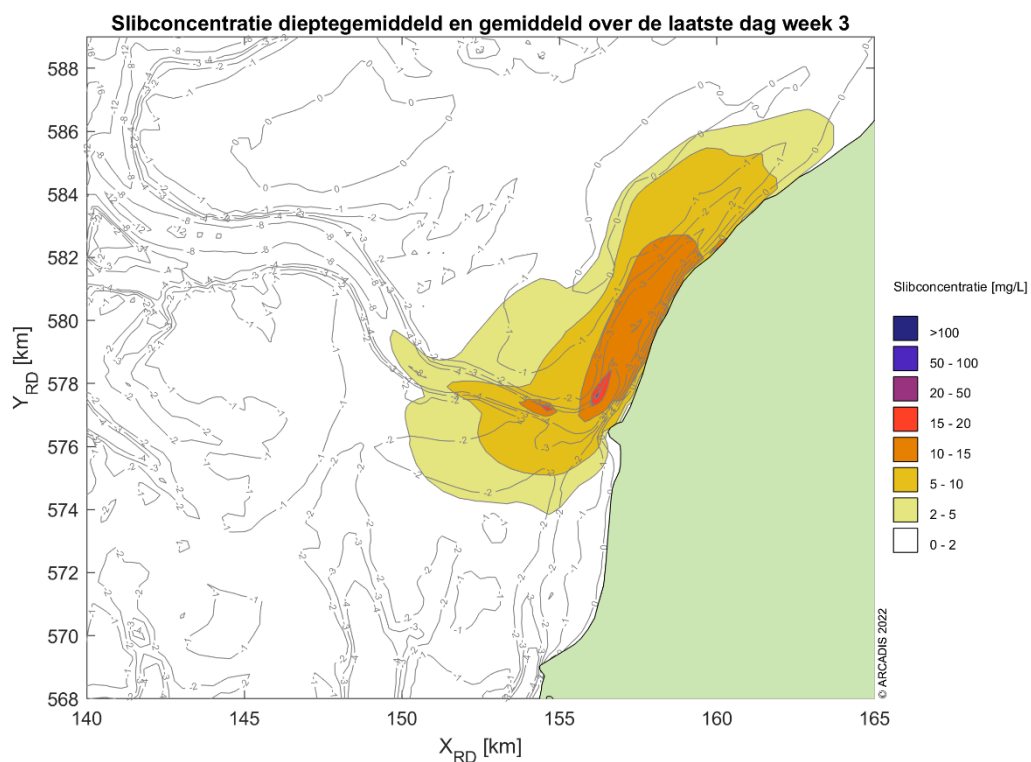
Figuur 8-29 Variant 2. De maximale slibconcentratie dieptegemiddeld.



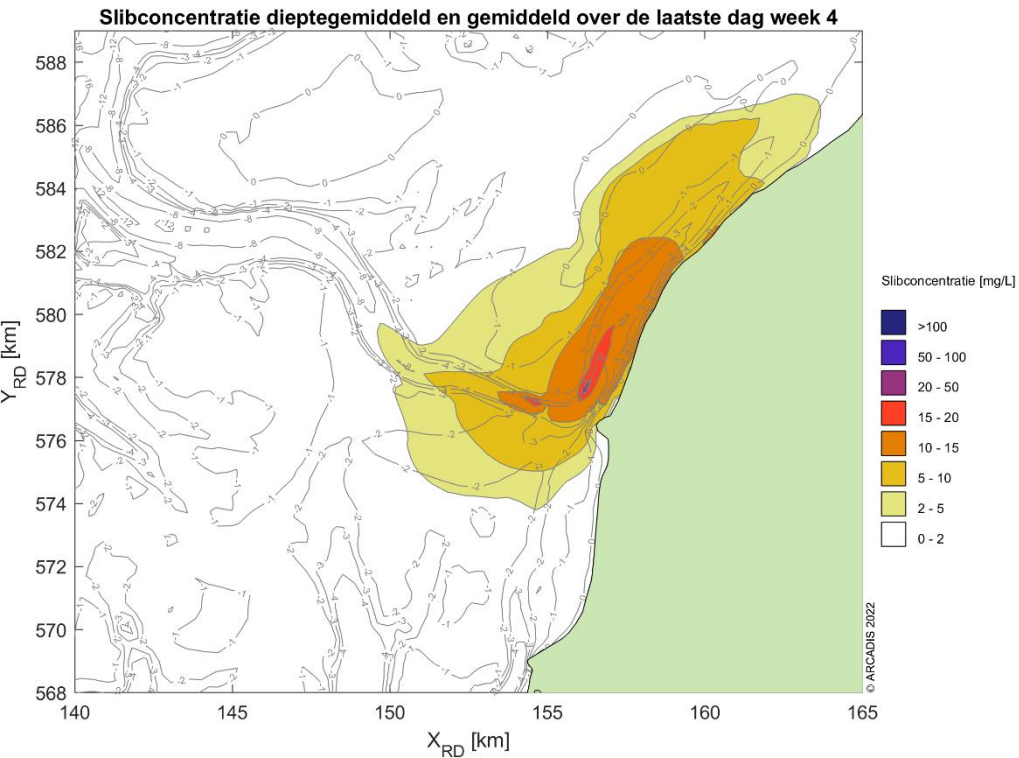
Figuur 8-30 Variant 2. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 1.



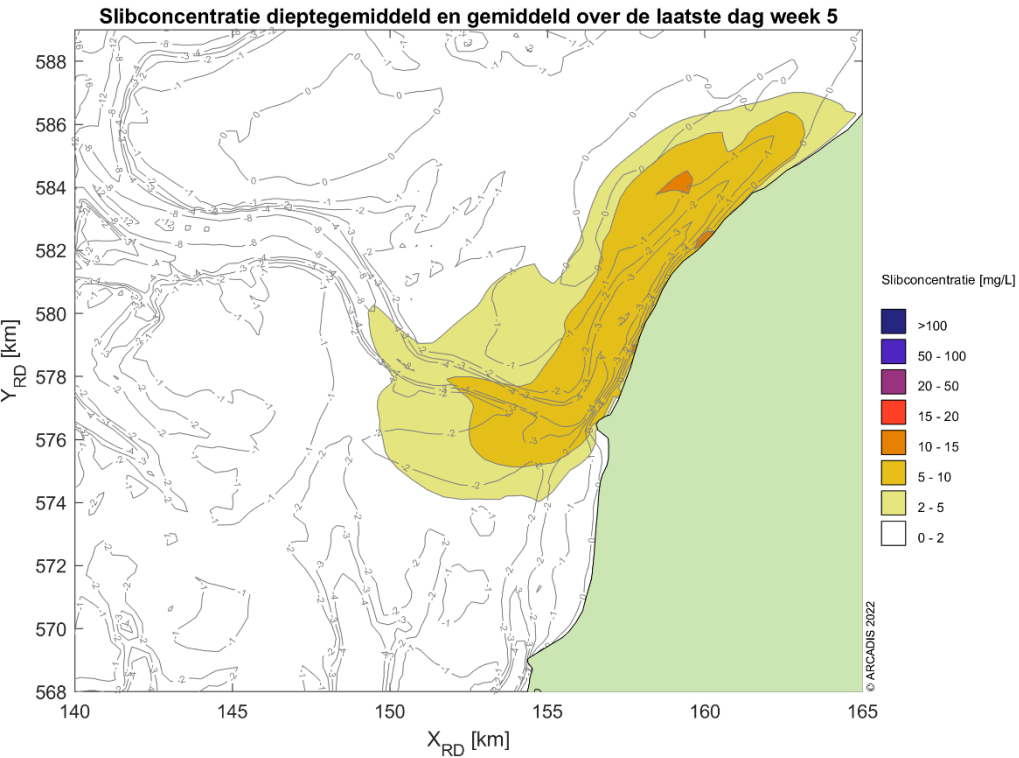
Figuur 8-31 Variant 2. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 2.



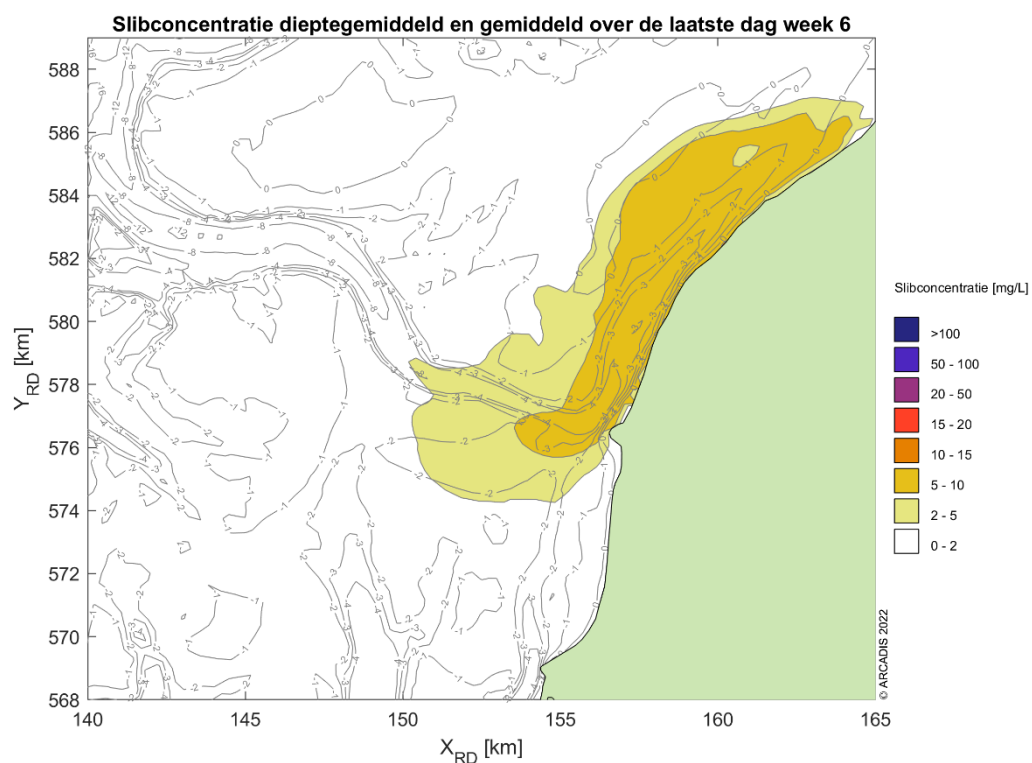
Figuur 8-32 Variant 2. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 3.



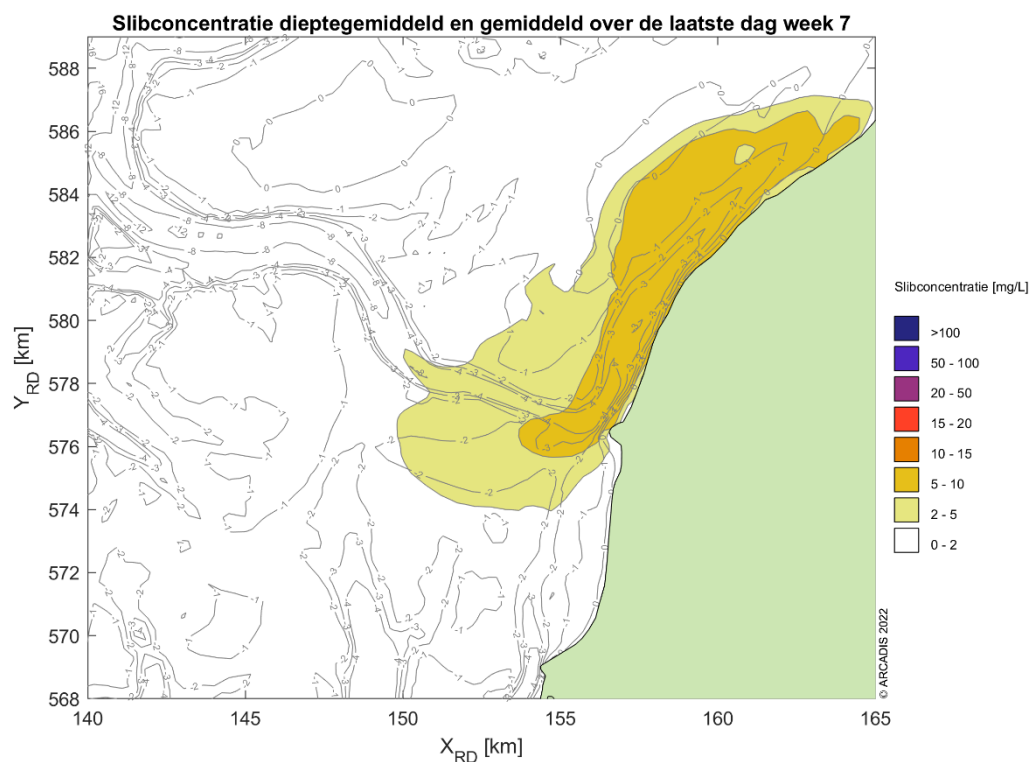
Figuur 8-33 Variant 2. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 4.



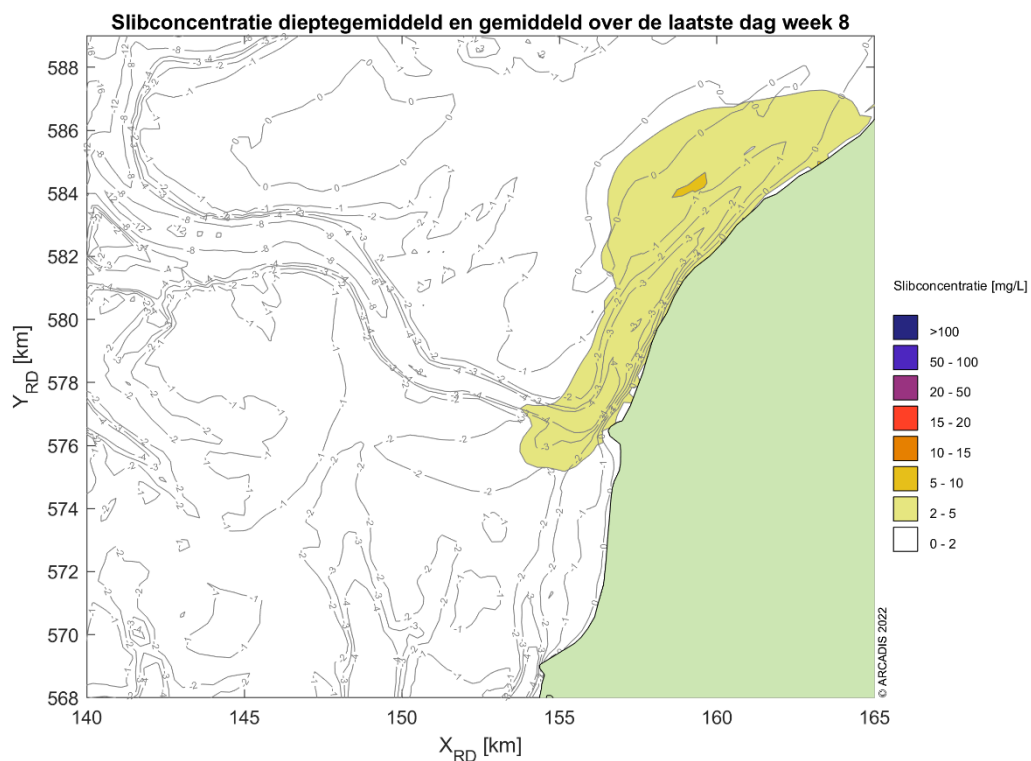
Figuur 8-34 Variant 2. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 5.



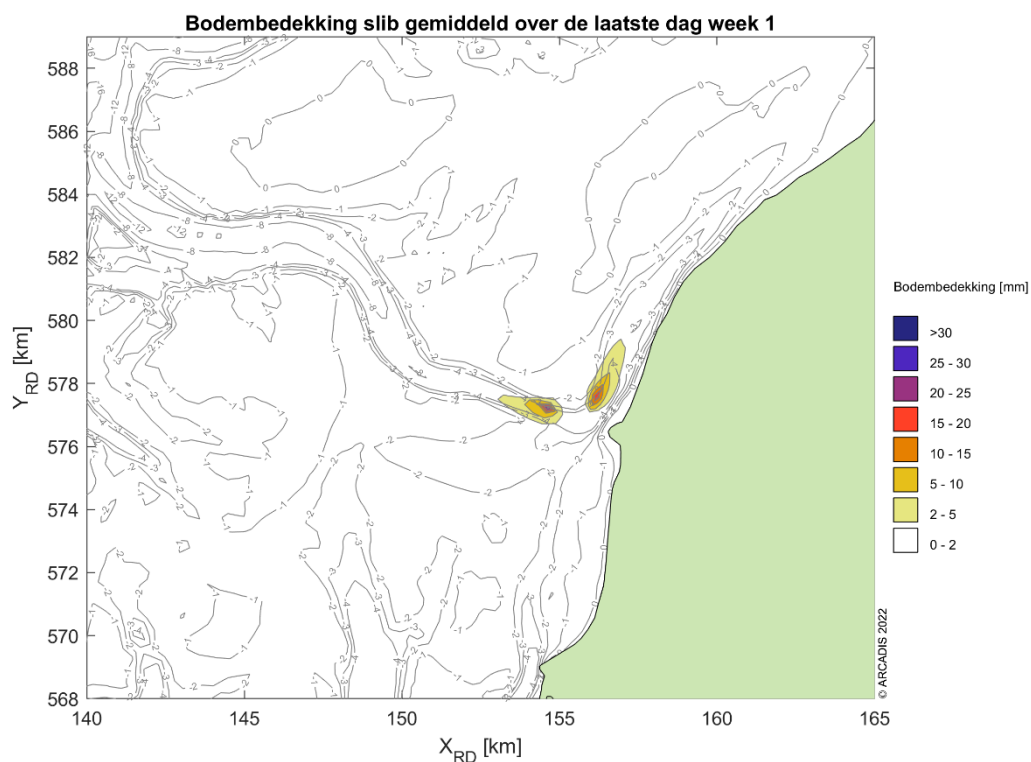
Figuur 8-35 Variant 2. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 6.



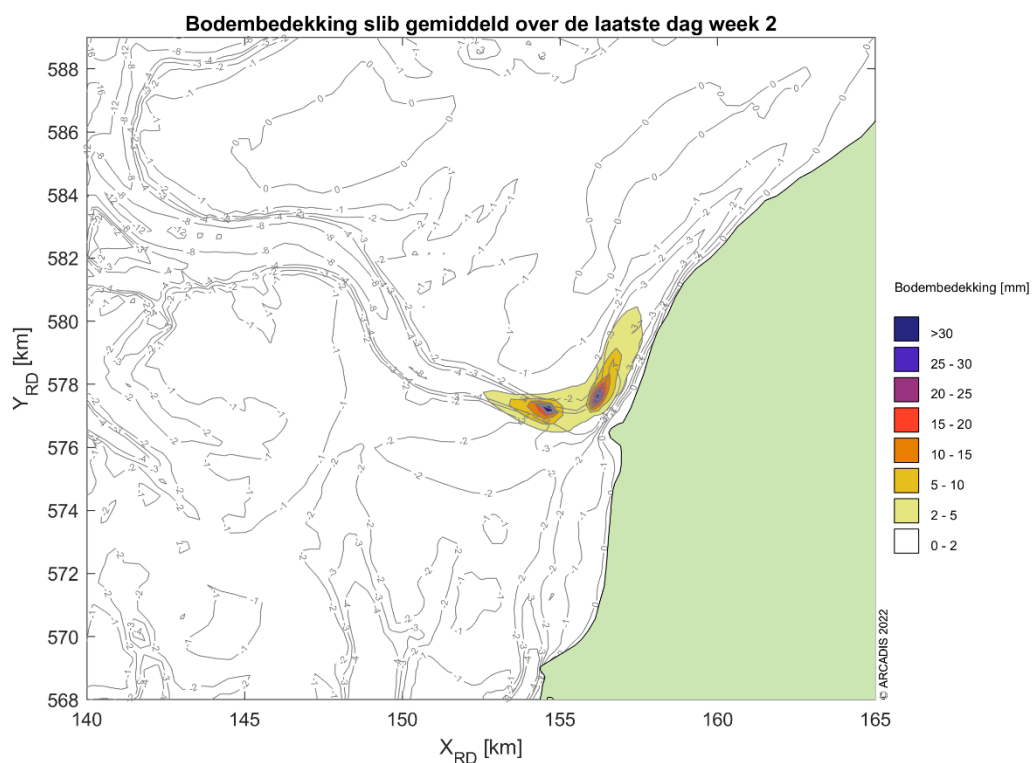
Figuur 8-36 Variant 2. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 7.



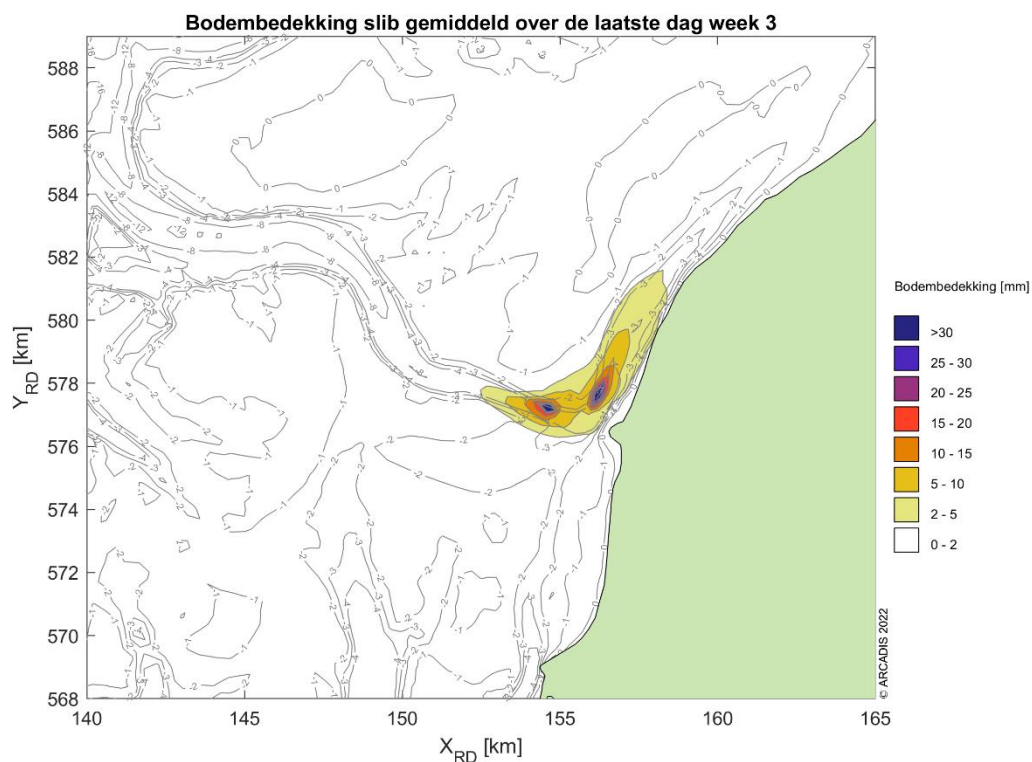
Figuur 8-37 Variant 2. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 8.



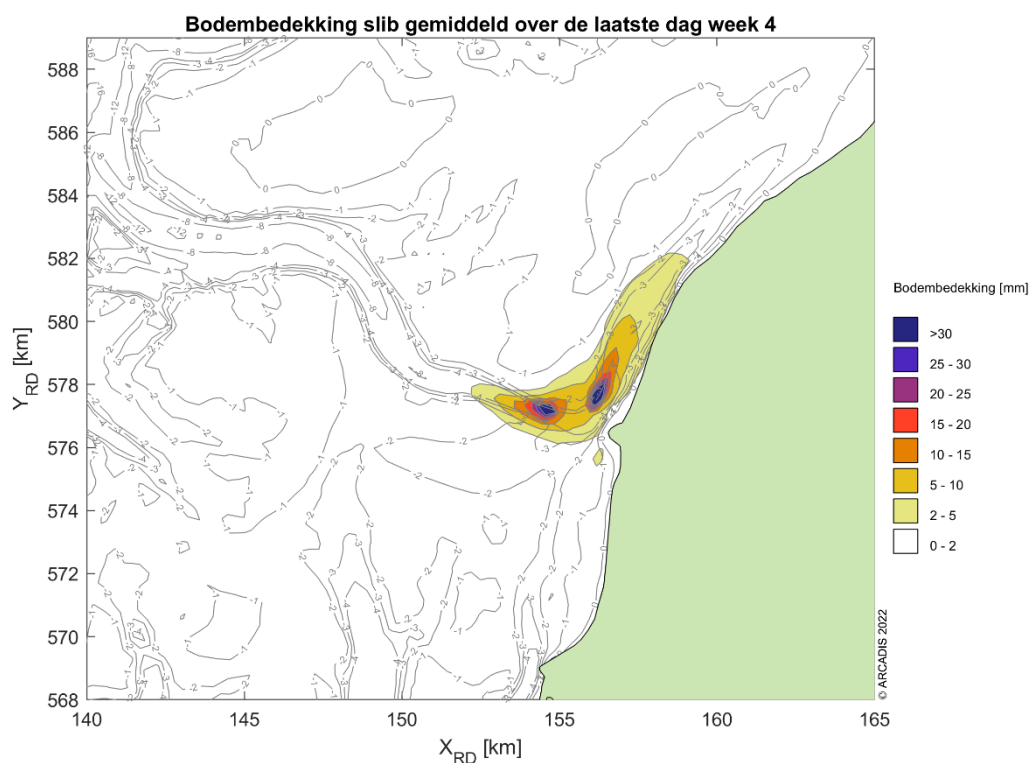
Figuur 8-38 Variant 2. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 1.



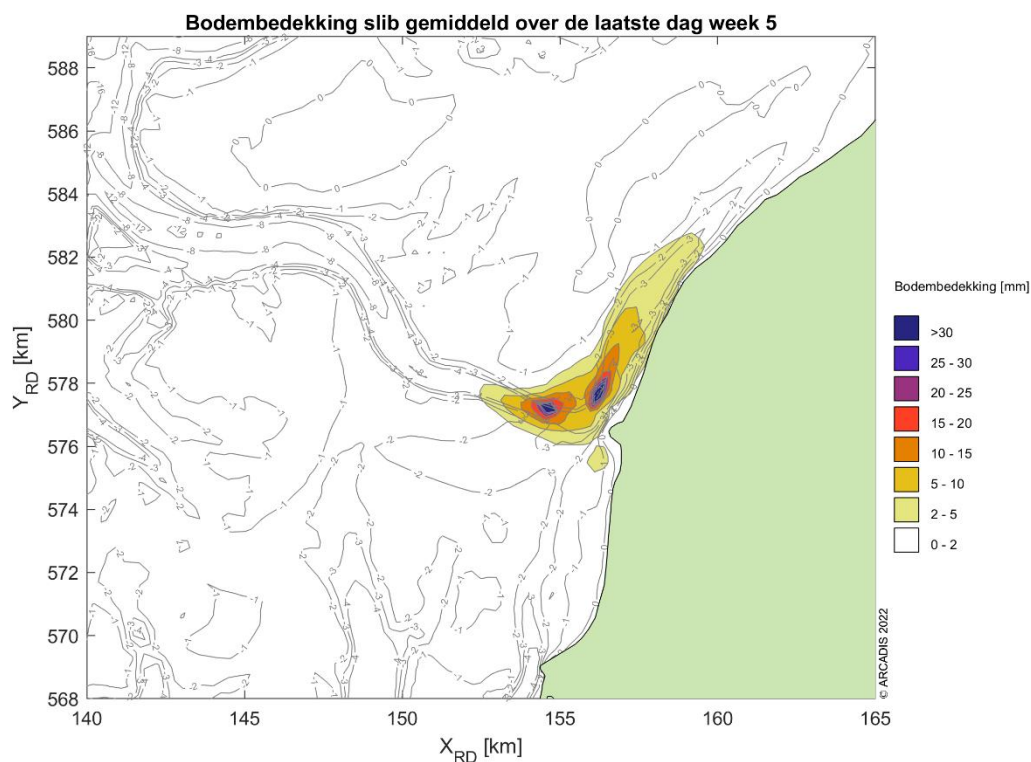
Figuur 8-39 Variant 2. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 2.



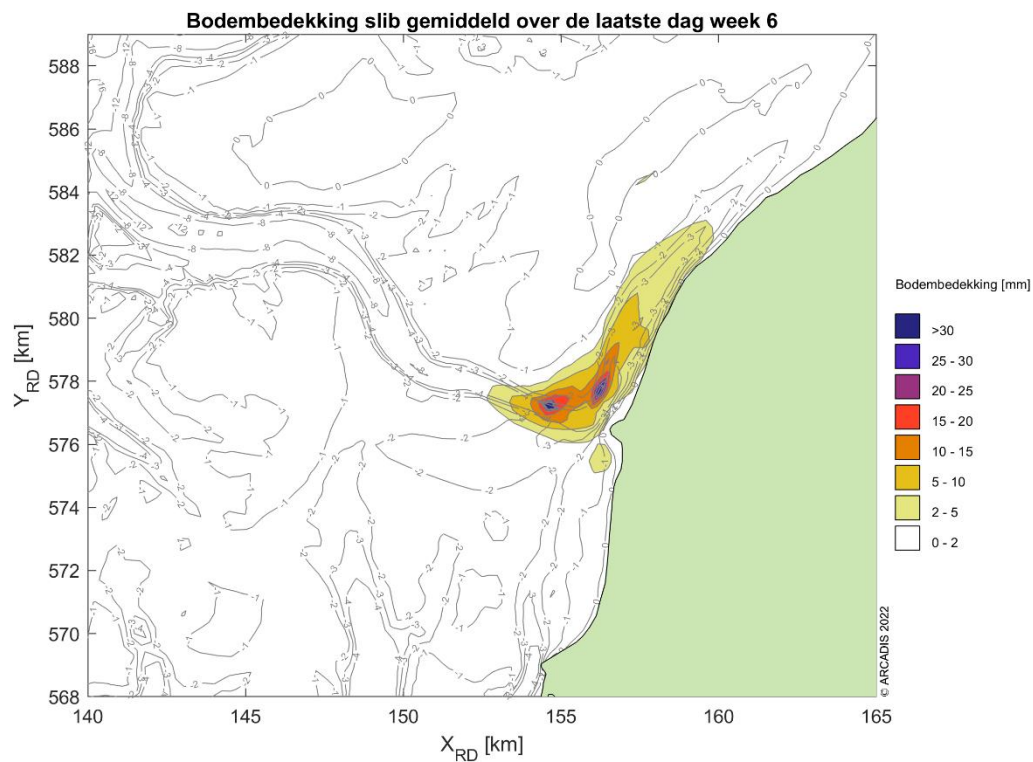
Figuur 8-40 Variant 2. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 3.



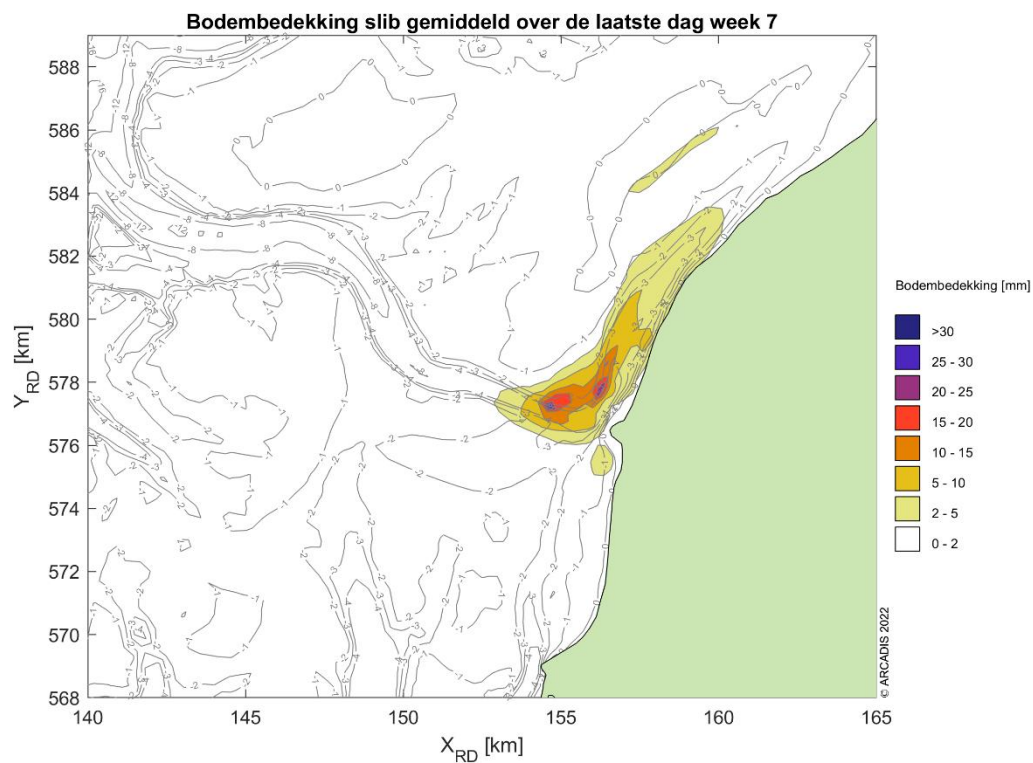
Figuur 8-41 Variant 2. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 4.



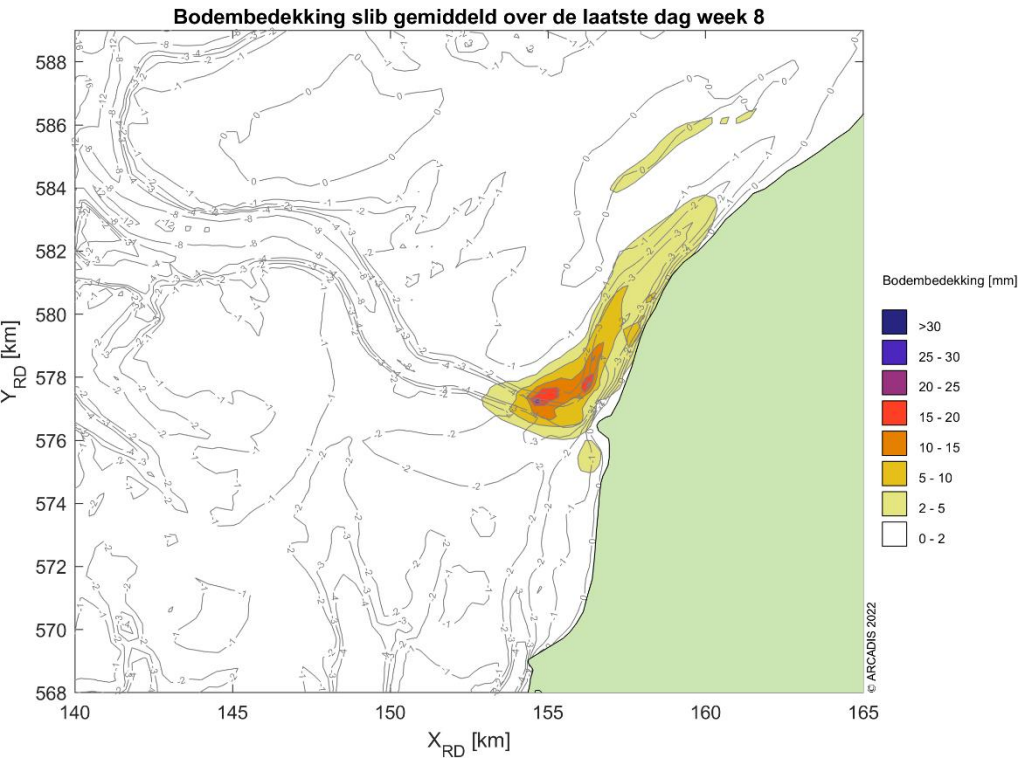
Figuur 8-42 Variant 2. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 5.



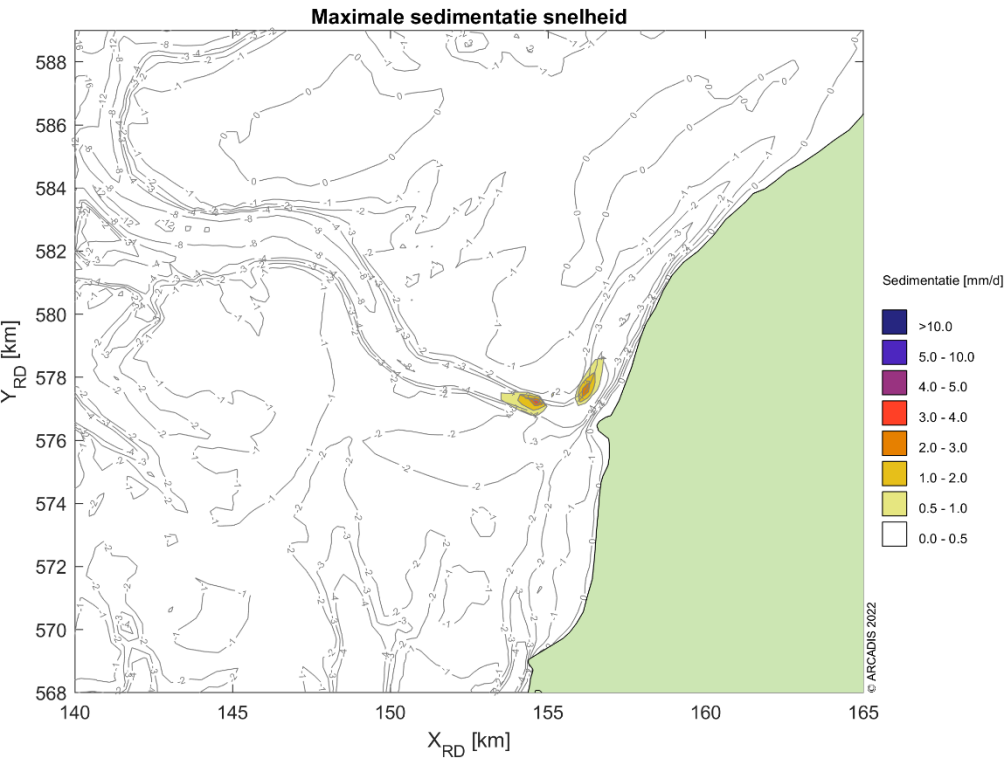
Figuur 8-43 Variant 2. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 6.



Figuur 8-44 Variant 2. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 7.

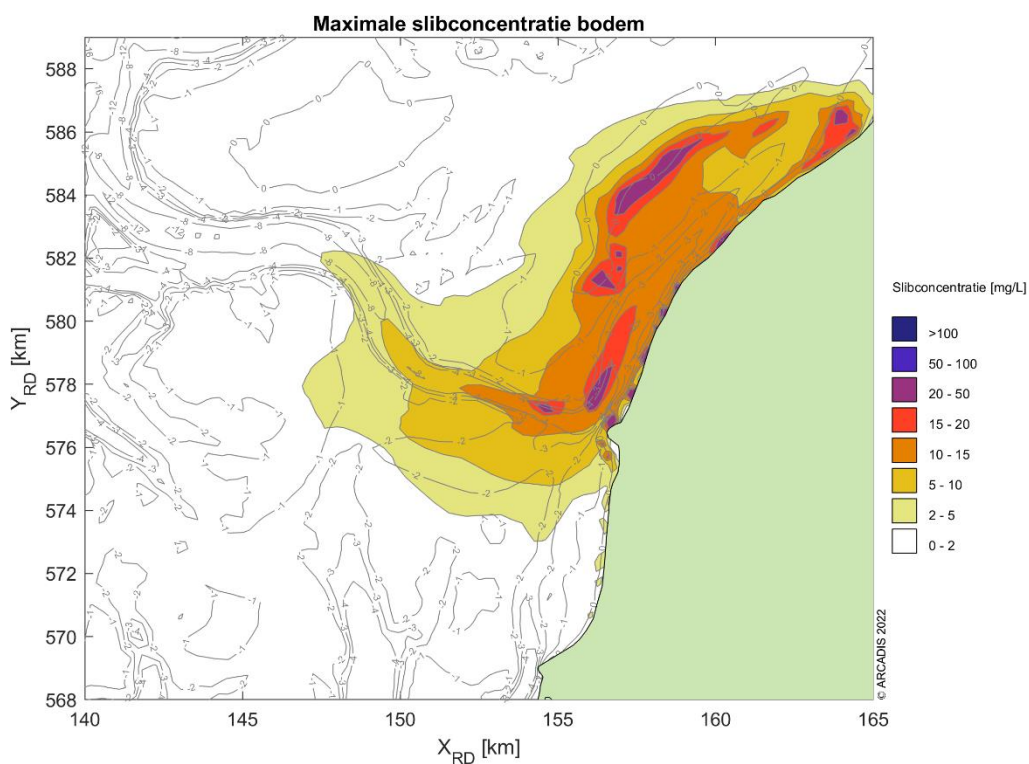


Figuur 8-45 Variant 2. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 8.

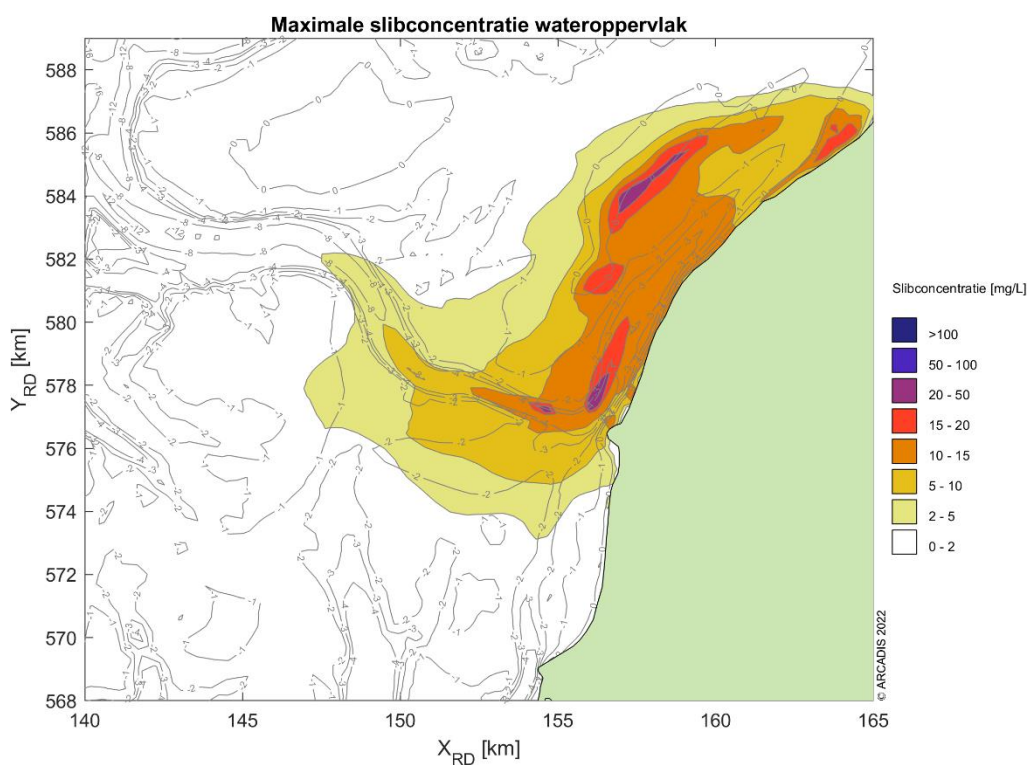


Figuur 8-46 Variant 2. Maximale sedimentatie snelheid.

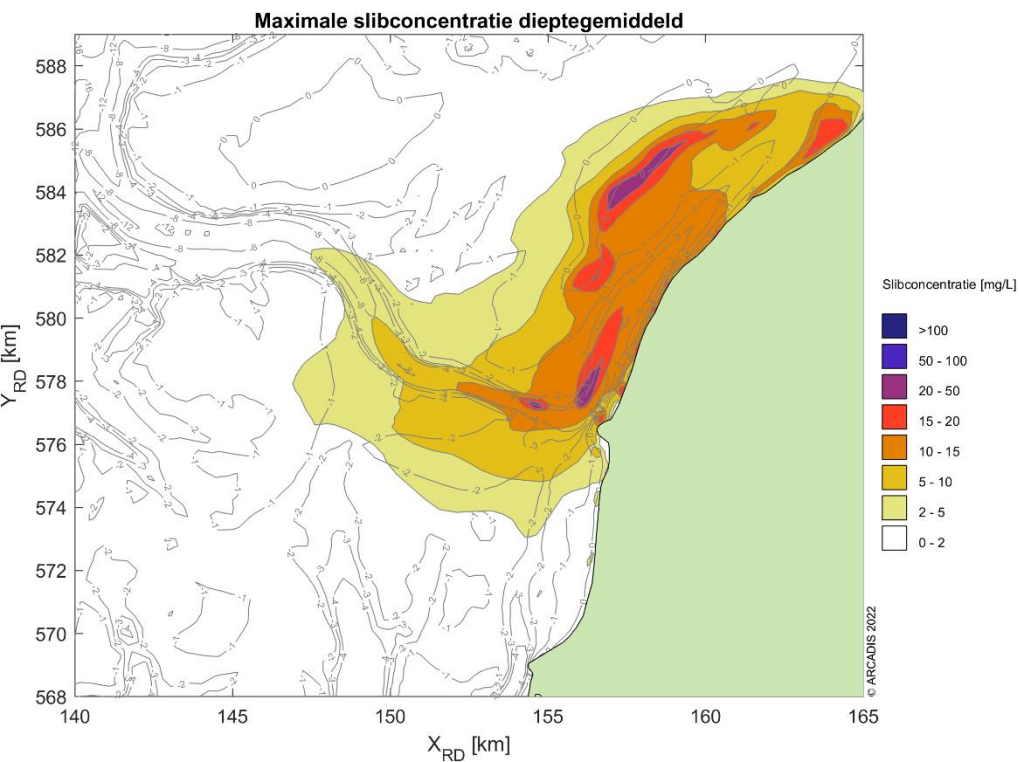
A.4.3 Variant 3 – huidige baggerregime Harlingen haven



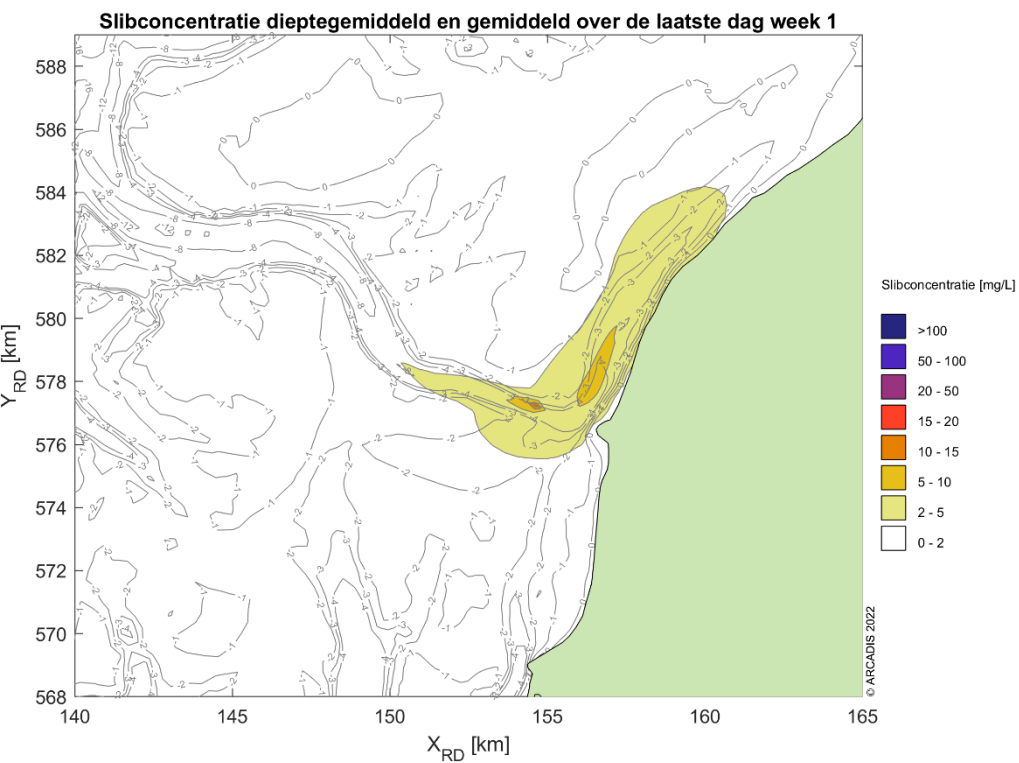
Figuur 8-47 Variant 3. De maximale slibconcentratie bij de bodem.



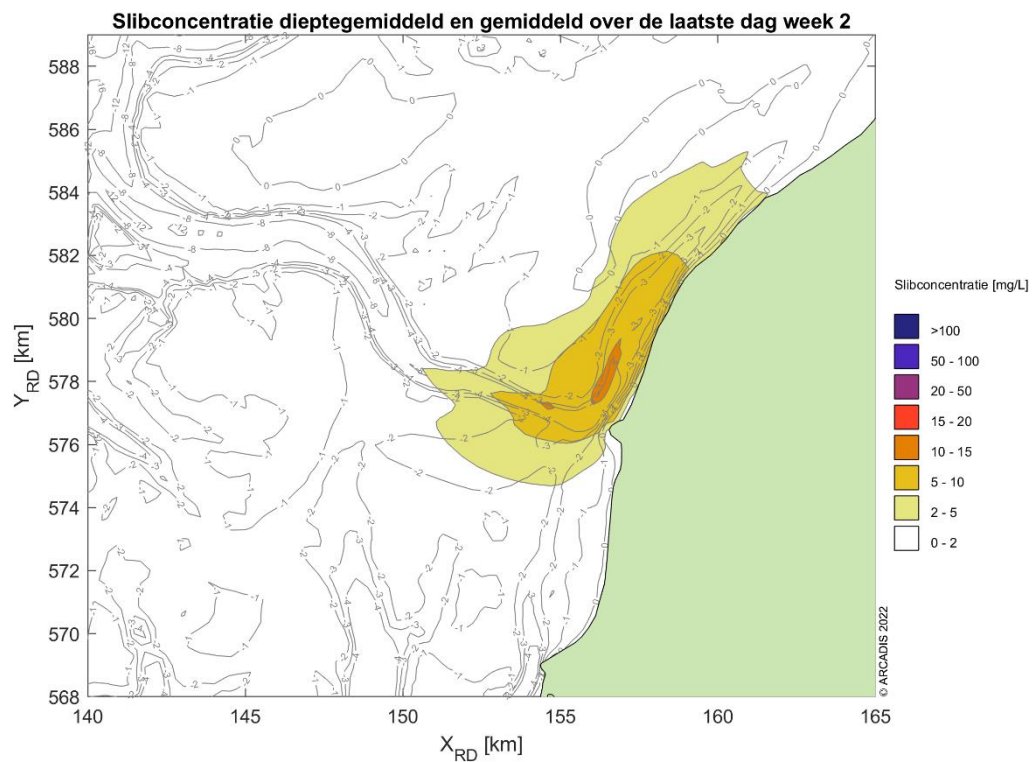
Figuur 8-48 Variant 3. De maximale slibconcentratie aan het wateroppervlak.



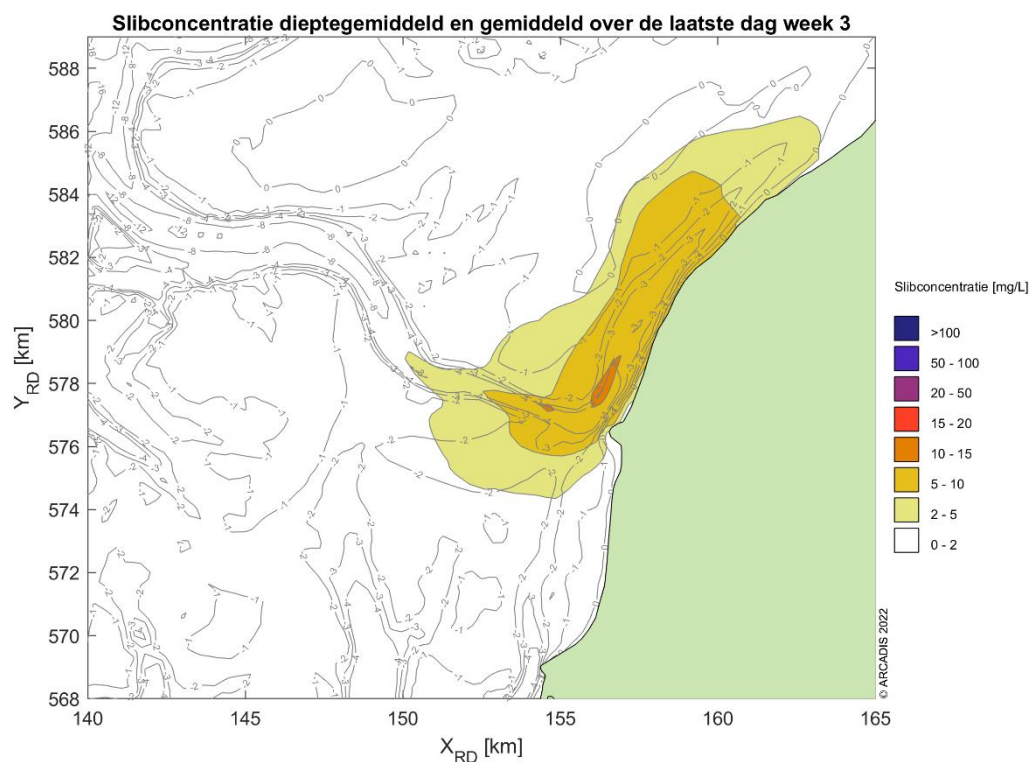
Figuur 8-49 Variant 3. Maximale slibconcentratie dieptegemiddeld.



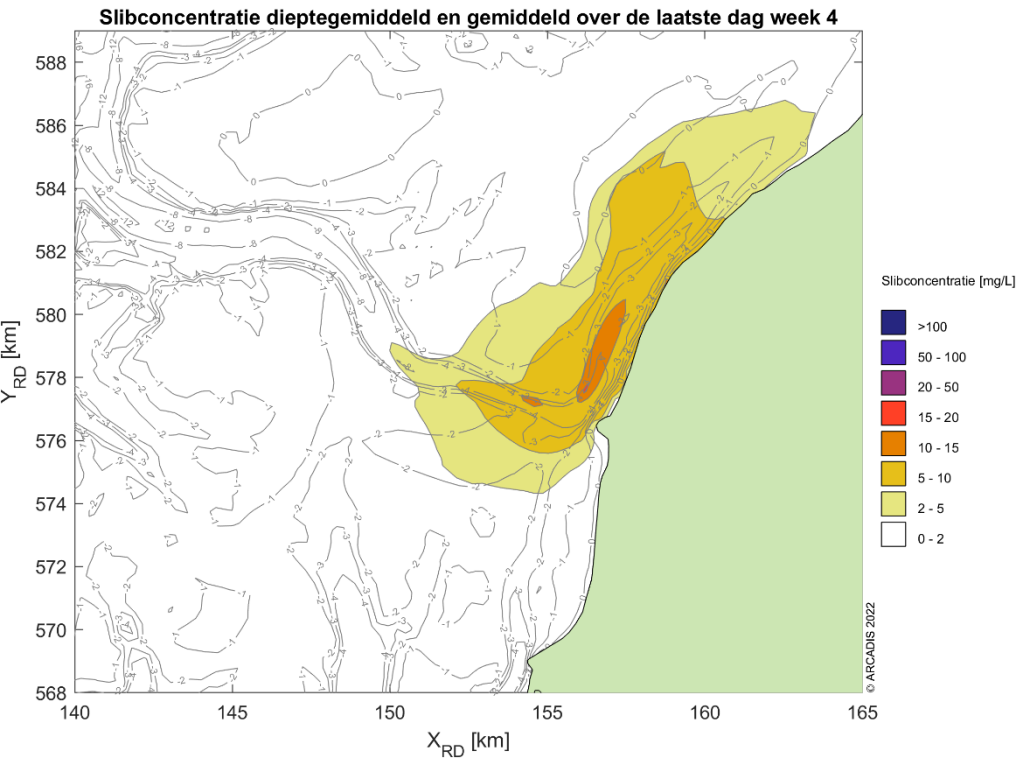
Figuur 8-50 Variant 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 1.



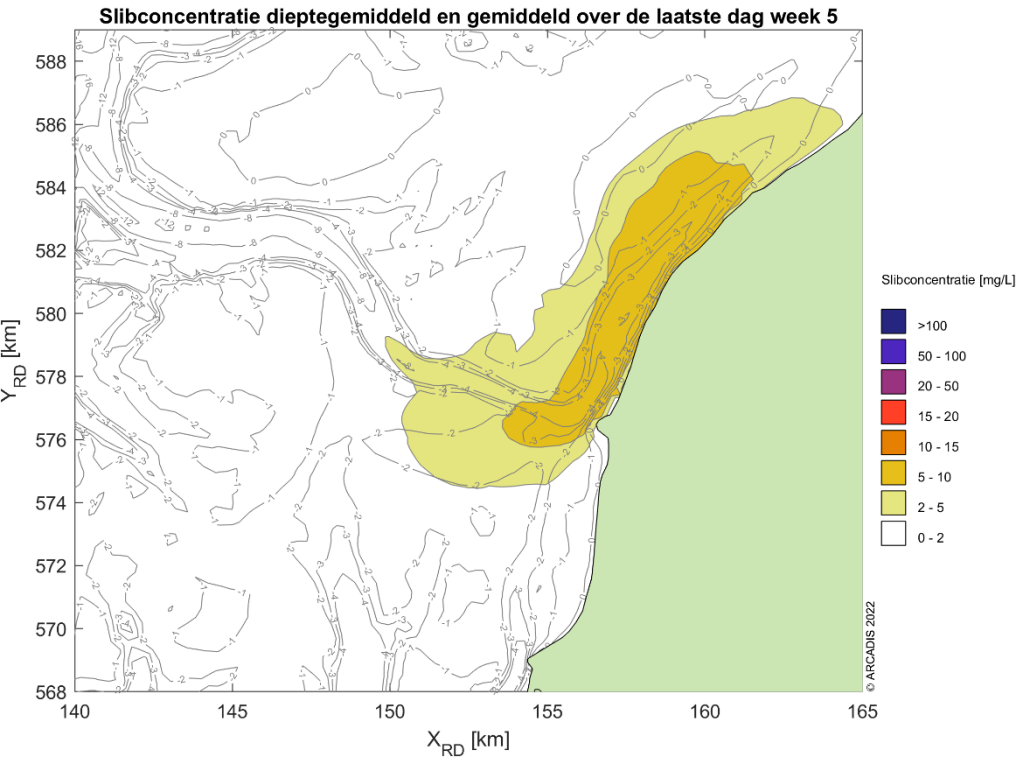
Figuur 8-51 Variant 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 2.



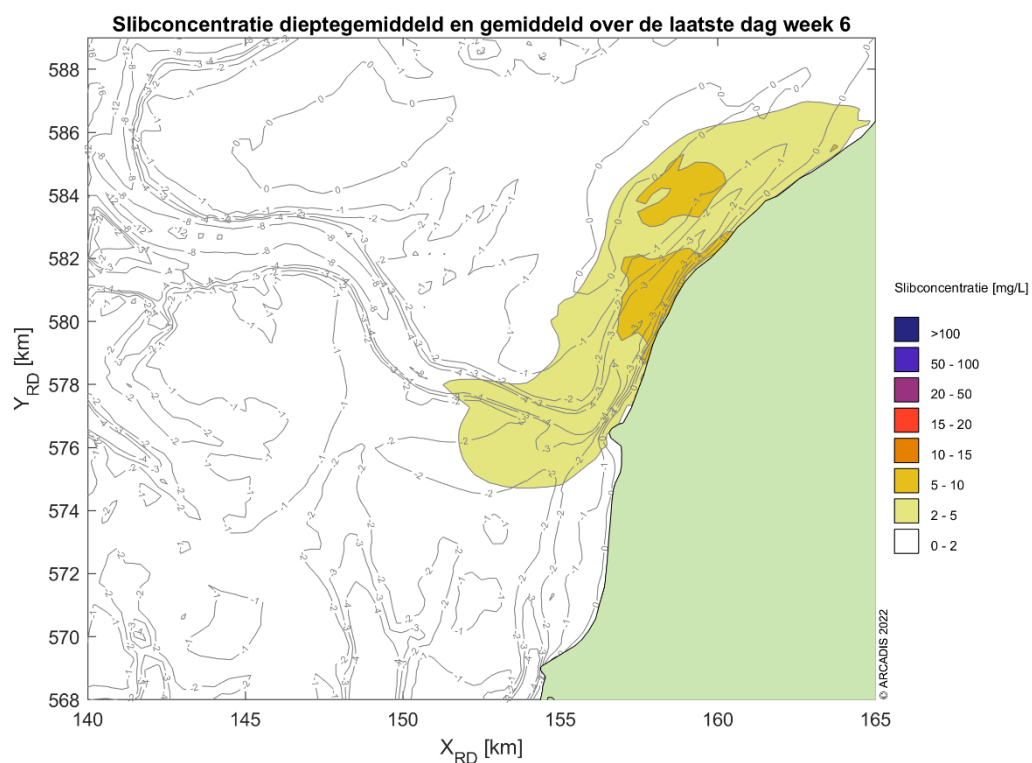
Figuur 8-52 Variant 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 3.



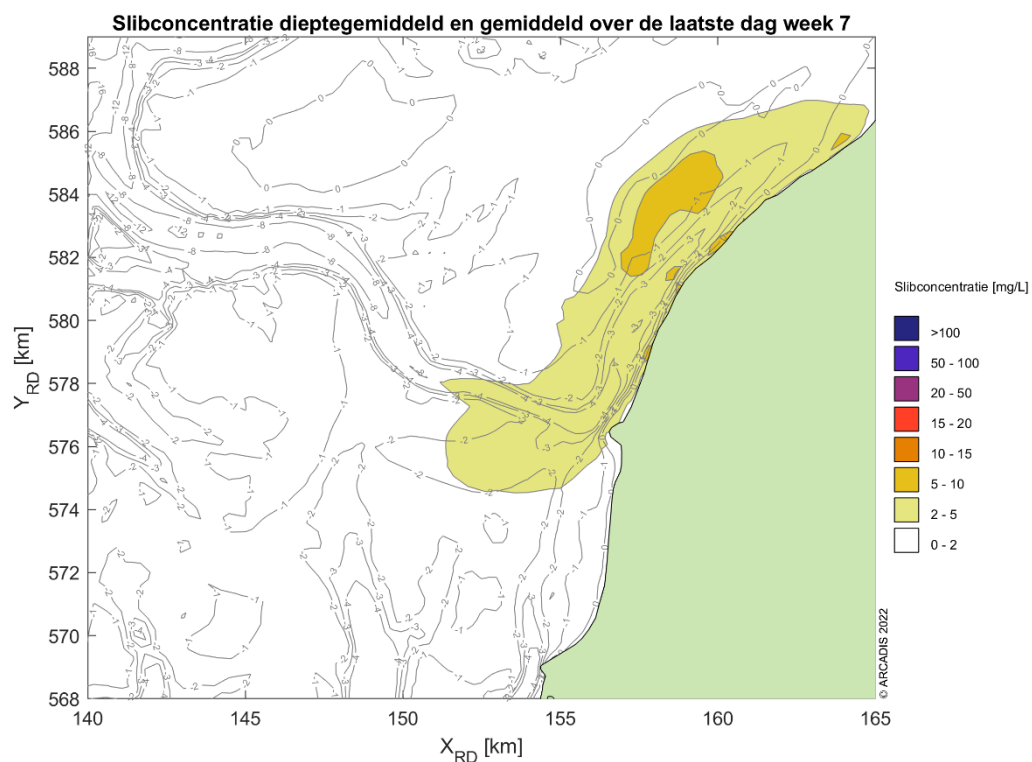
Figuur 8-53 Variant 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 4.



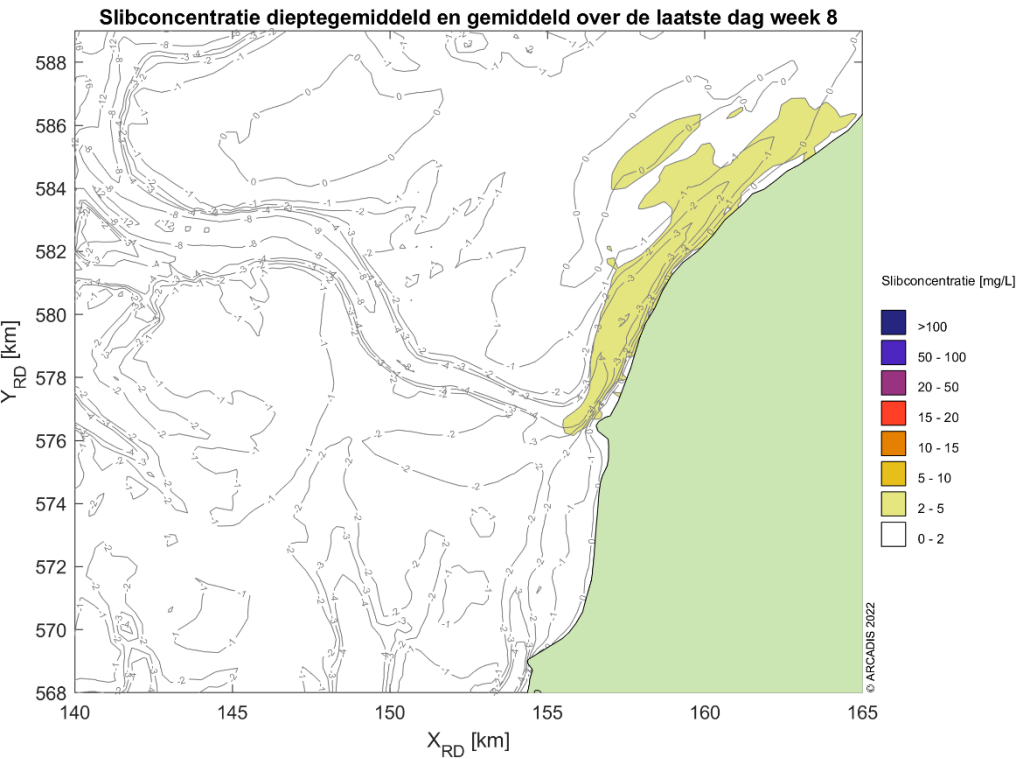
Figuur 8-54 Variant 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 5.



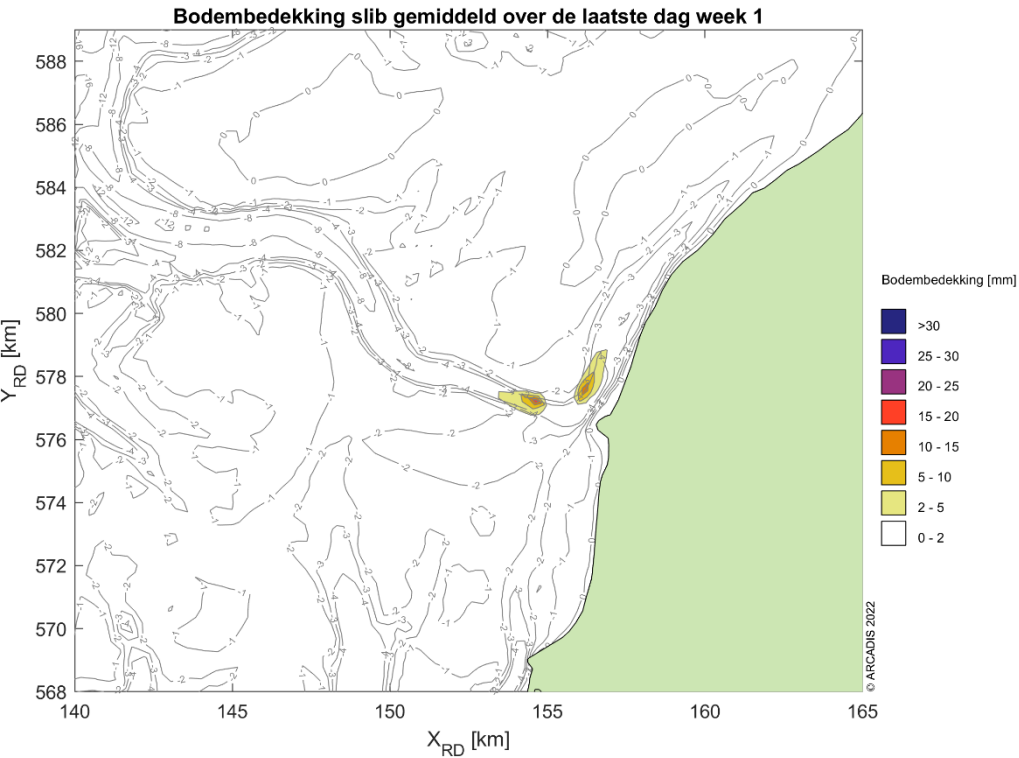
Figuur 8-55 Variant 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 6.



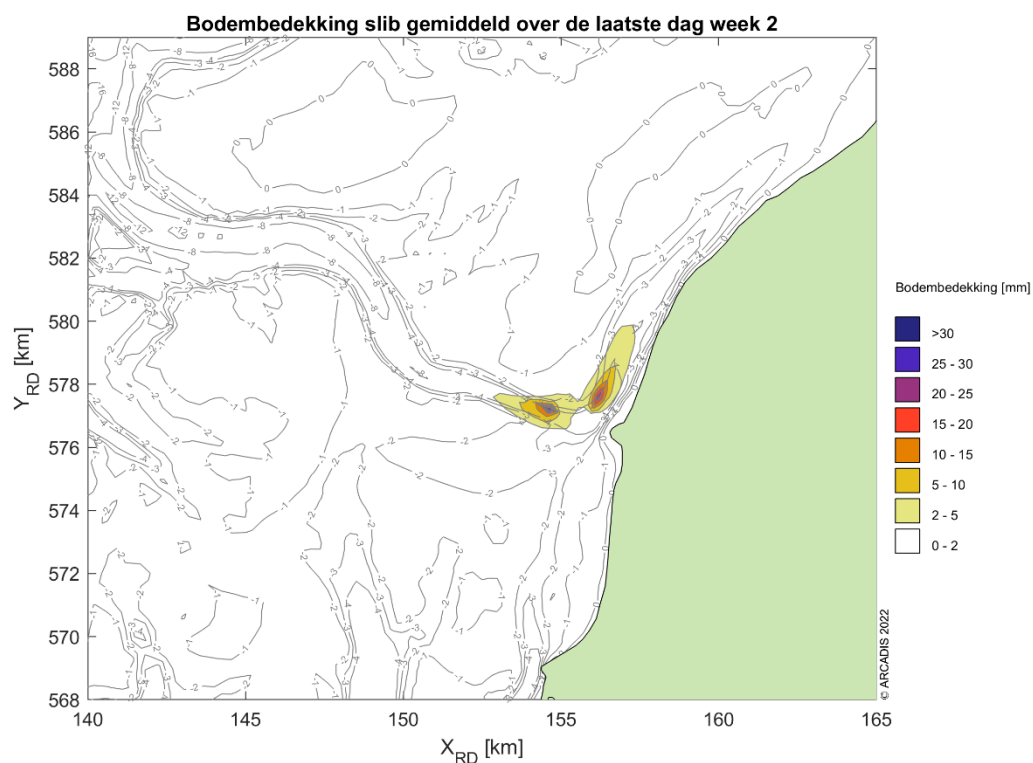
Figuur 8-56 Variant 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 7.



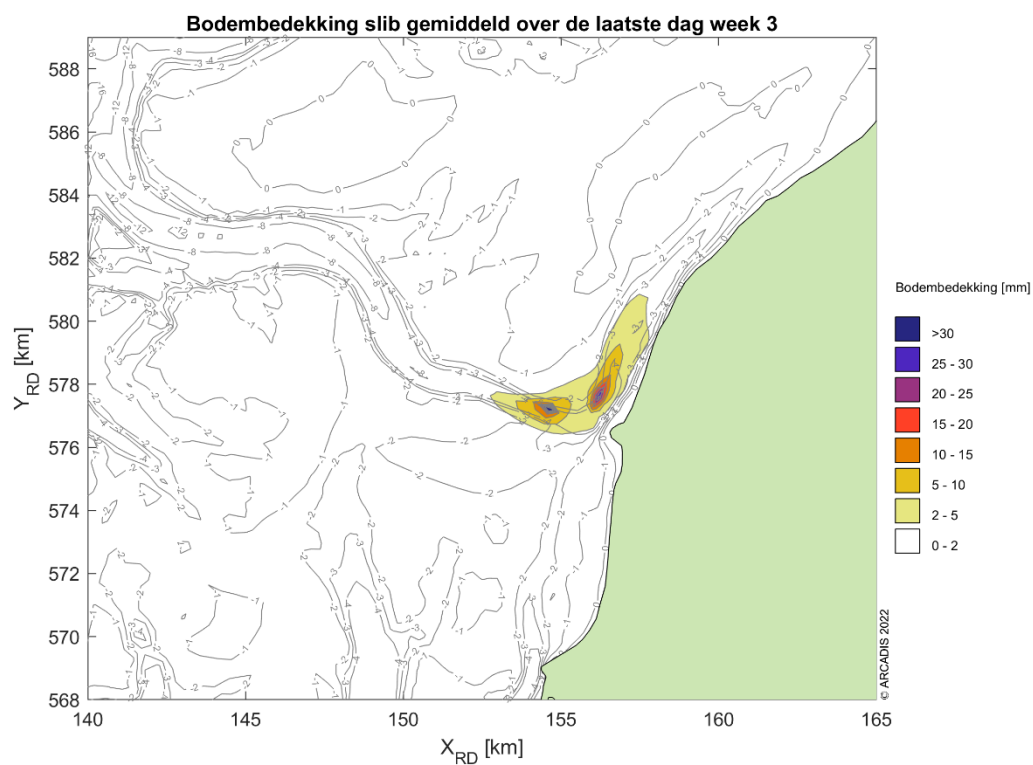
Figuur 8-57 Variant 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 8.



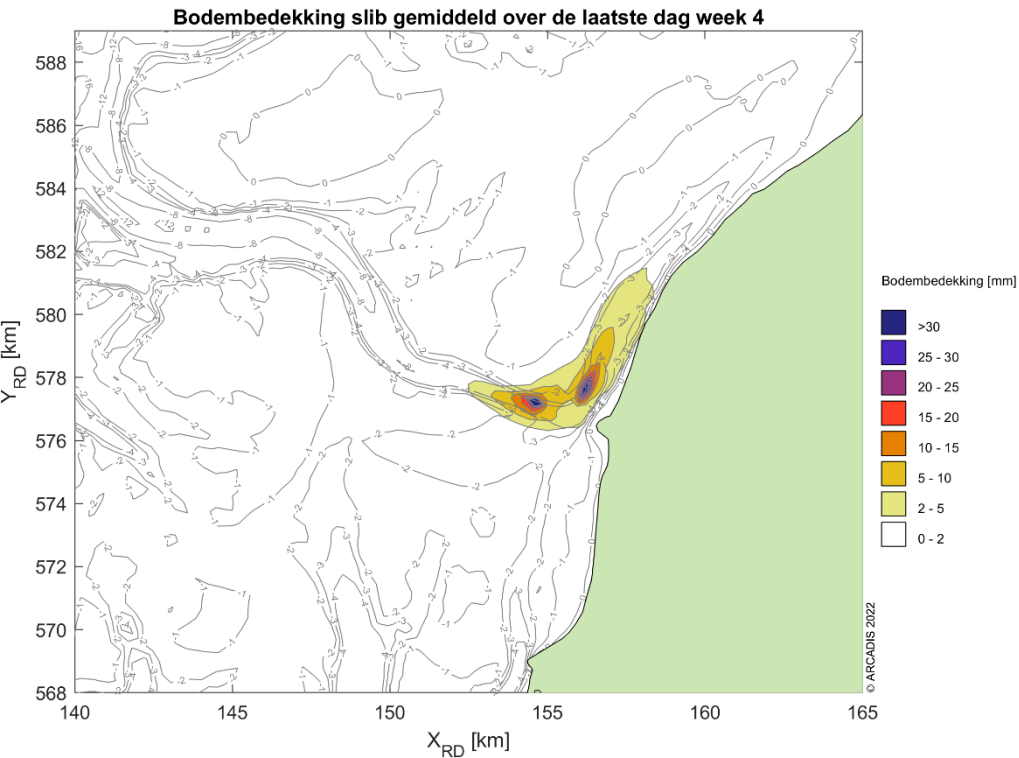
Figuur 8-58 Variant 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 1.



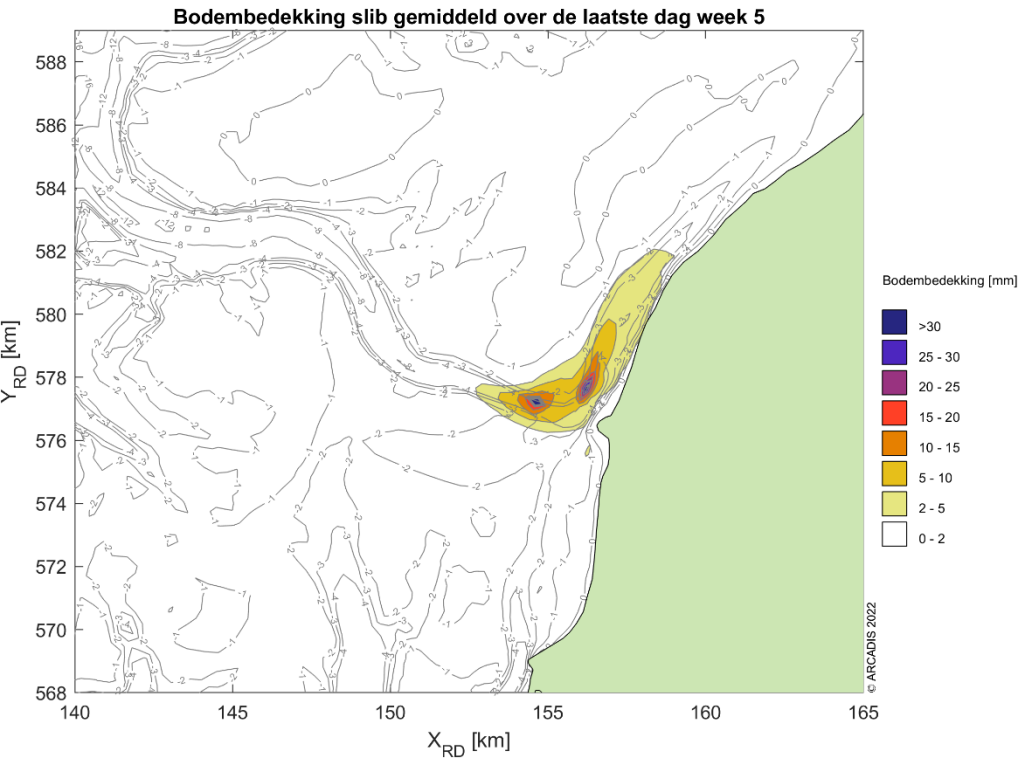
Figuur 8-59 Variant 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 2.



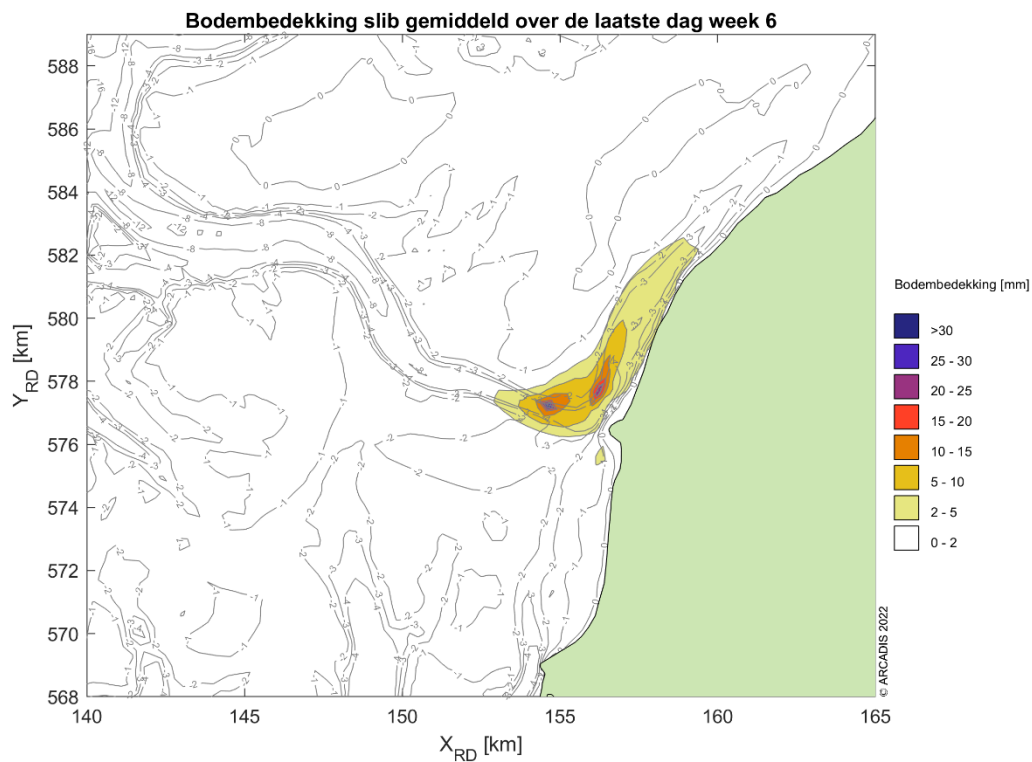
Figuur 8-60 Variant 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 3.



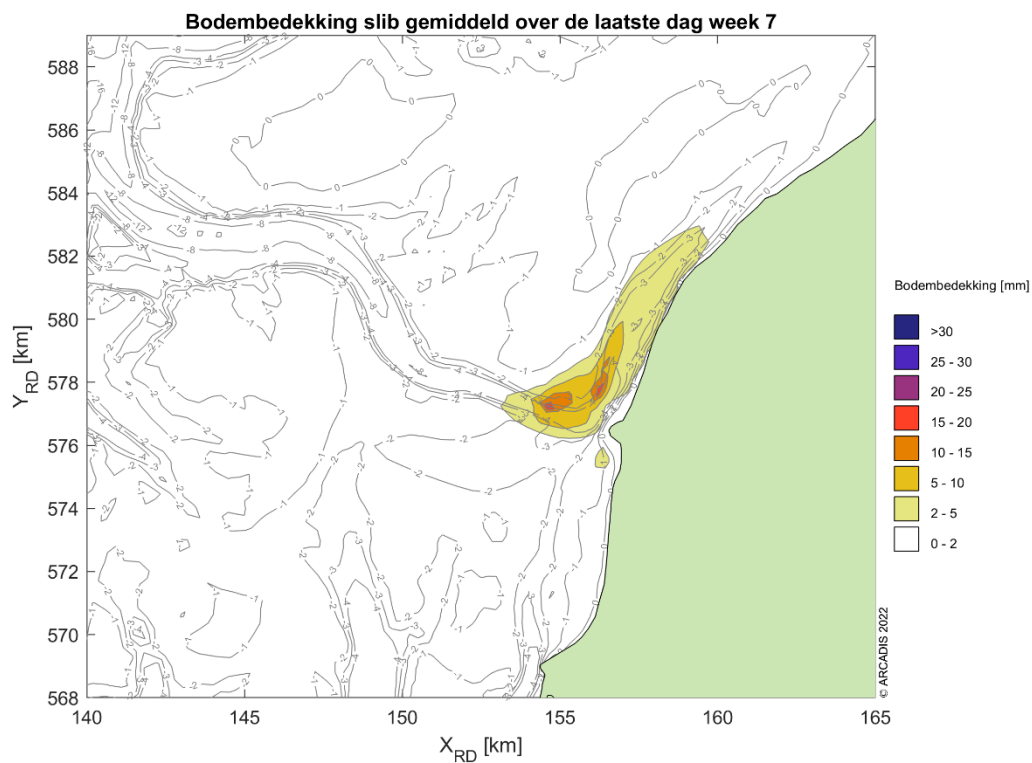
Figuur 8-61 Variant 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 4.



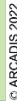
Figuur 8-62 Variant 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 5.



Figuur 8-63 Variant 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 6.

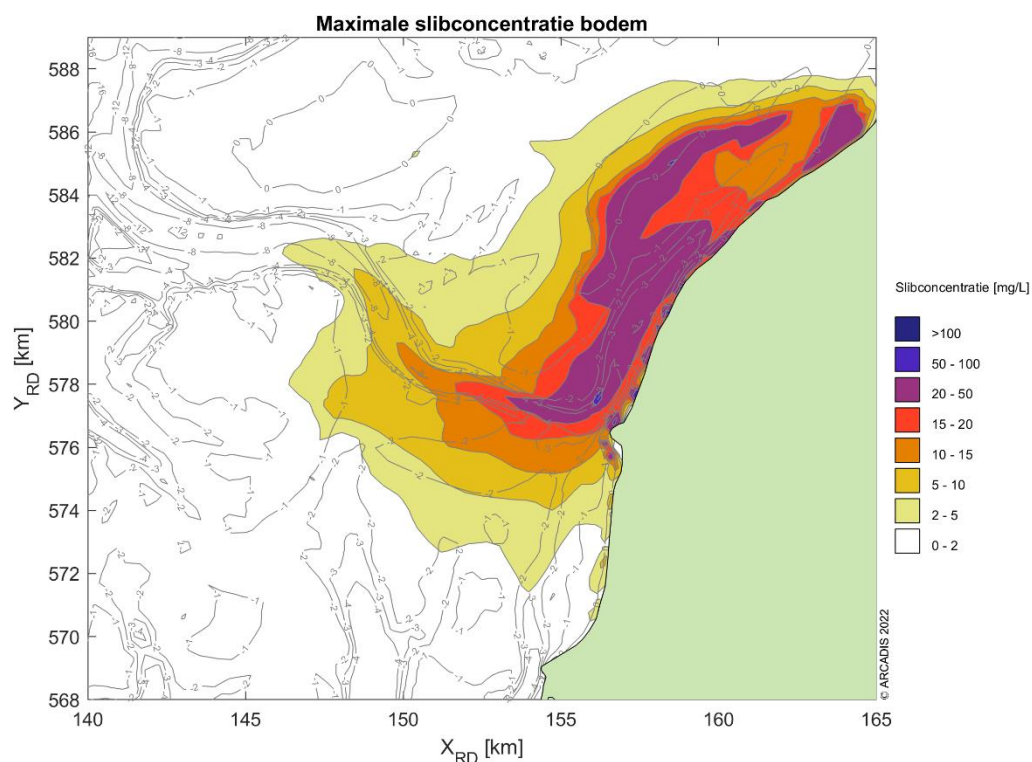


Figuur 8-64 Variant 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 7.

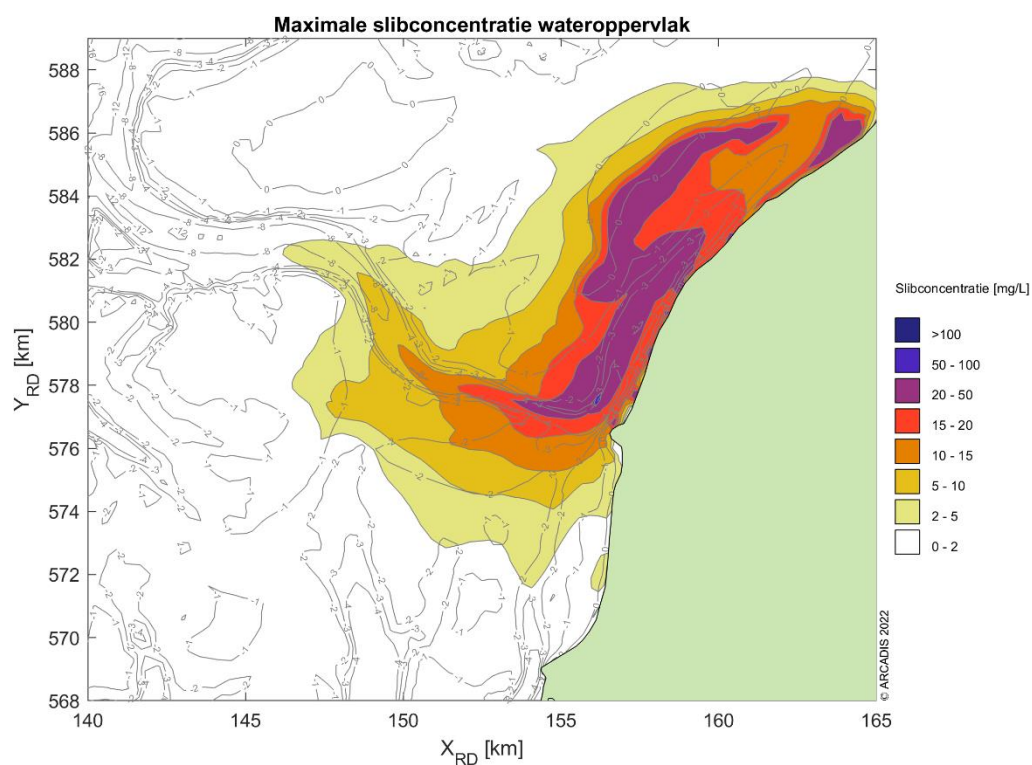


138 Onze referentie: YTF7QRNSQWEA-1723496104-1890

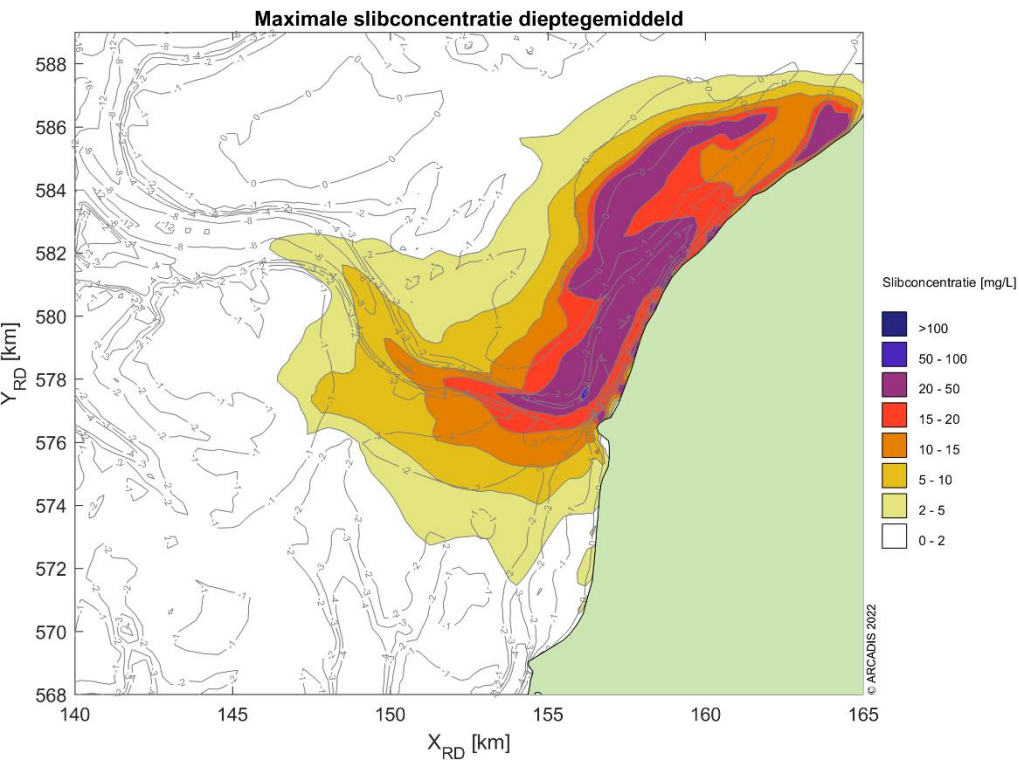
A.4.4 Variant 1 + 3 – huidige baggerregime Boontjes + Harlingen haven



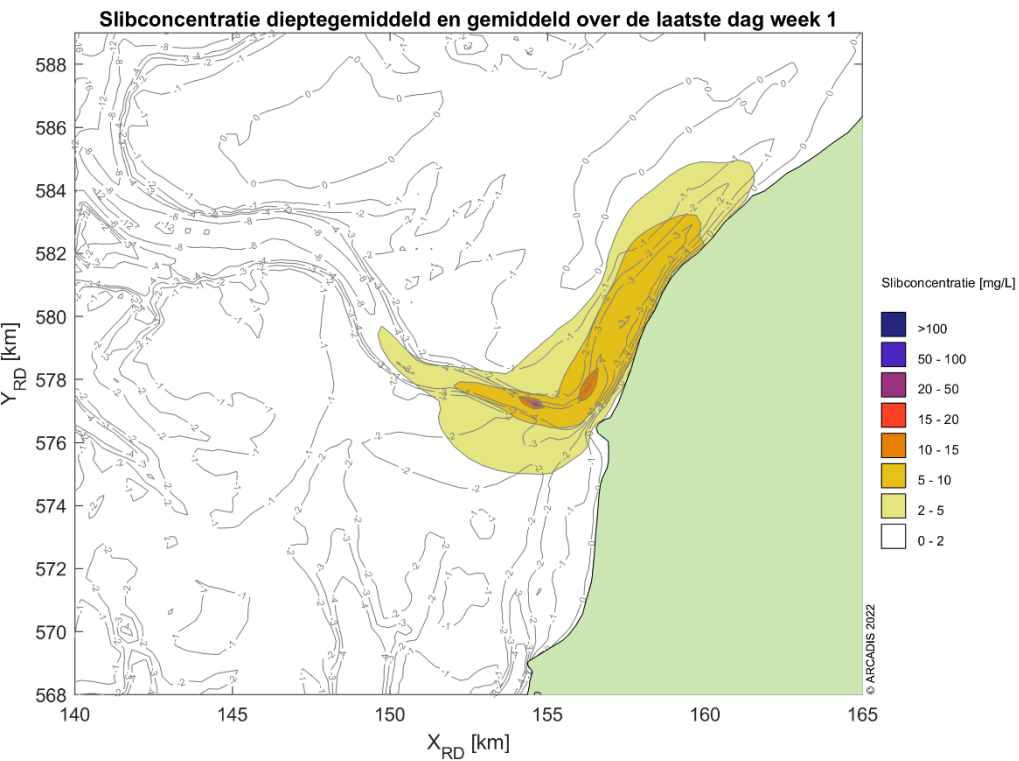
Figuur 8-67 Variant 1 + 3. De maximale slibconcentratie bij de bodem.



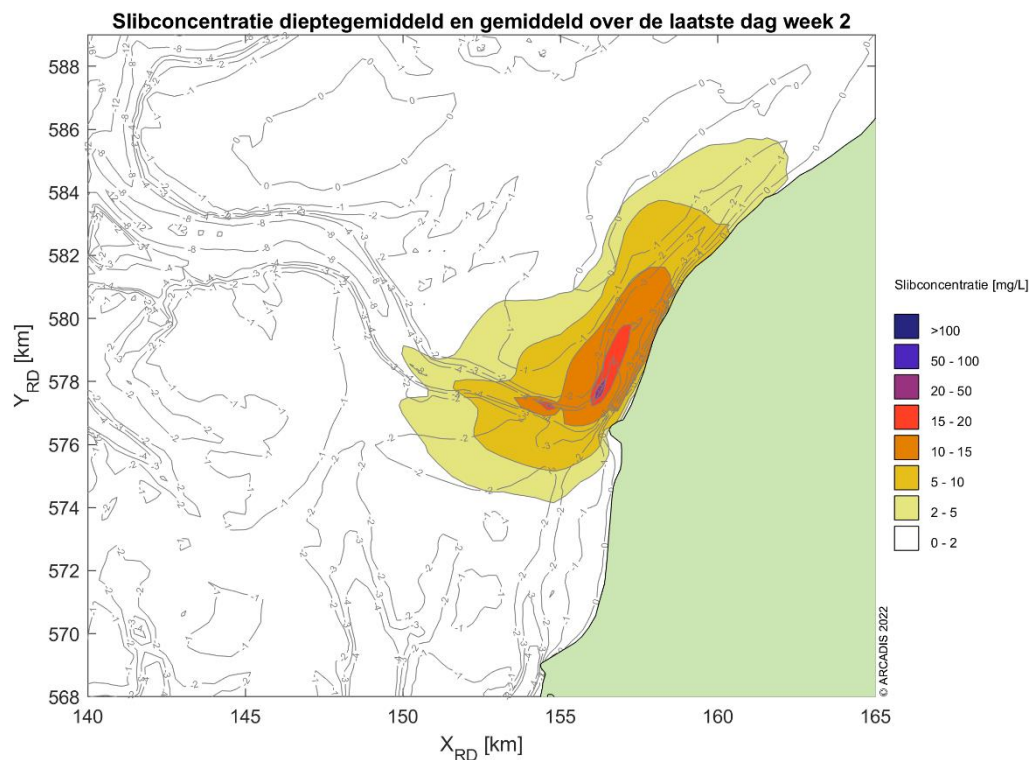
Figuur 8-68 Variant 1 + 3. De maximale slibconcentratie aan het wateroppervlak.



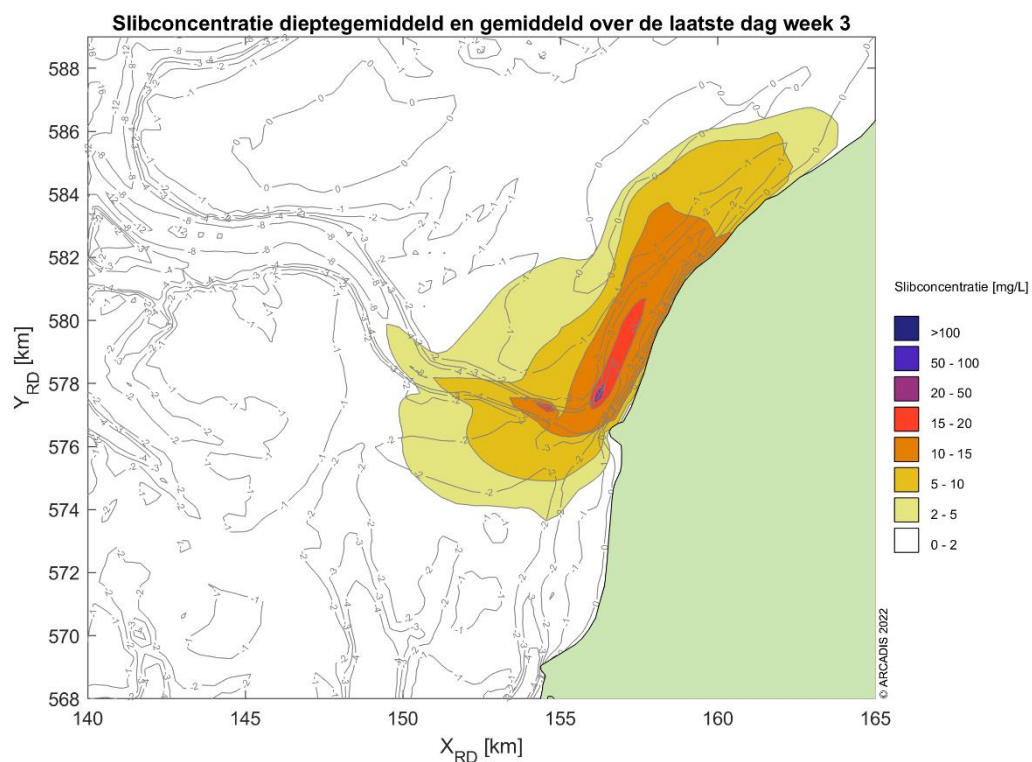
Figuur 8-69 Variant 1 + 3. Maximale slibconcentratie dieptegemiddeld.



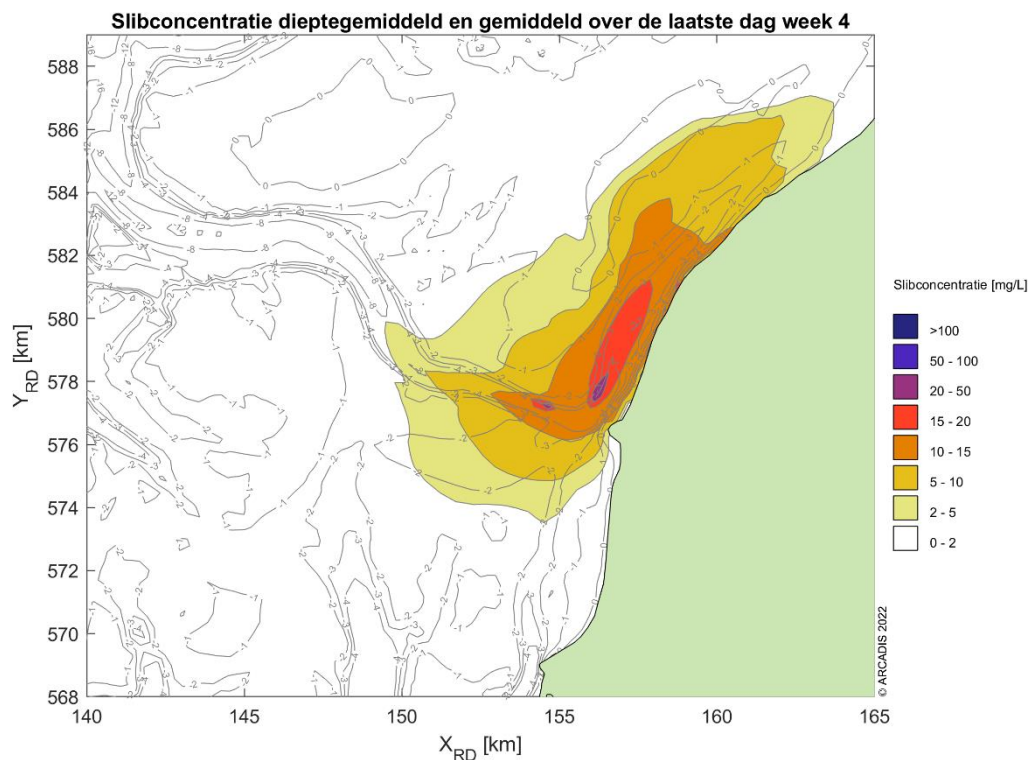
Figuur 8-70 Variant 1 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 1.



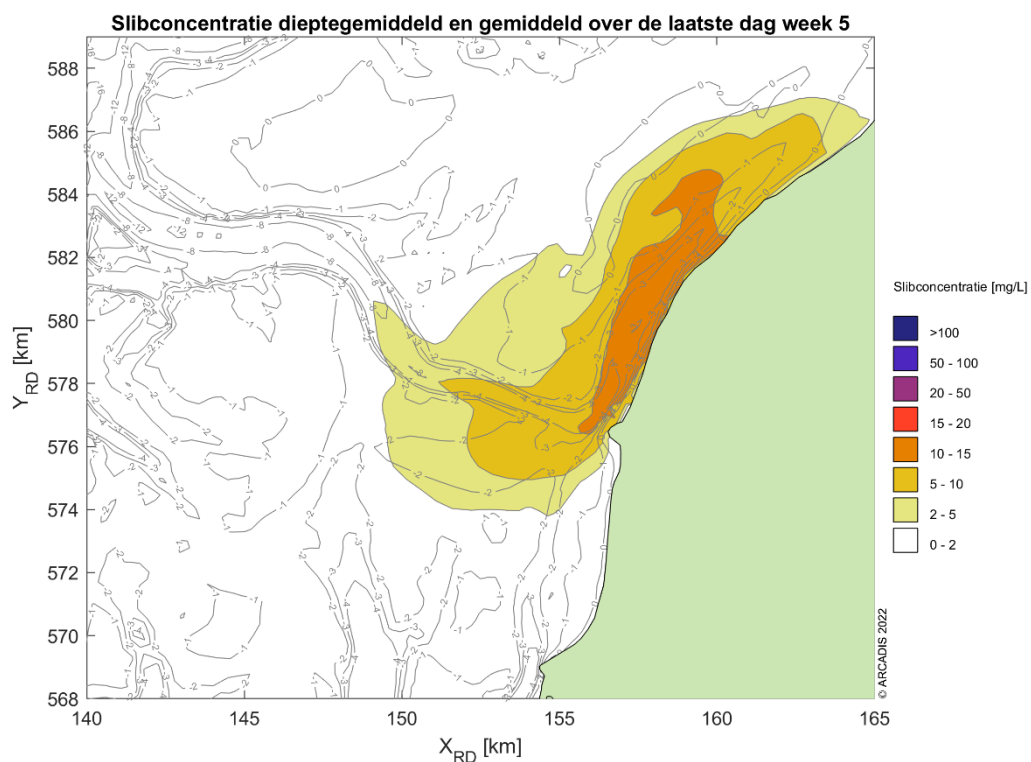
Figuur 8-71 Variant 1 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 2.



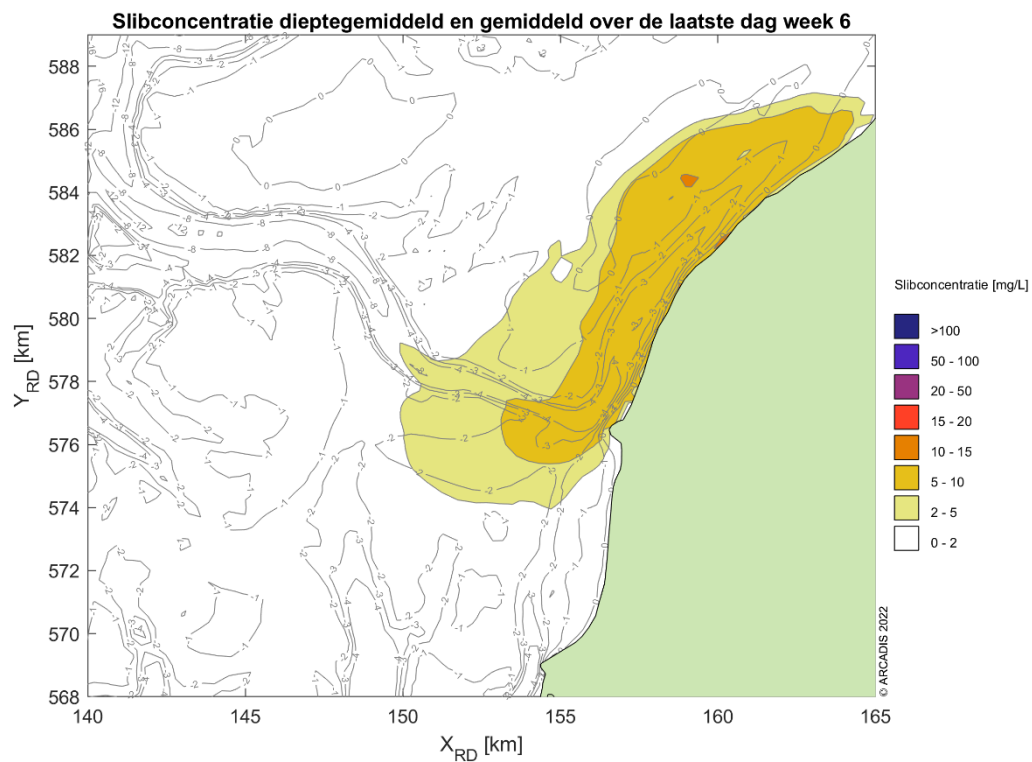
Figuur 8-72 Variant 1 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 3.



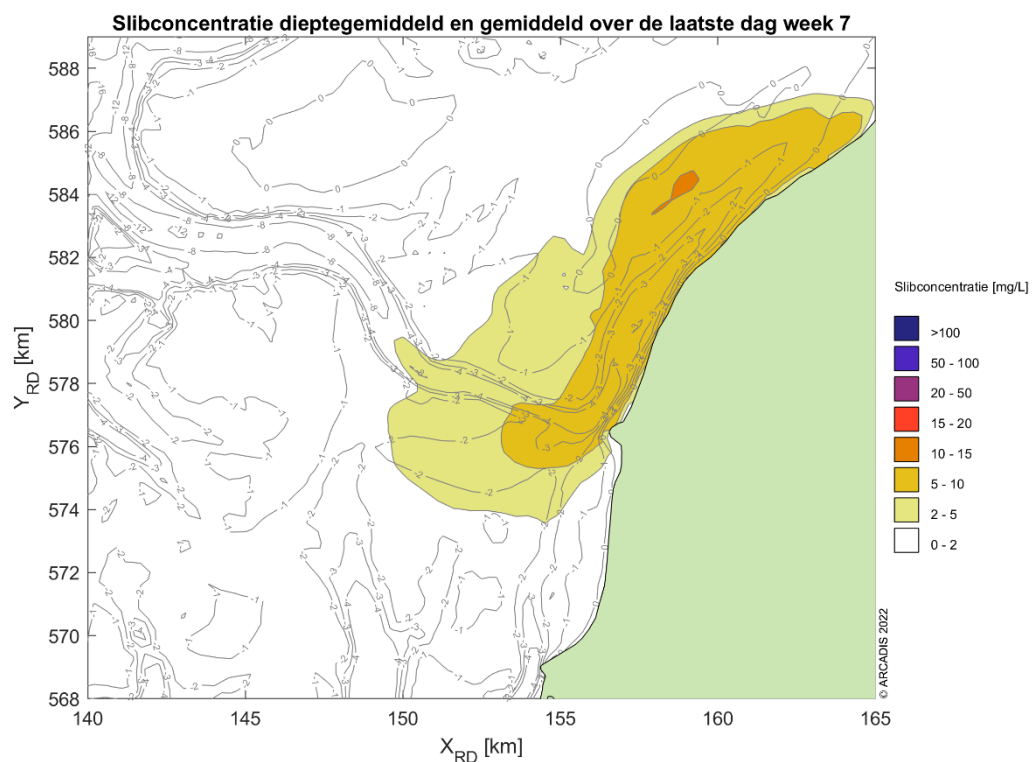
Figuur 8-73 Variant 1 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 4.



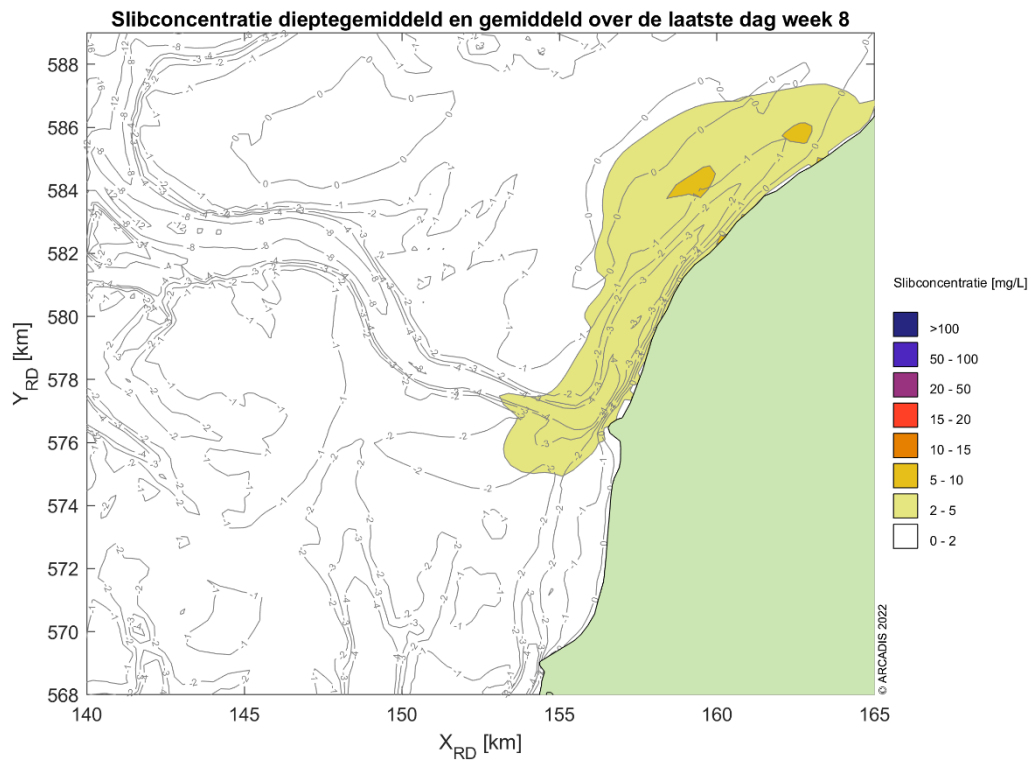
Figuur 8-74 Variant 1 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 5.



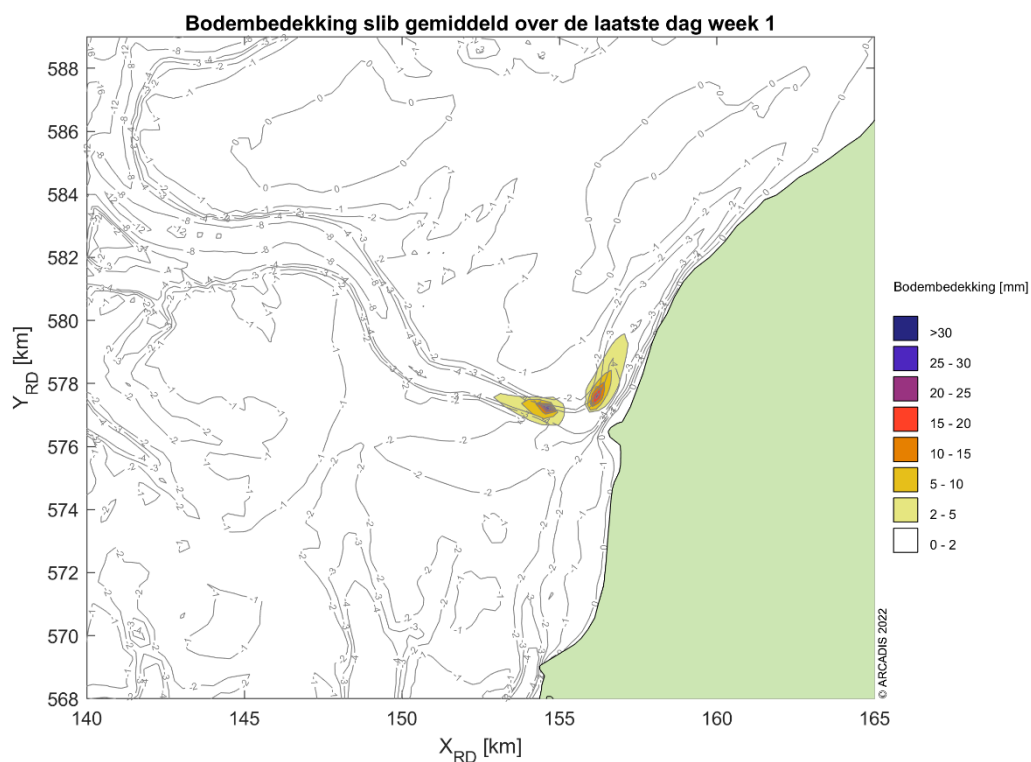
Figuur 8-75 Variant 1 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 6.



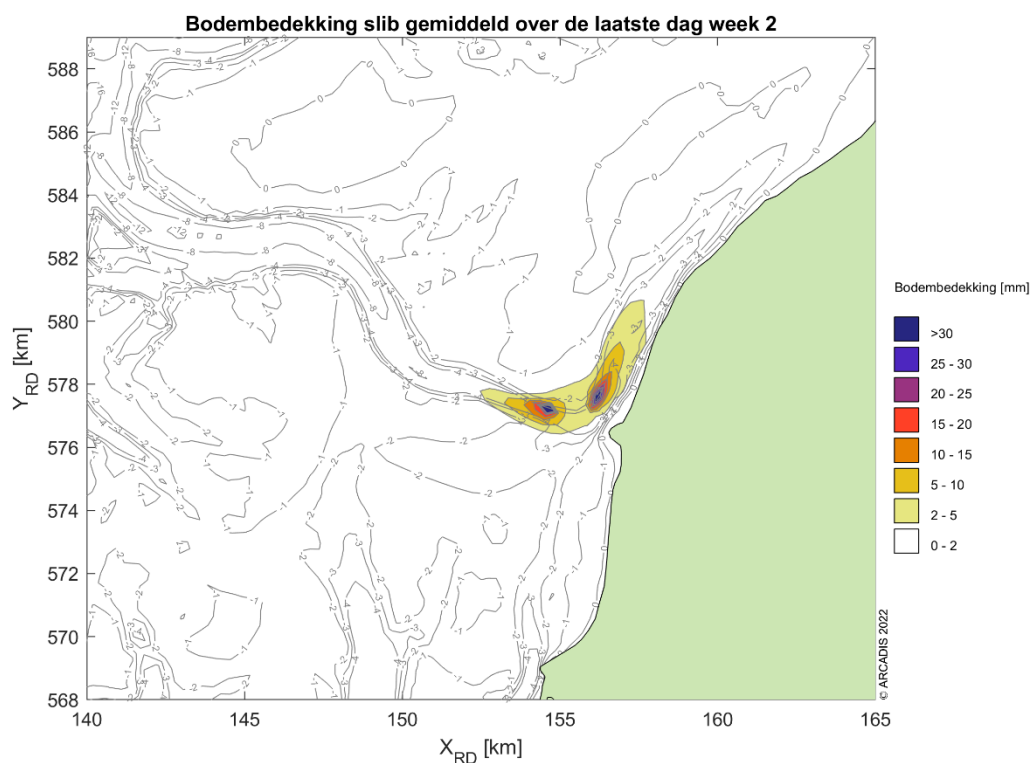
Figuur 8-76 Variant 1 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 7.



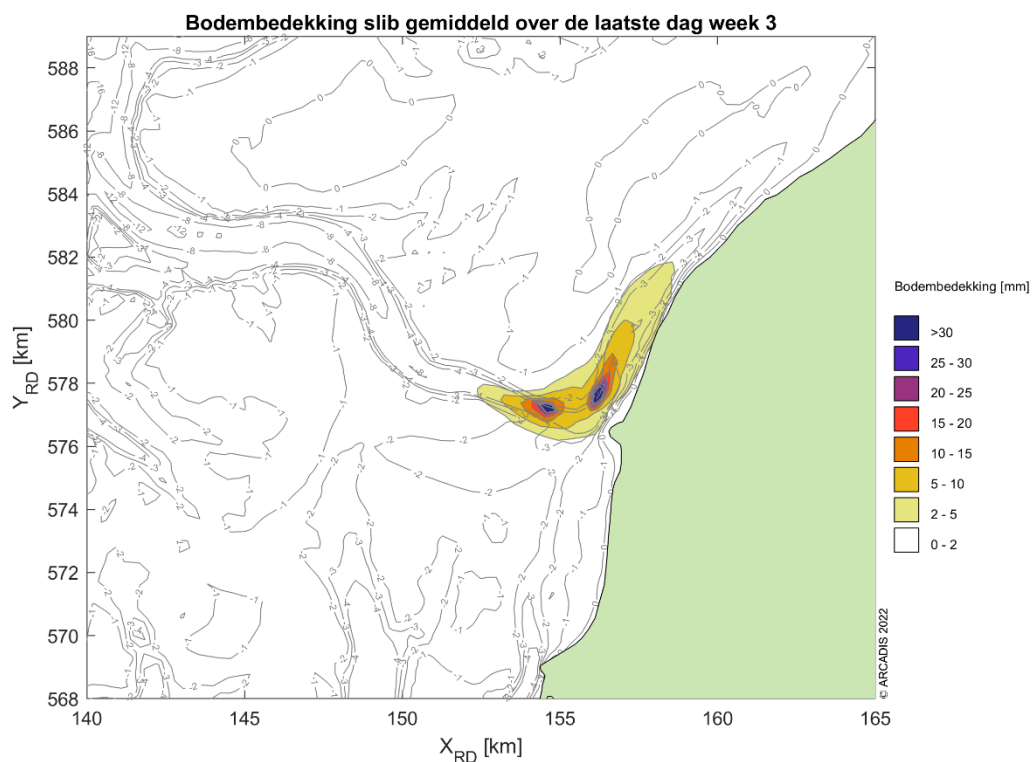
Figuur 8-77 Variant 1 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 8.



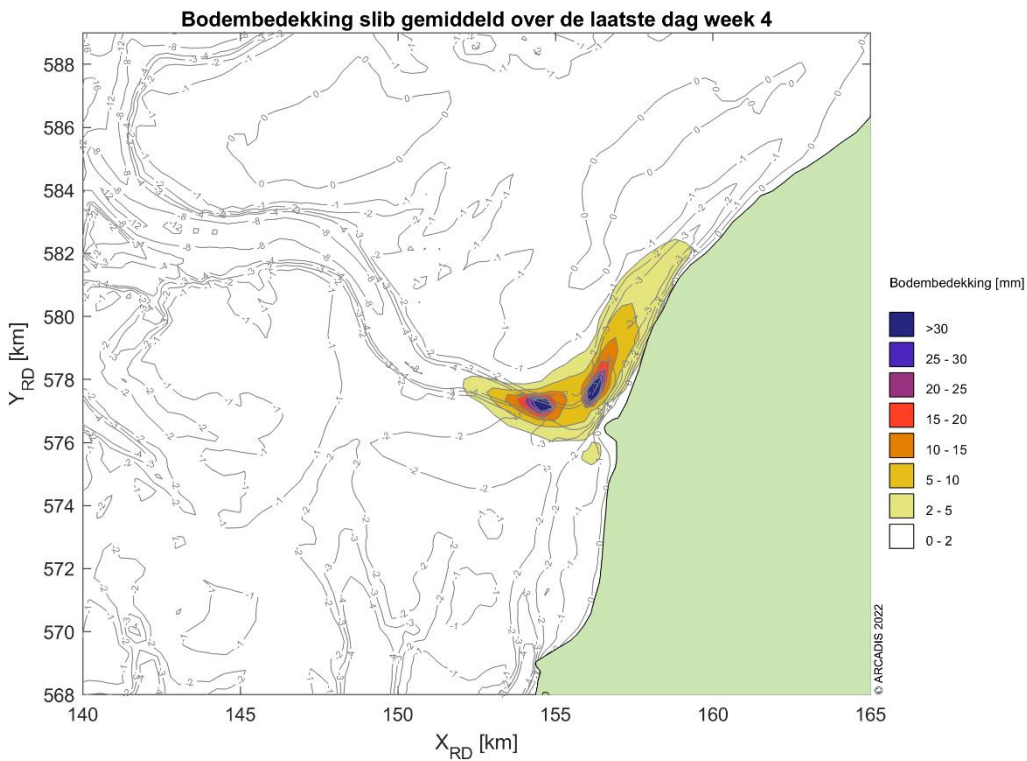
Figuur 8-78 Variant 1 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 1.



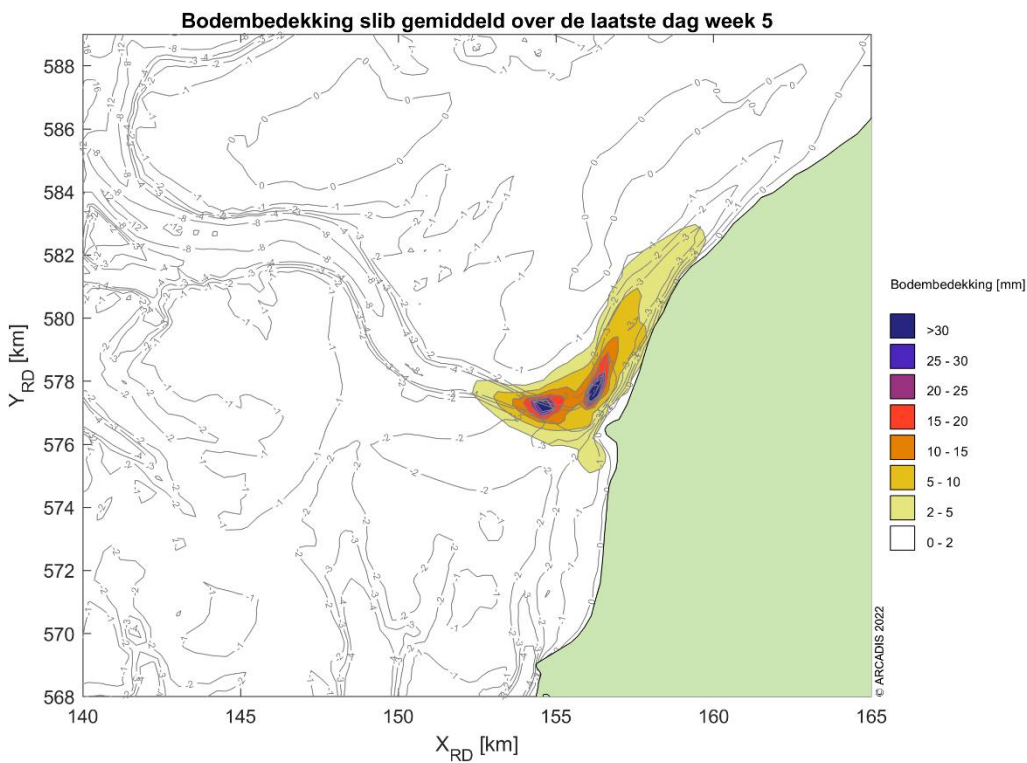
Figuur 8-79 Variant 1 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 2.



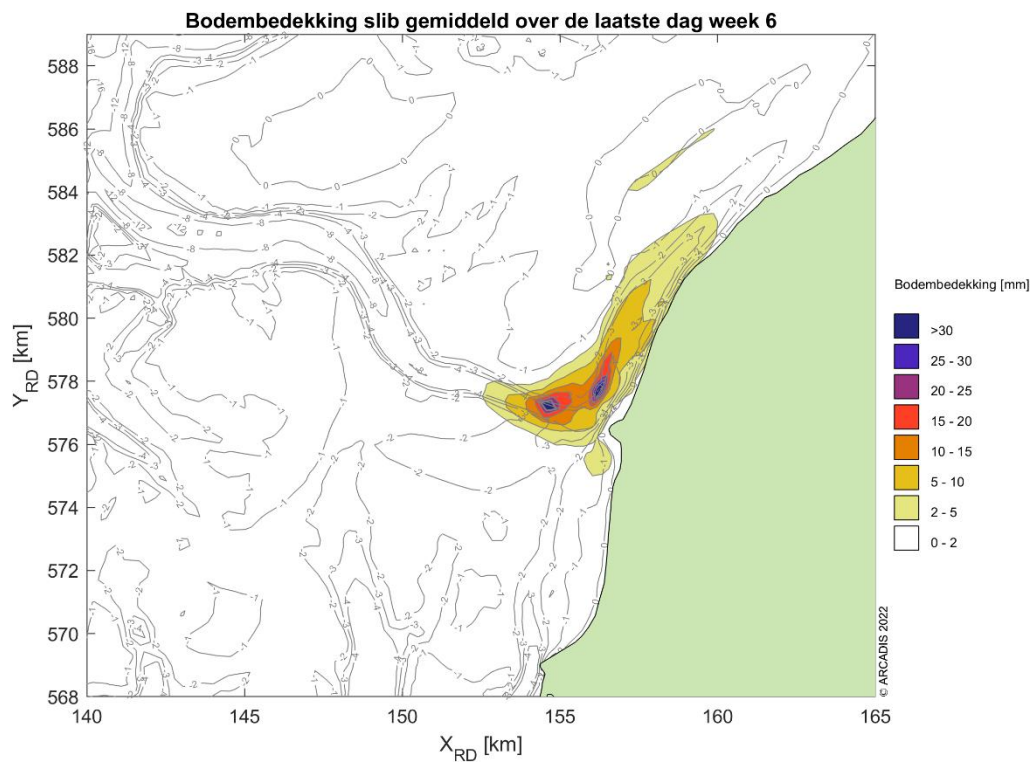
Figuur 8-80 Variant 1 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 3.



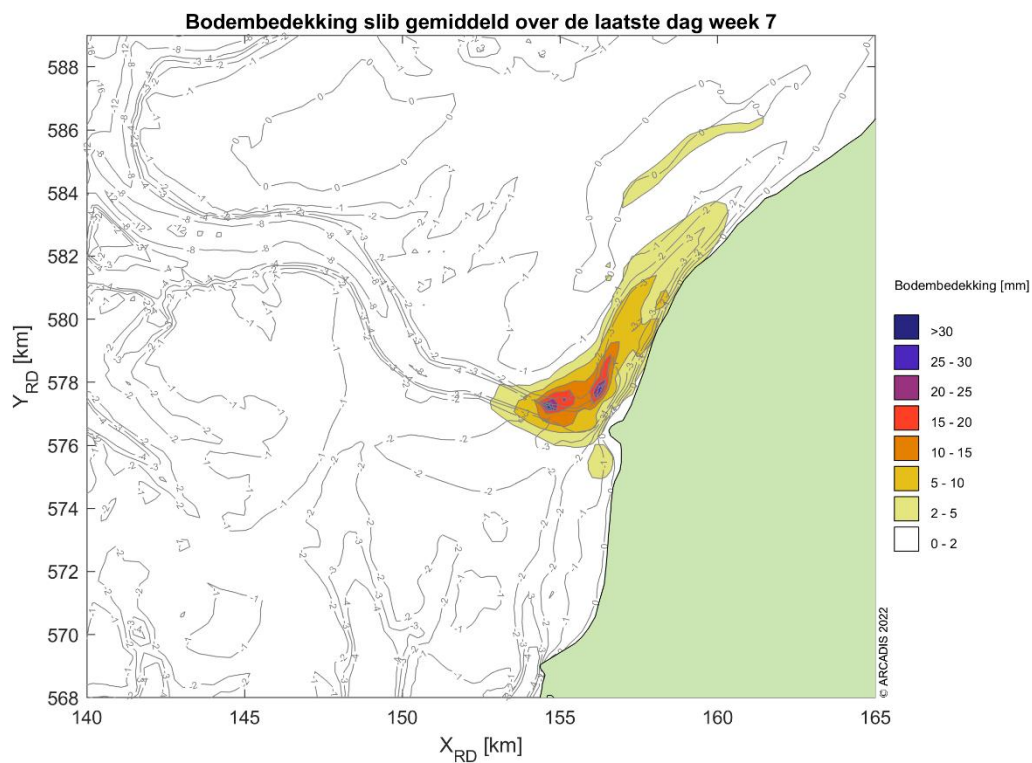
Figuur 8-81 Variant 1 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 4.



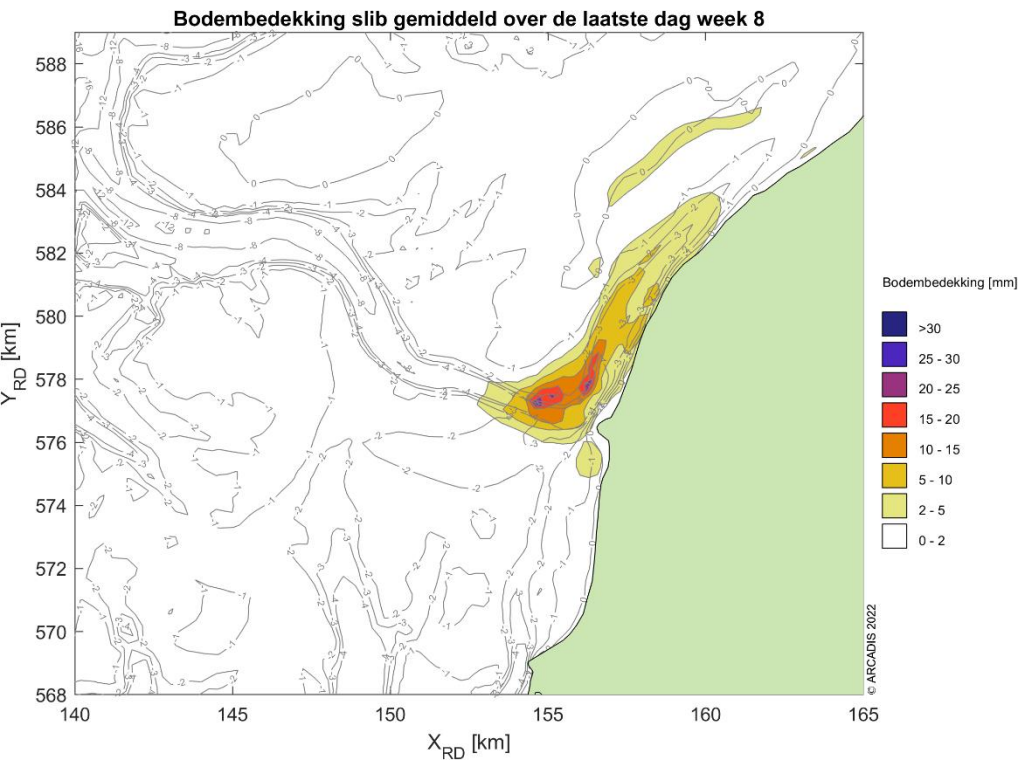
Figuur 8-82 Variant 1 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 5.



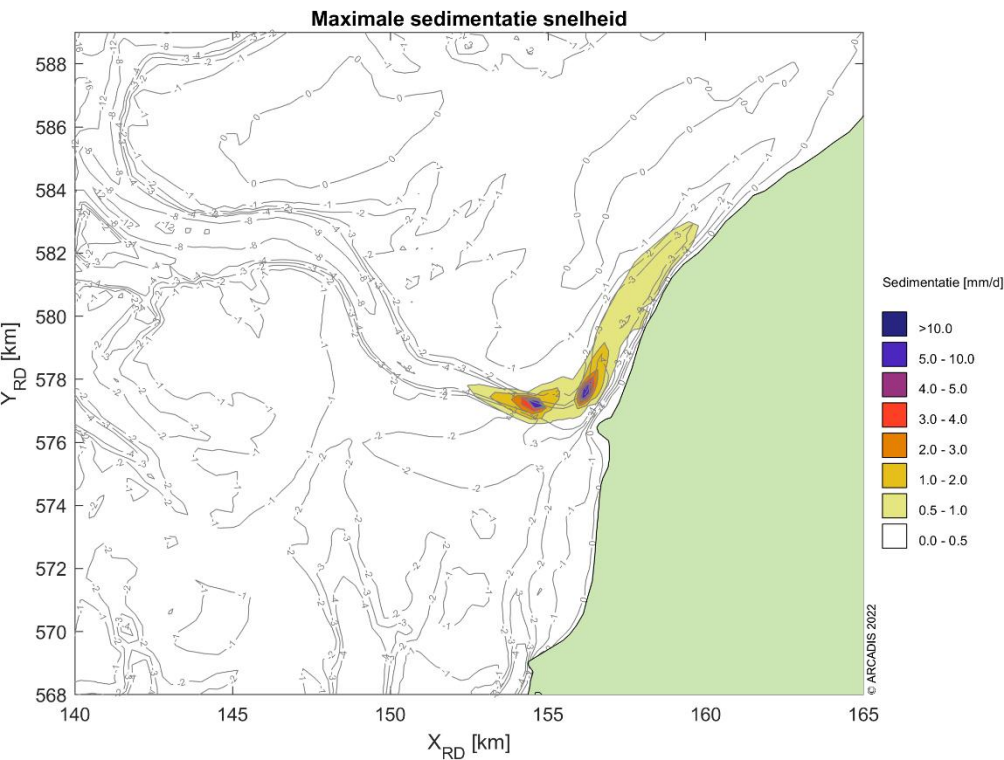
Figuur 8-83 Variant 1 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 6.



Figuur 8-84 Variant 1 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 7.

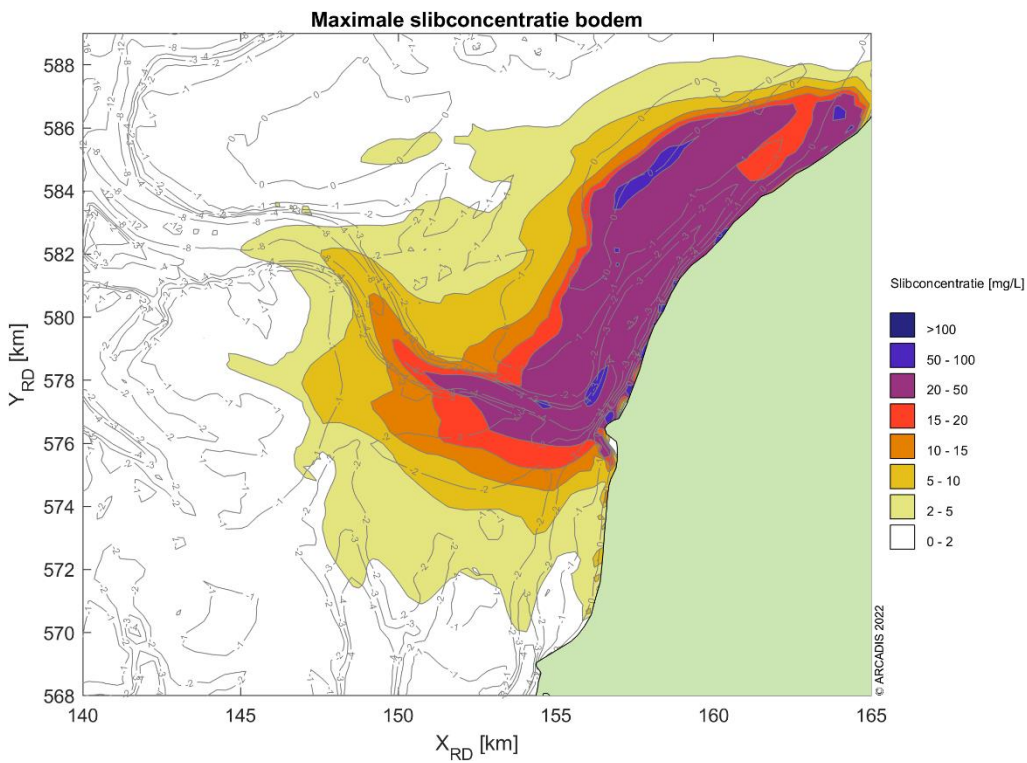


Figuur 8-85 Variant 1 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 8.

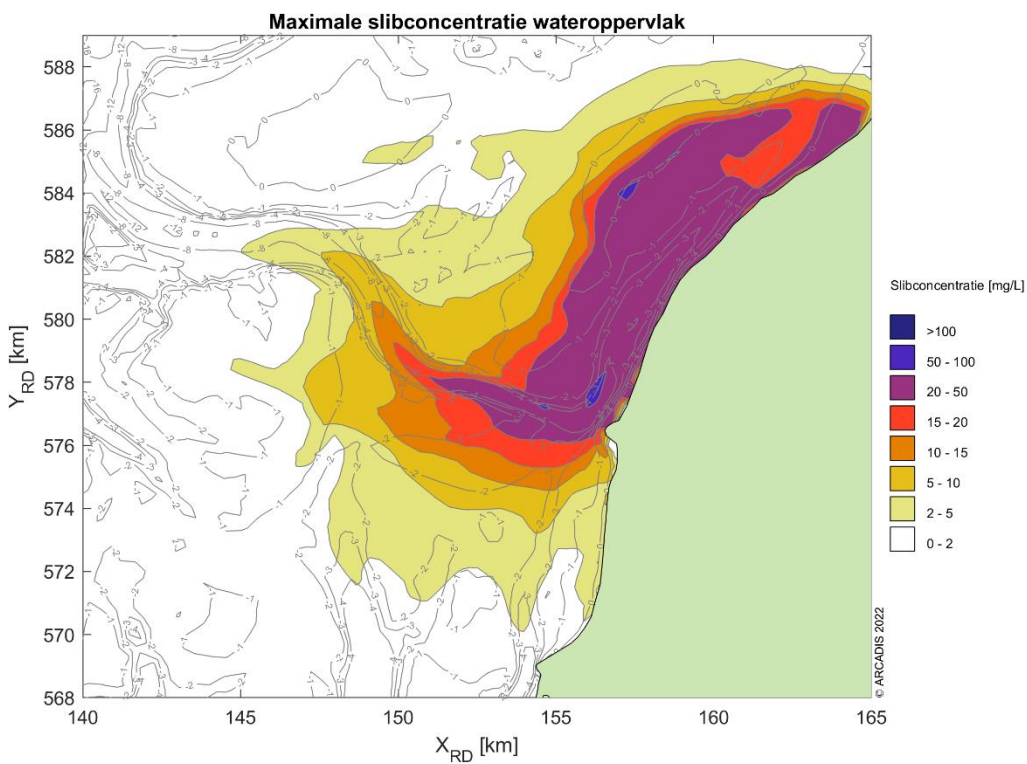


Figuur 8-86 Variant 1 + 3. Maximale sedimentatie snelheid.

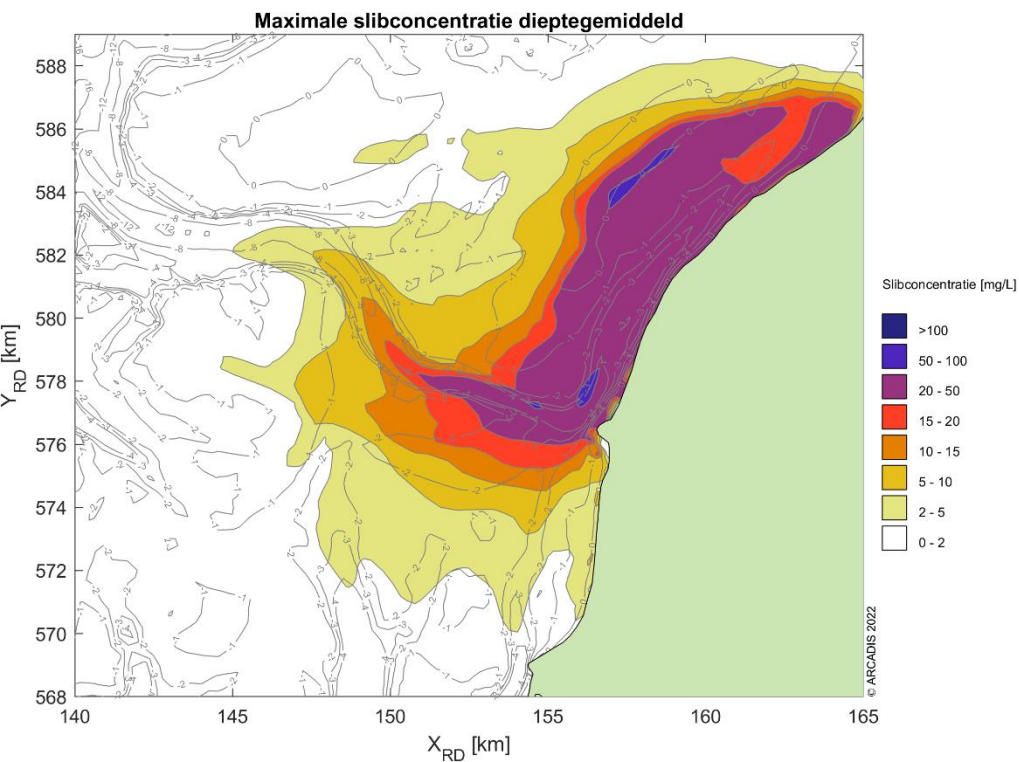
A.4.5 Variant 2 + 3 – ‘casestudy’ (sept. 2019) Boontjes + Harlingen



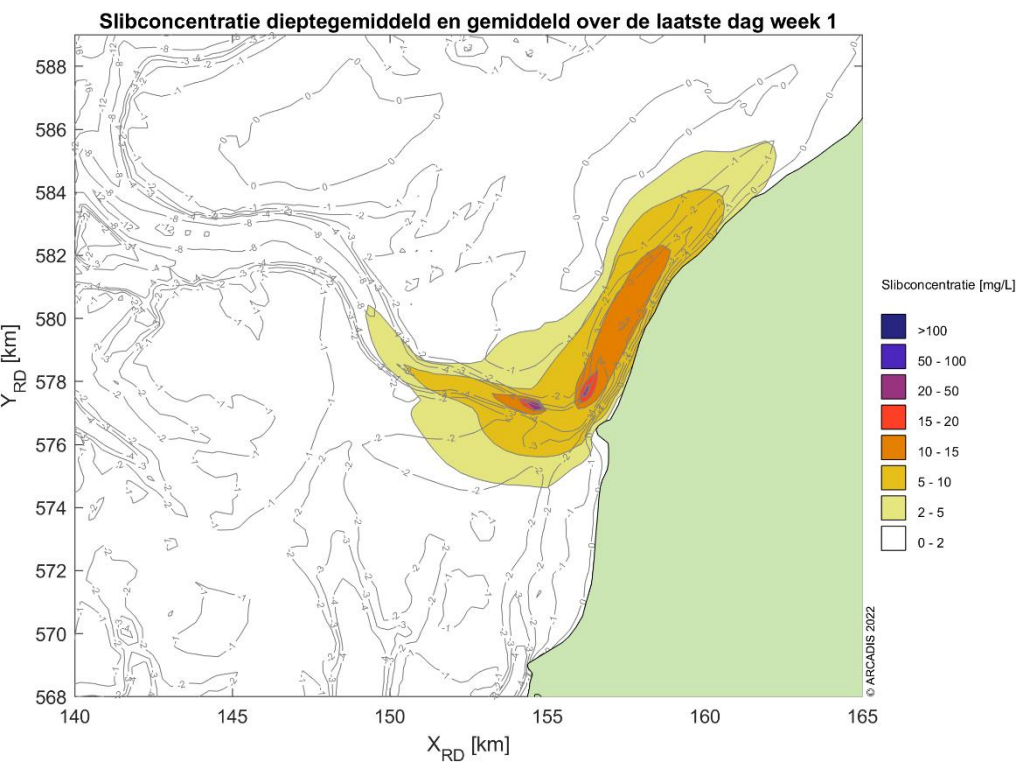
Figuur 8-87 Variant 2 + 3. De maximale slibconcentratie bij de bodem.



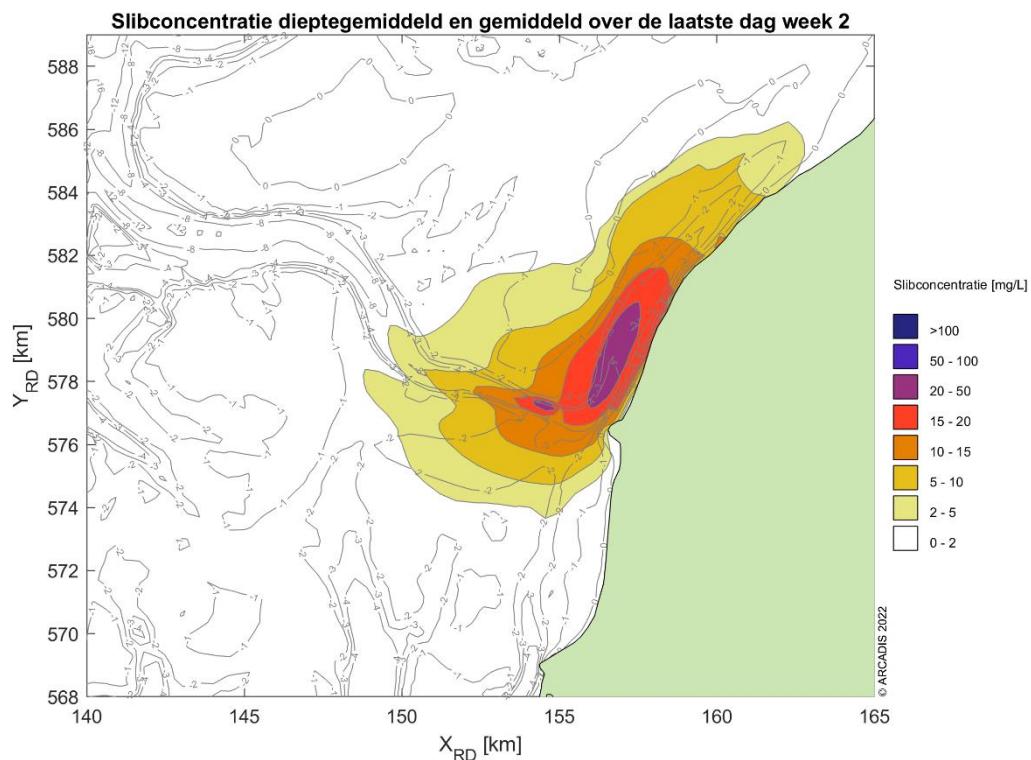
Figuur 8-88 Variant 2 + 3. De maximale slibconcentratie aan het wateroppervlak.



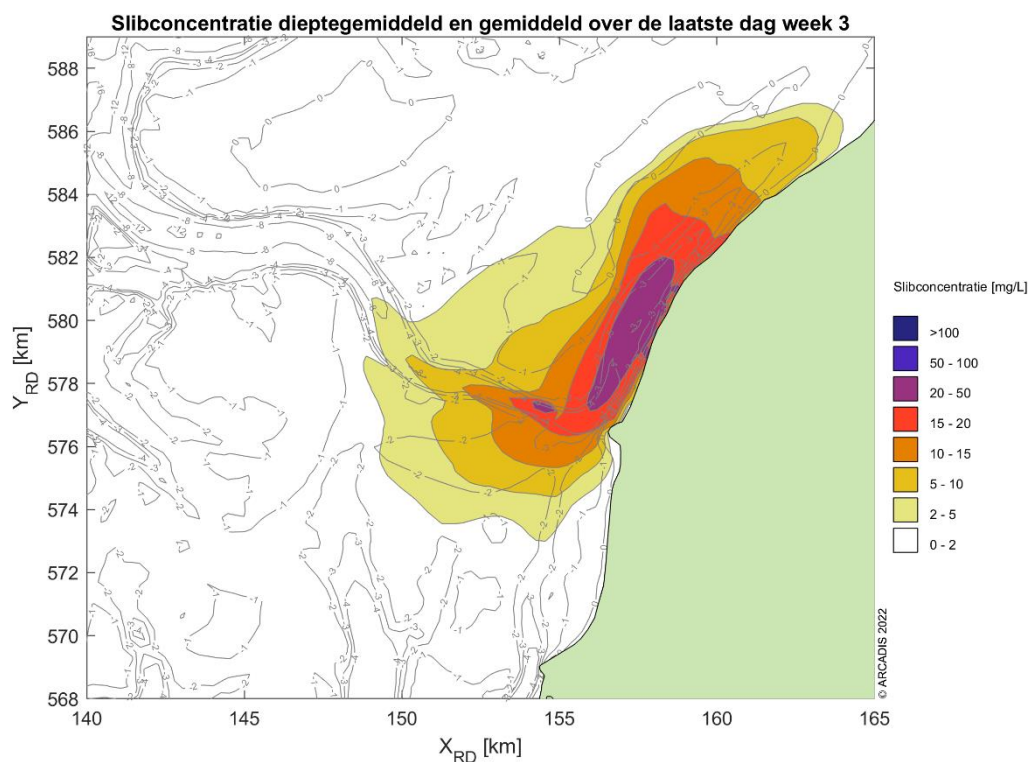
Figuur 8-89 Variant 2 + 3. Maximale slibconcentratie dieptegemiddeld.



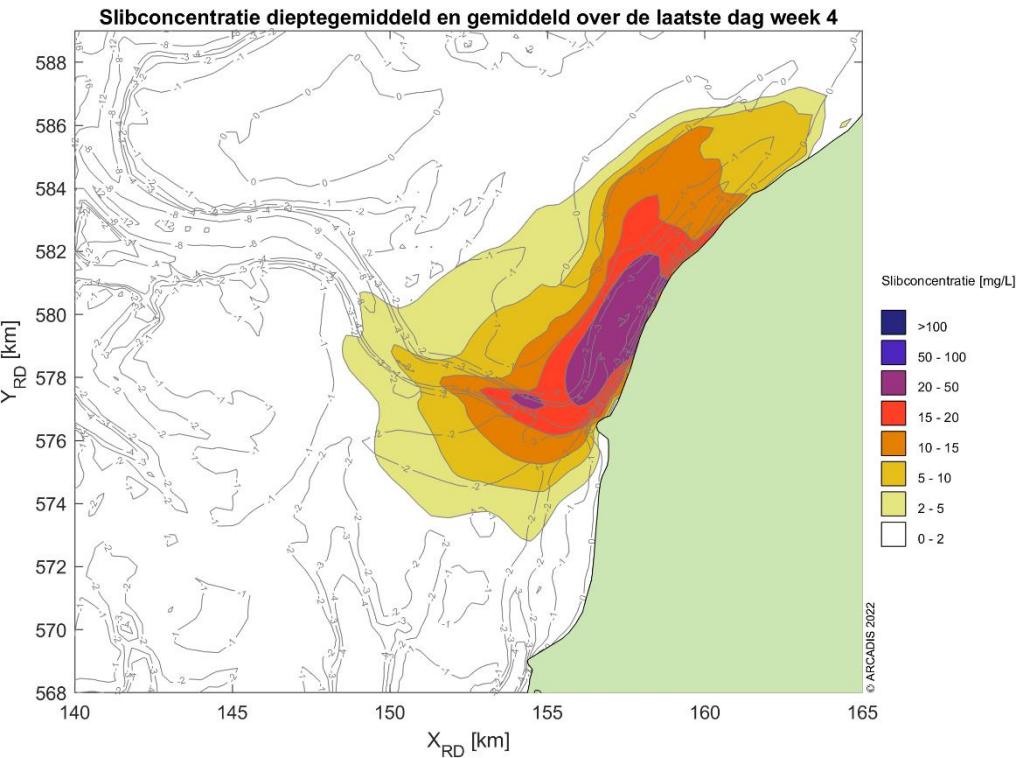
Figuur 8-90 Variant 2 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 1.



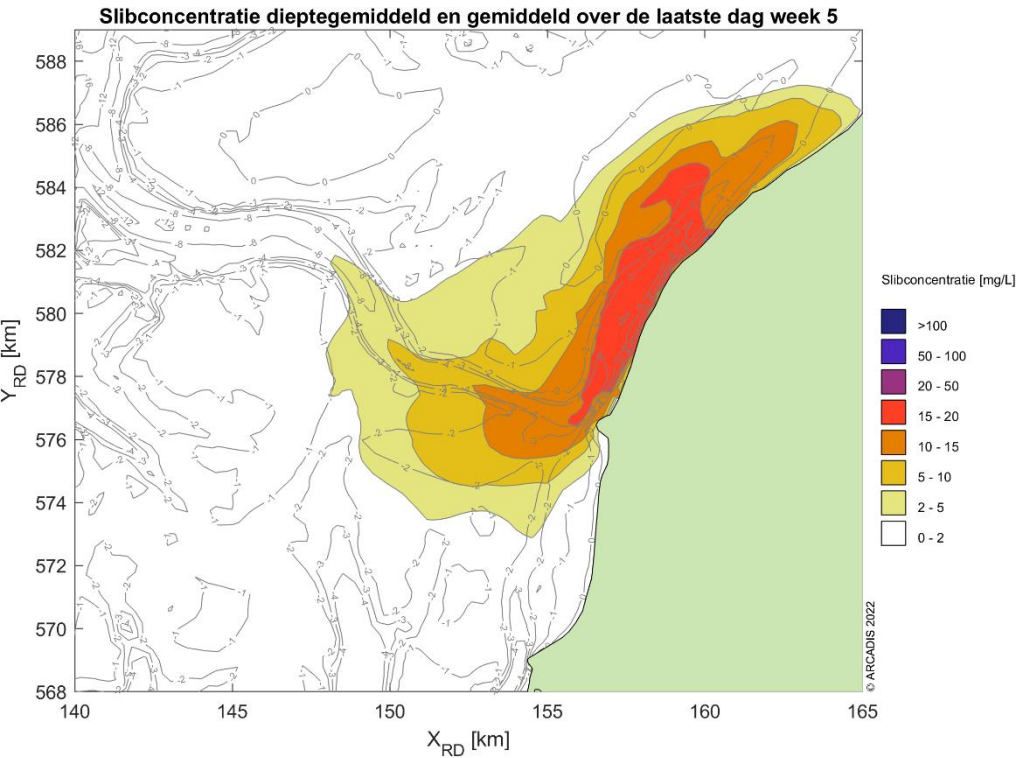
Figuur 8-91 Variant 2 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 2.



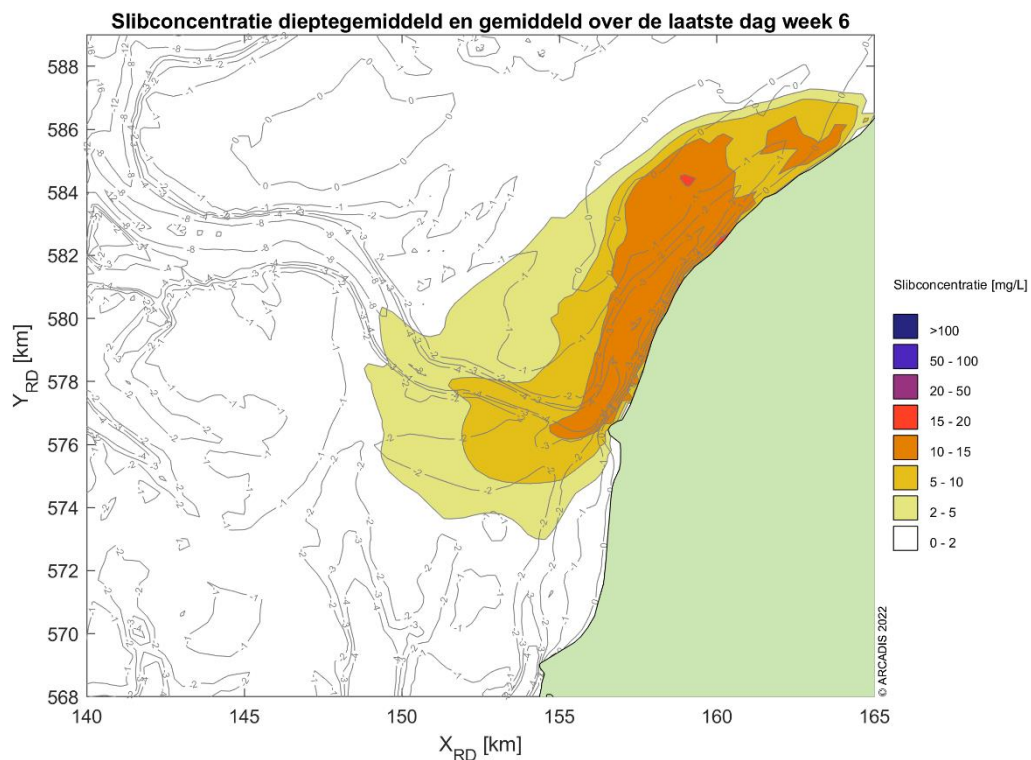
Figuur 8-92 Variant 2 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 3.



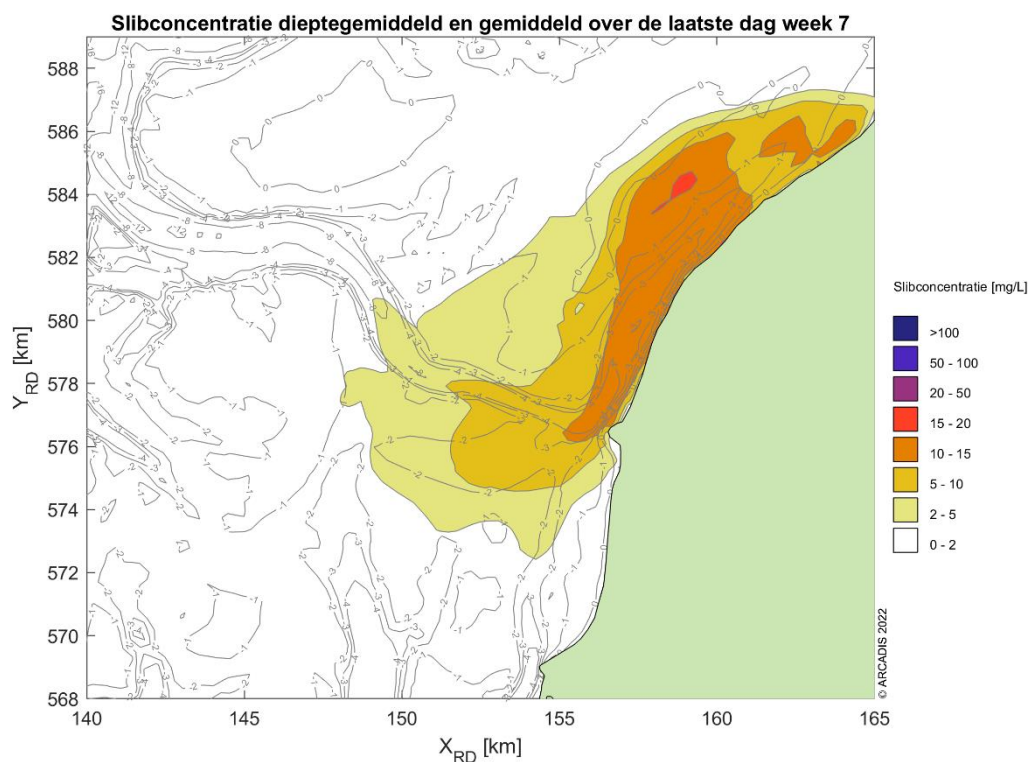
Figuur 8-93 Variant 2 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 4.



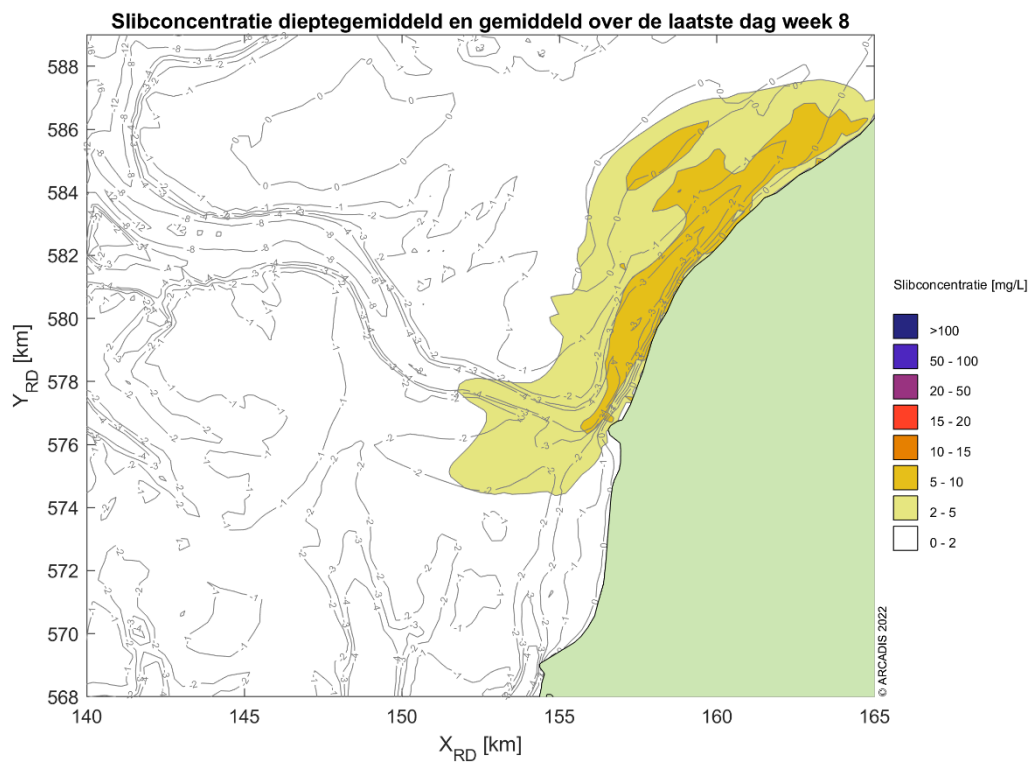
Figuur 8-94 Variant 2 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 5.



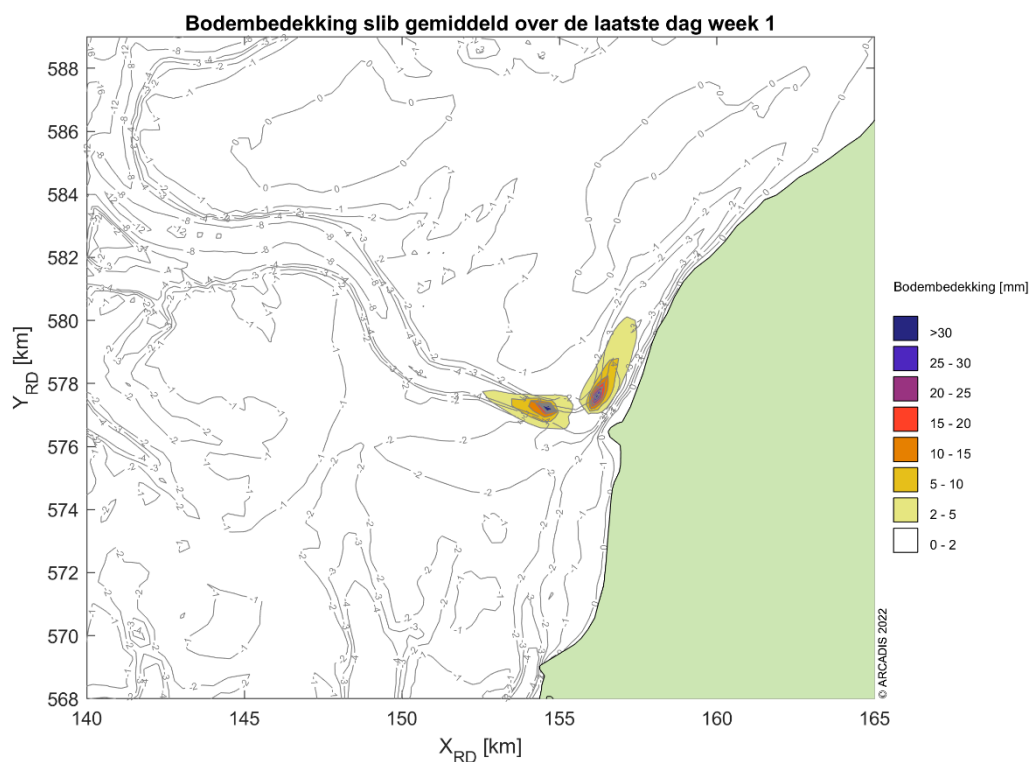
Figuur 8-95 Variant 2 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 6.



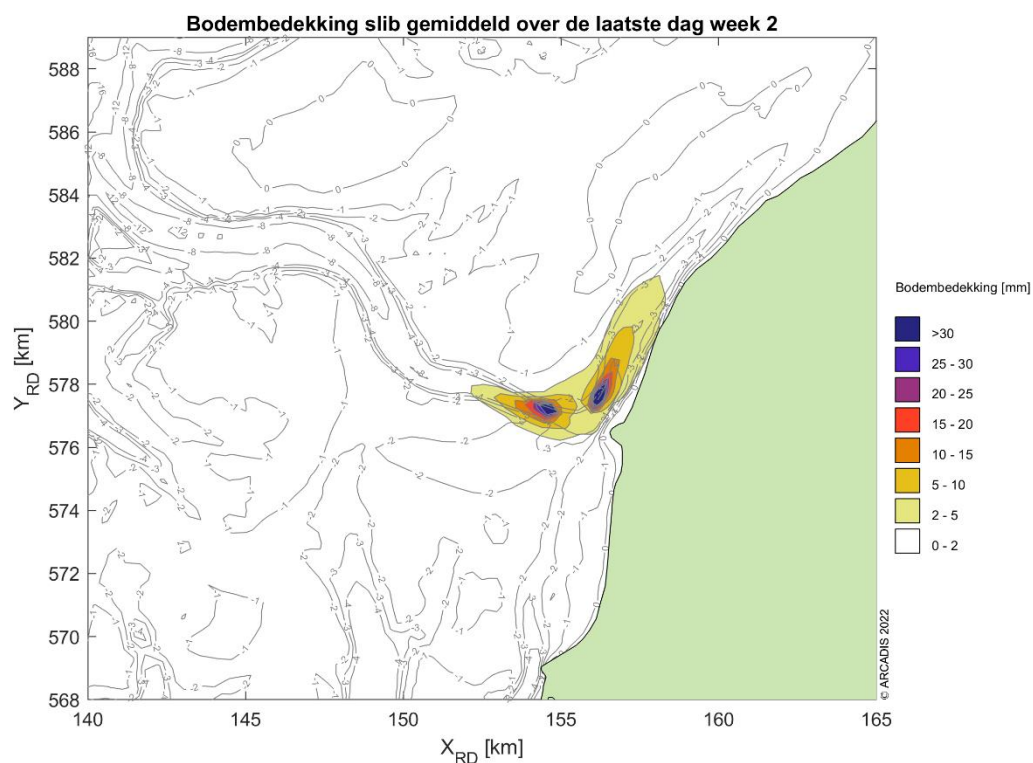
Figuur 8-96 Variant 2 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 7.



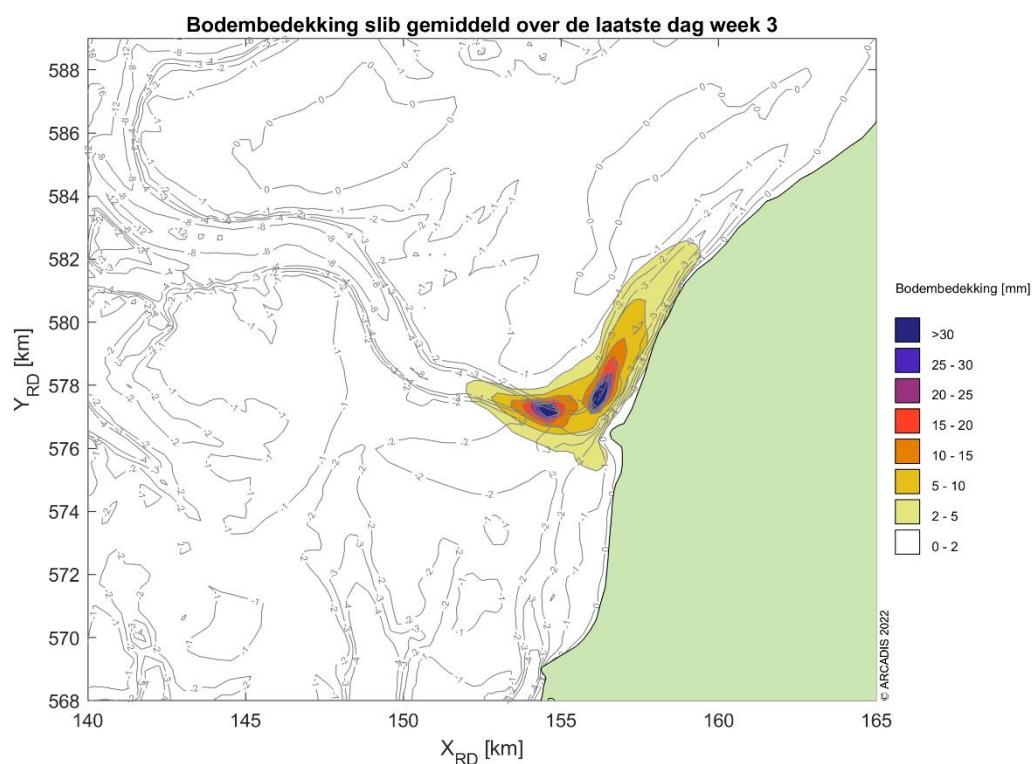
Figuur 8-97 Variant 2 + 3. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 8.



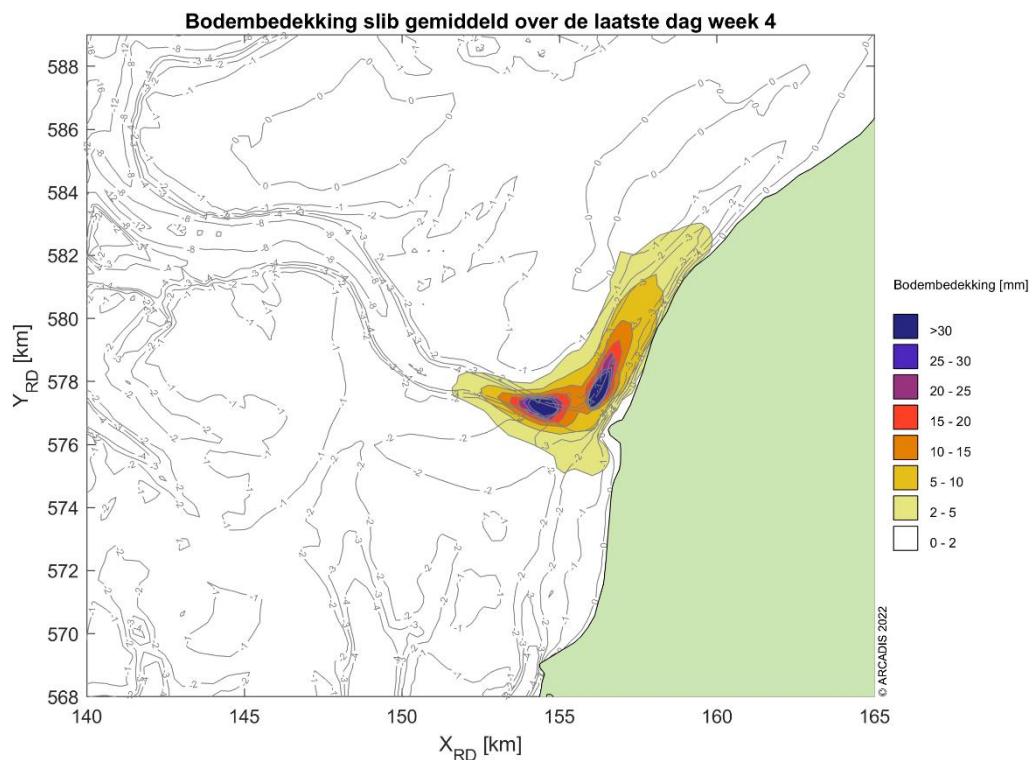
Figuur 8-98 Variant 2 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 1.



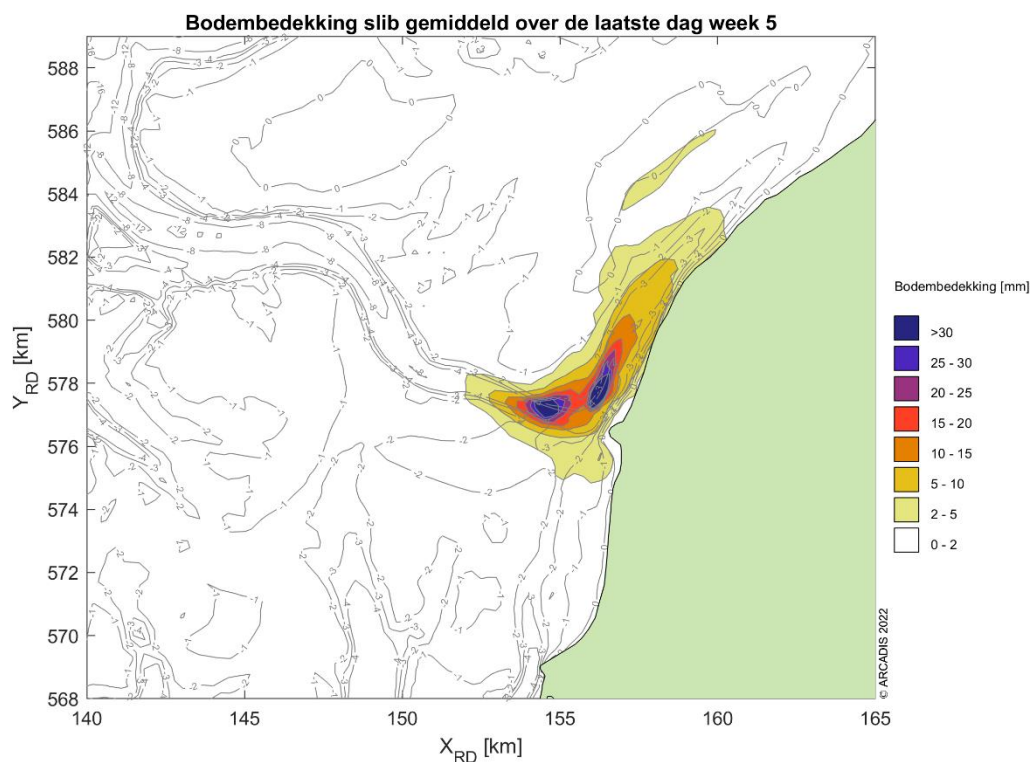
Figuur 8-99 Variant 2 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 2.



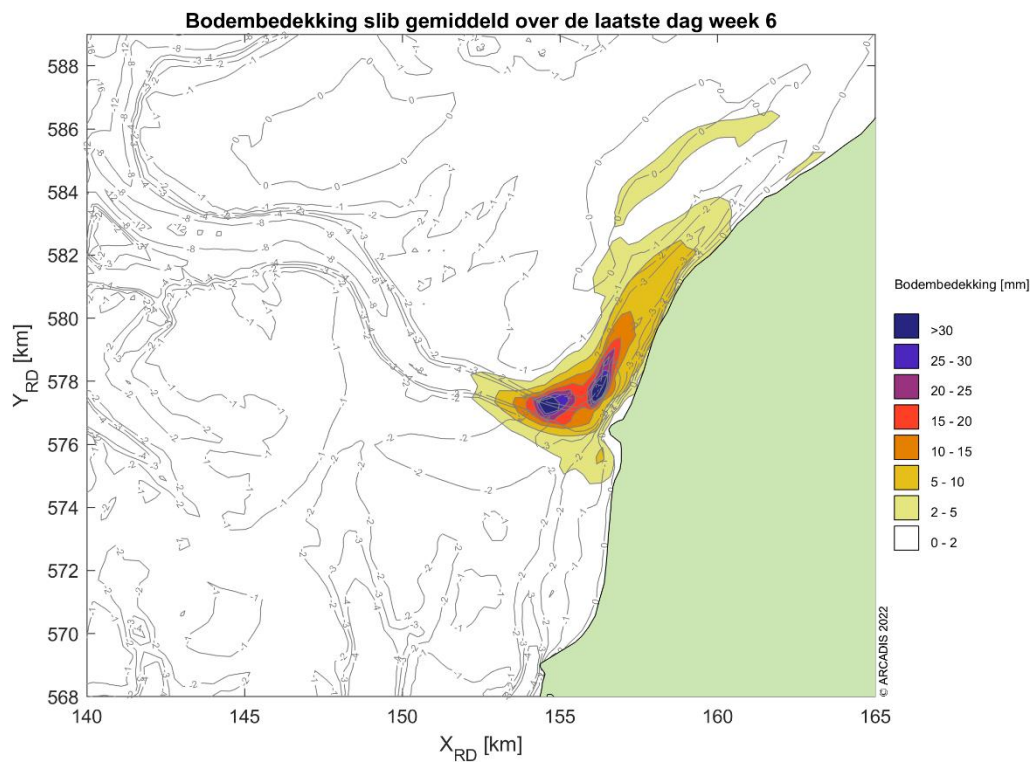
Figuur 8-100 Variant 2 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 3.



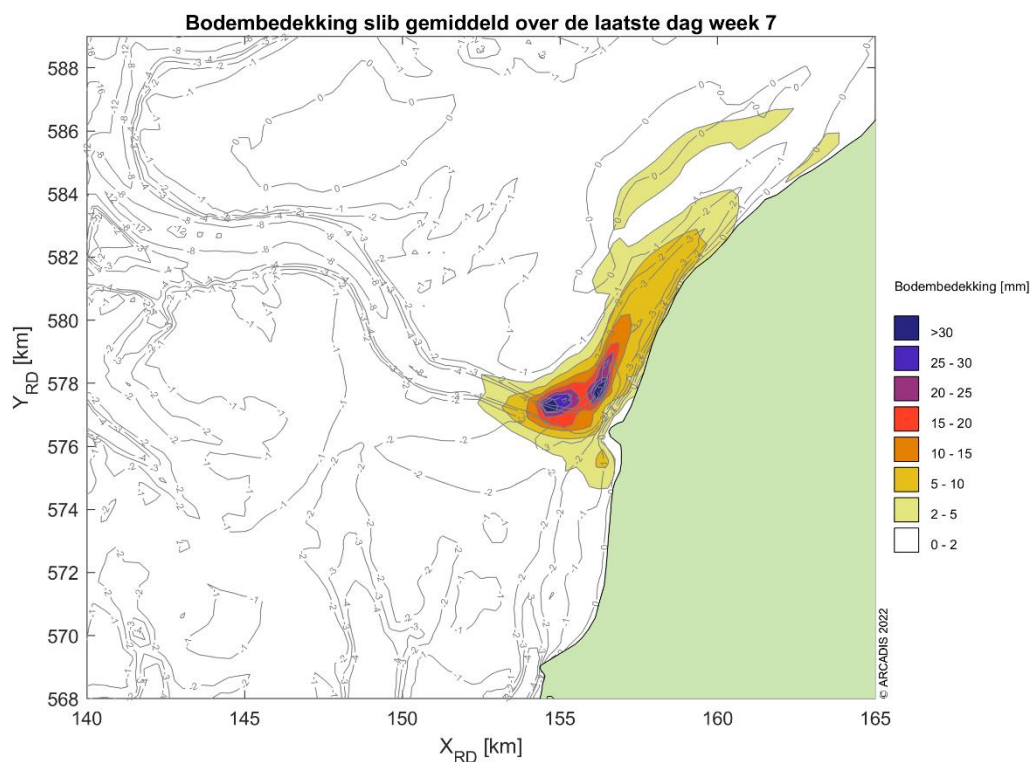
Figuur 8-101 Variant 2 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 4.



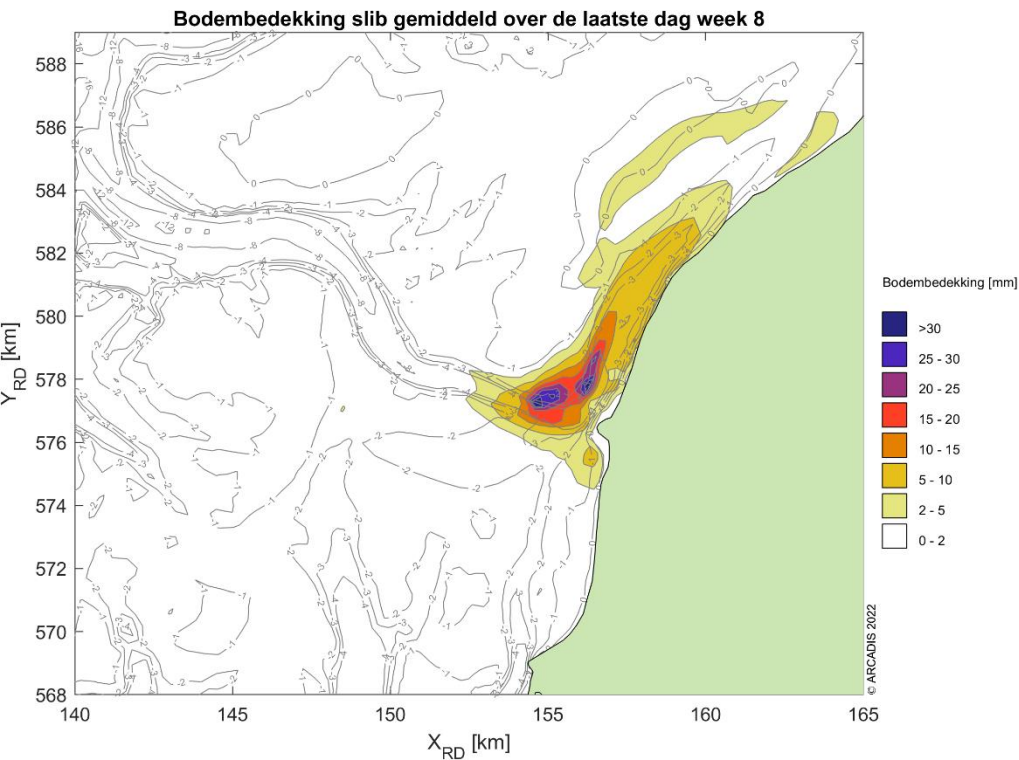
Figuur 8-102 Variant 2 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 5.



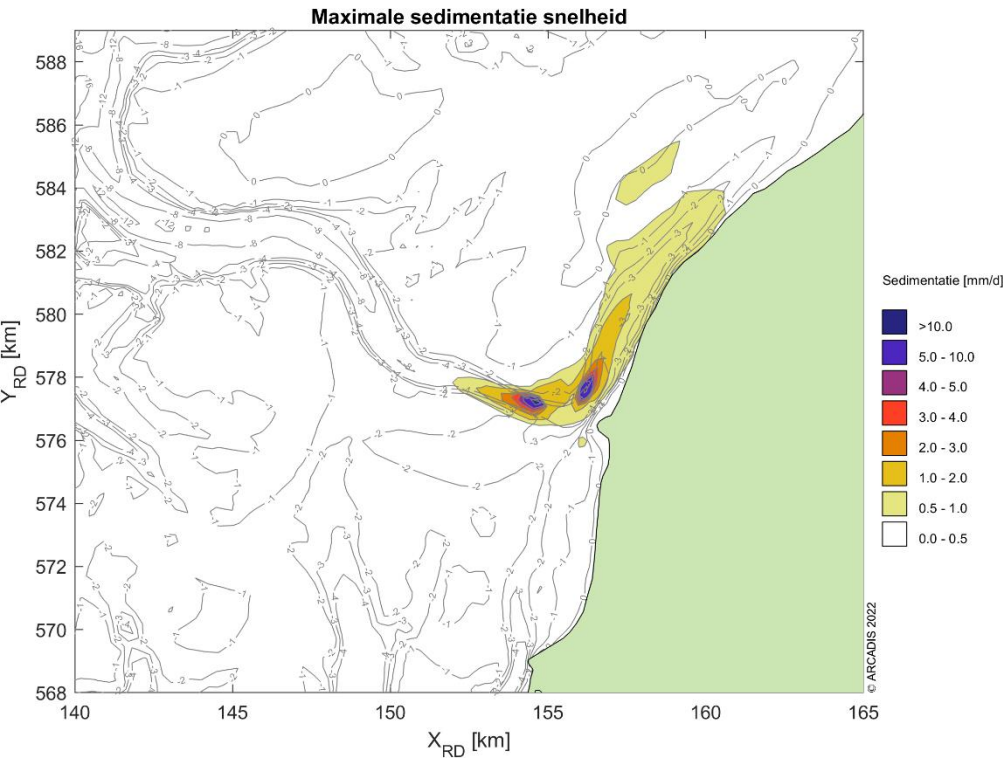
Figuur 8-103 Variant 2 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 6.



Figuur 8-104 Variant 2 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 7.

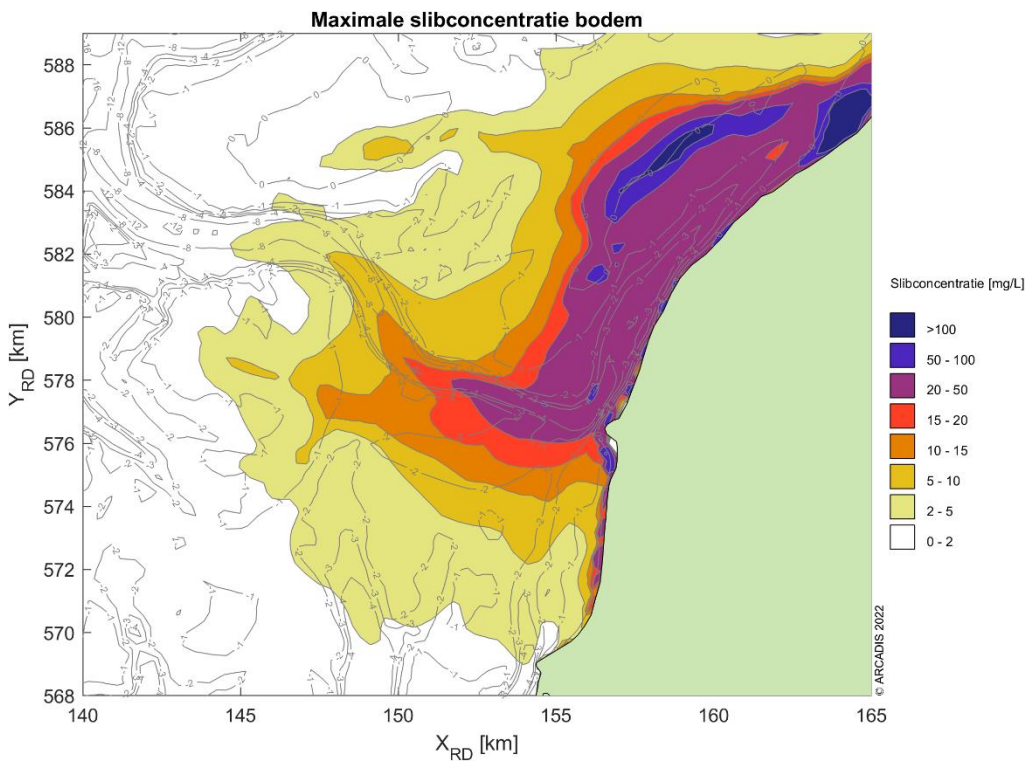


Figuur 8-105 Variant 2 + 3. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 8.

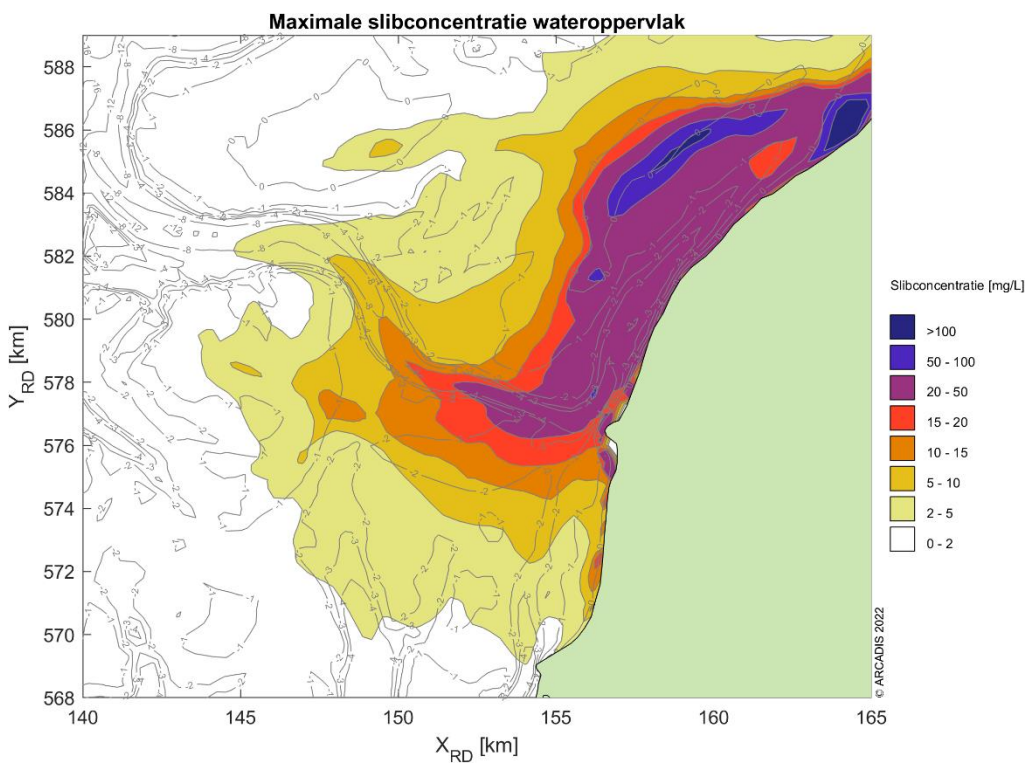


Figuur 8-106 Variant 2 + 3. Maximale sedimentatie snelheid.

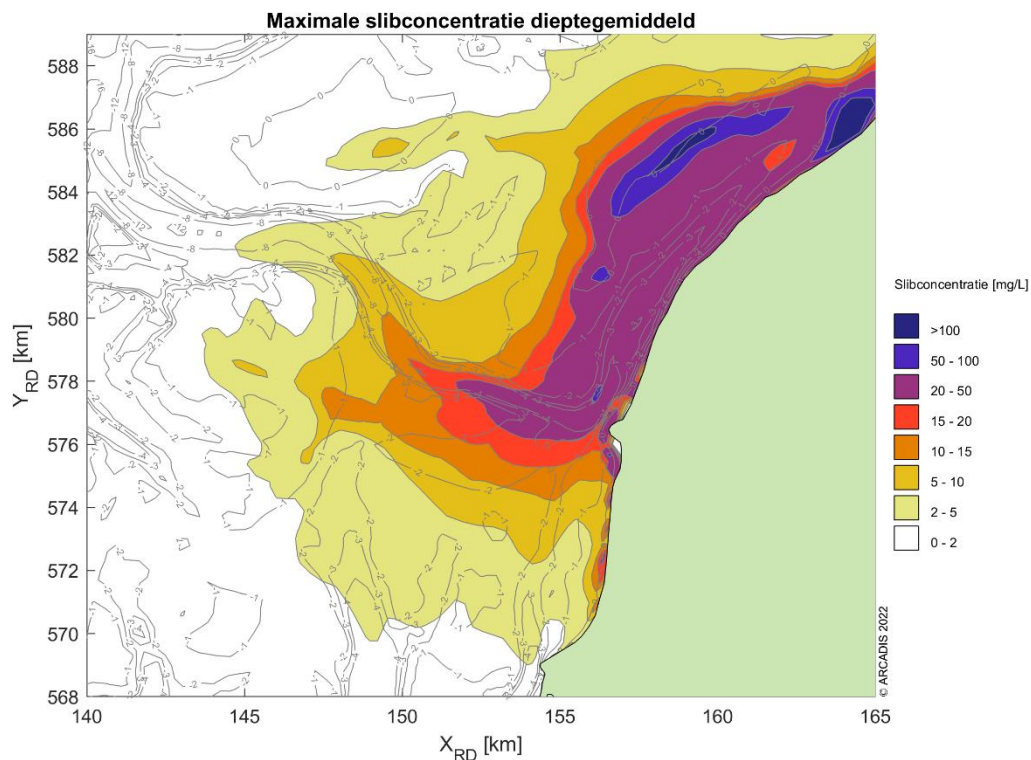
A.4.6 Variant 4 – ‘casestudy’ eerste half jaar 2021



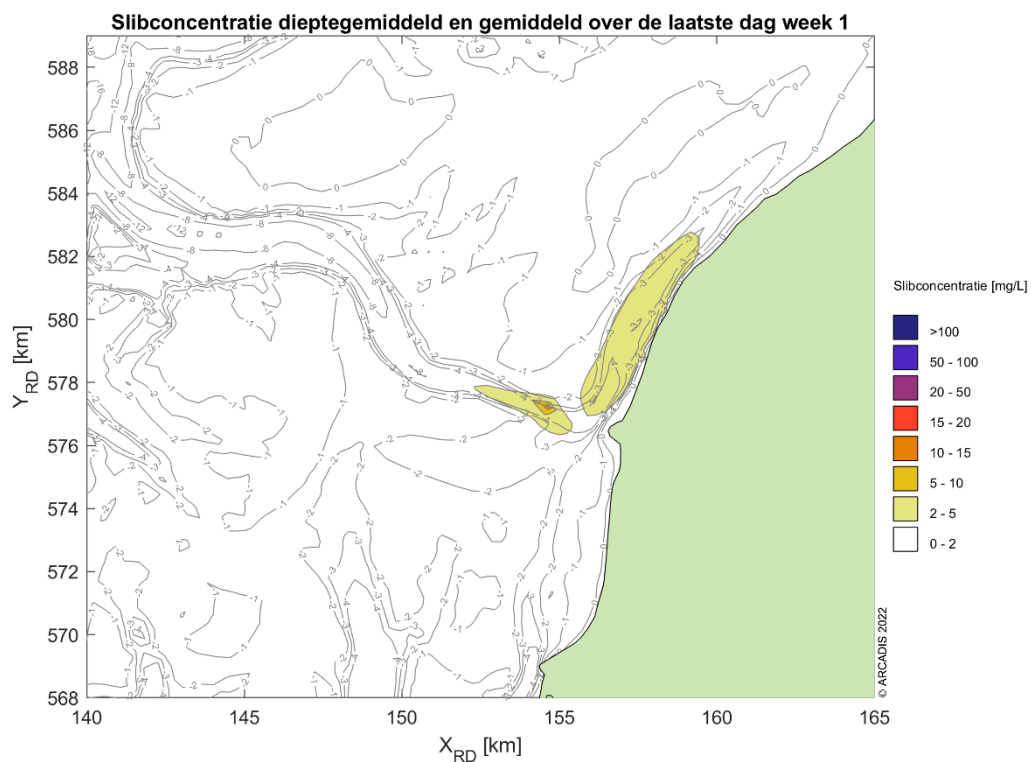
Figuur 8-107 Variant 4. De maximale slibconcentratie bij de bodem.



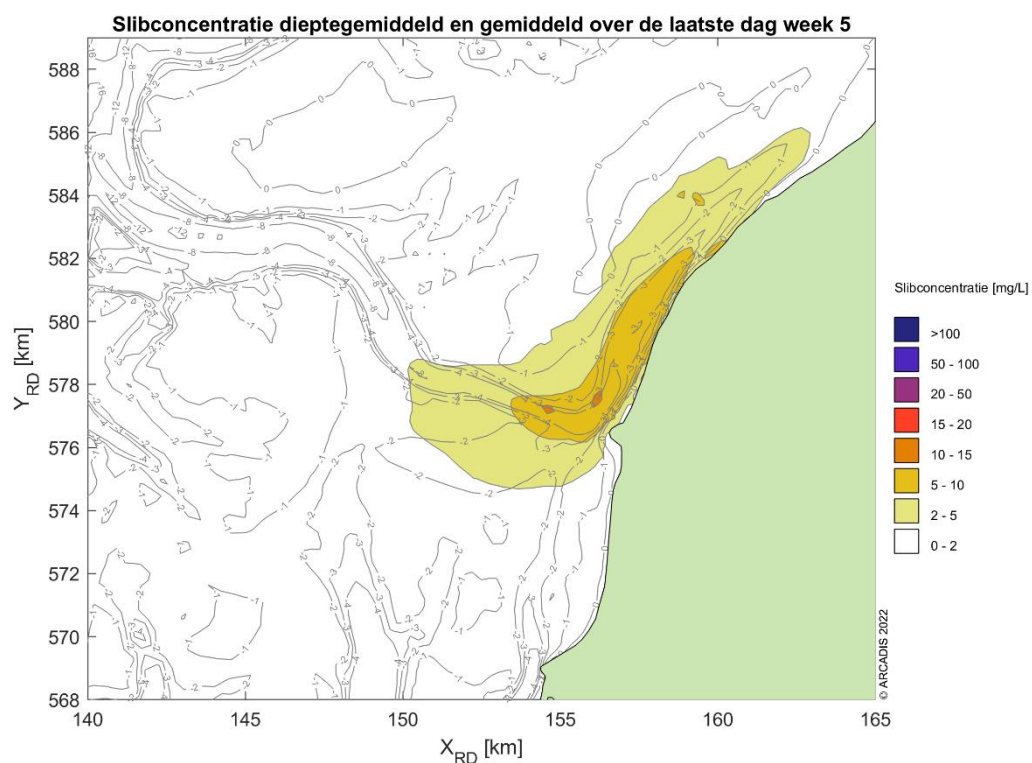
Figuur 8-108 Variant 4. De maximale slibconcentratie aan het wateroppervlak.



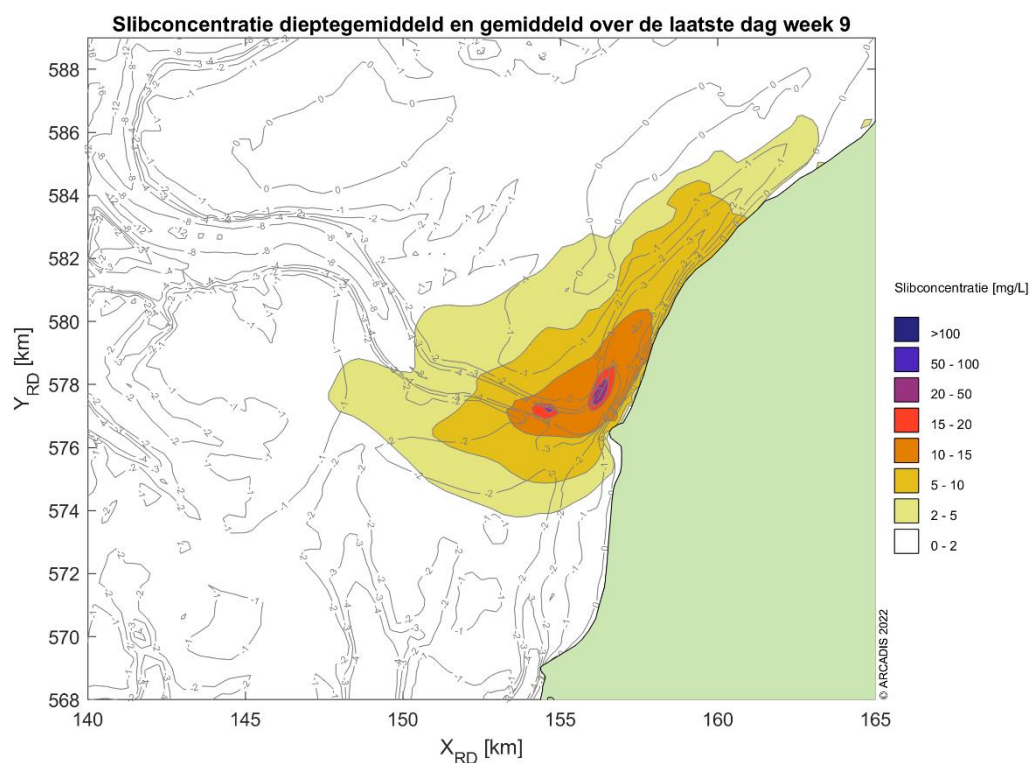
Figuur 8-109 Variant 4. Maximale slibconcentratie dieptegemiddeld.



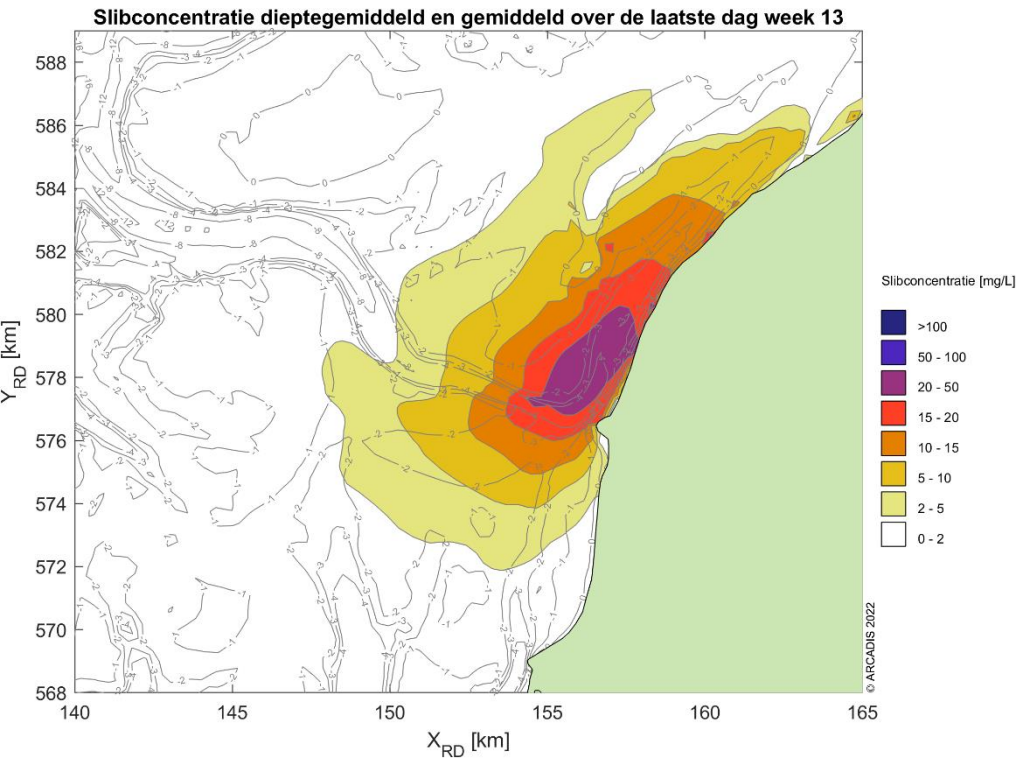
Figuur 8-110 Variant 4. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 1.



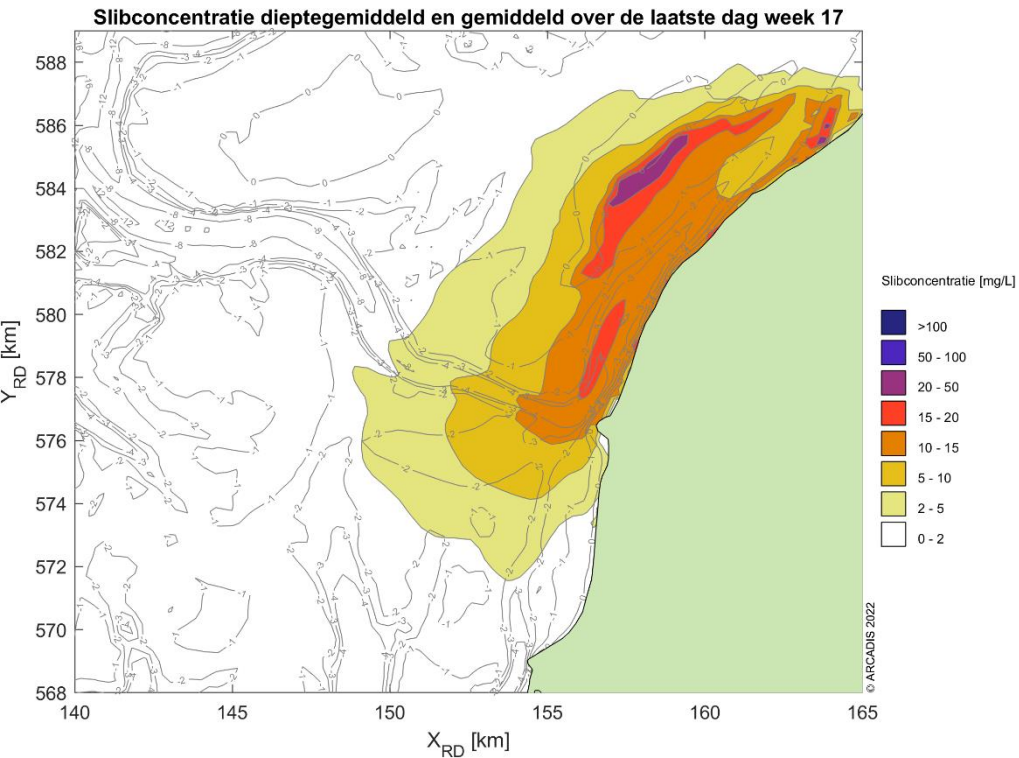
Figuur 8-111 Variant 4. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 5.



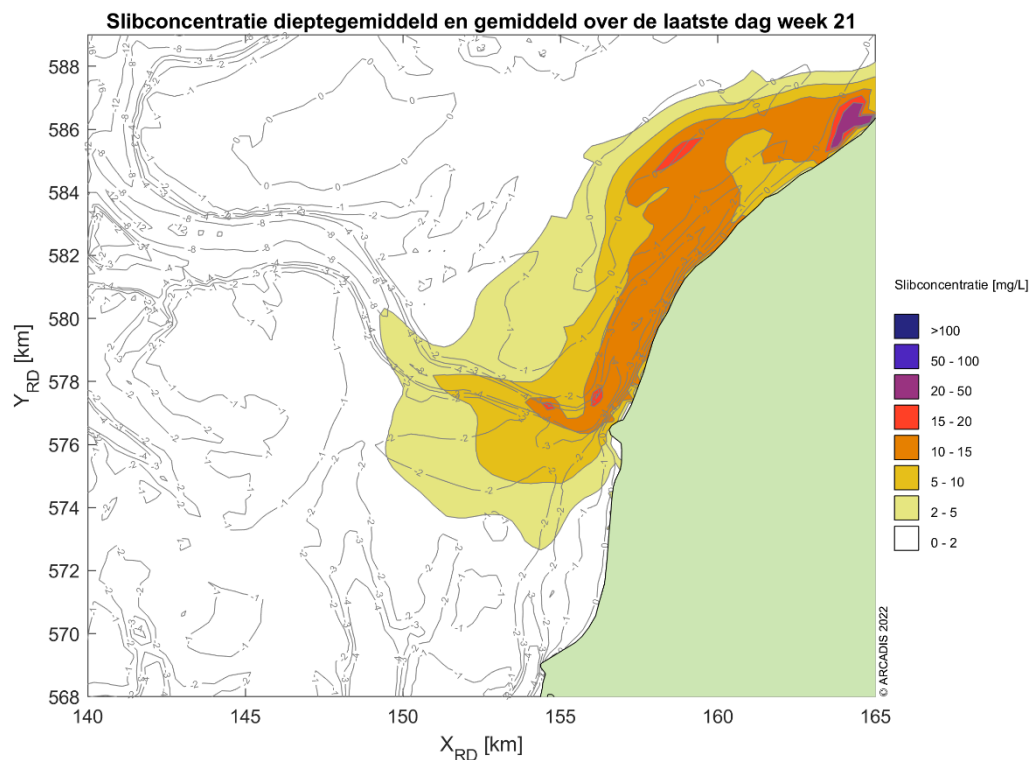
Figuur 8-112 Variant 4. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 9.



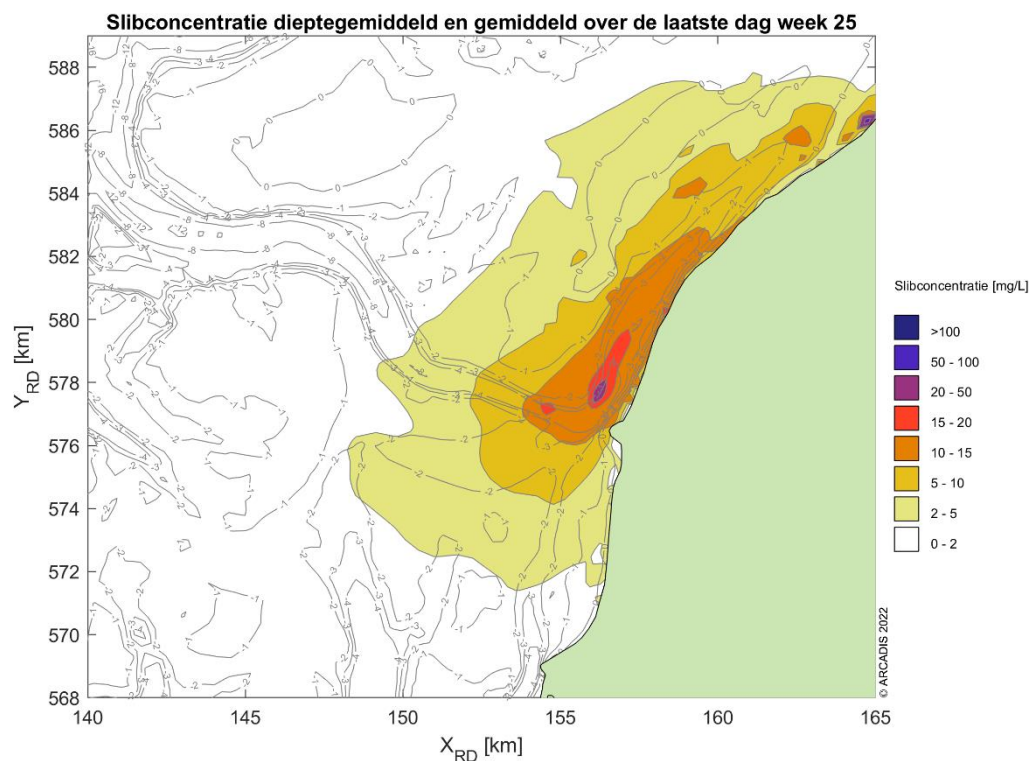
Figuur 8-113 Variant 4. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 13.



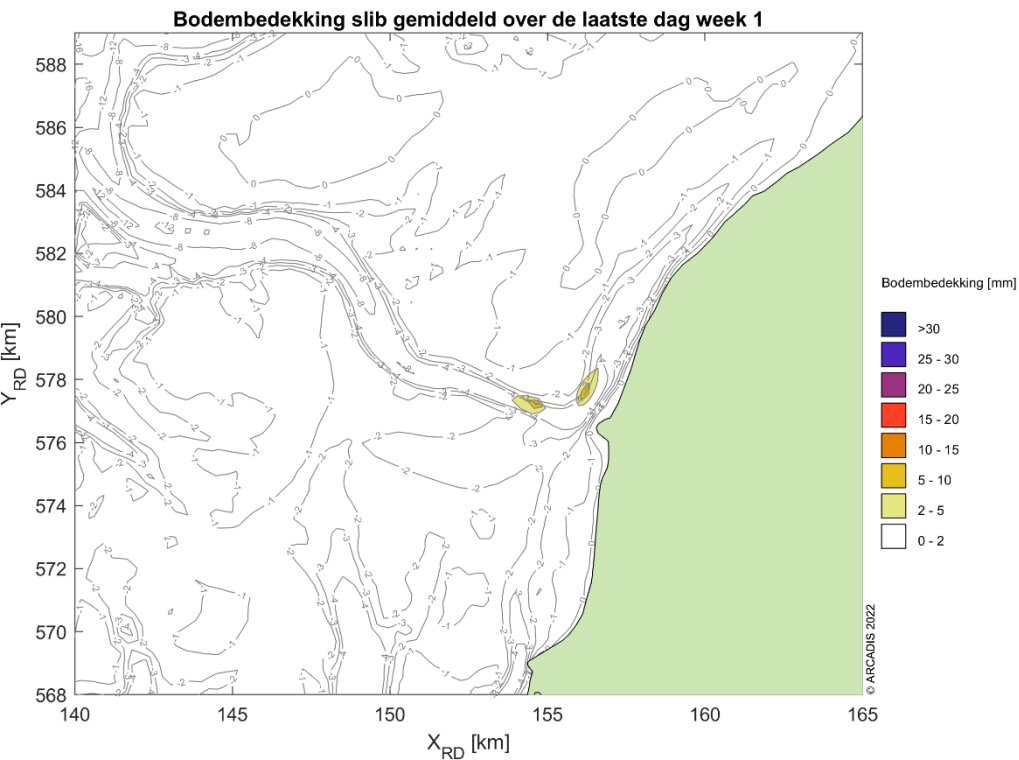
Figuur 8-114 Variant 4. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 17.



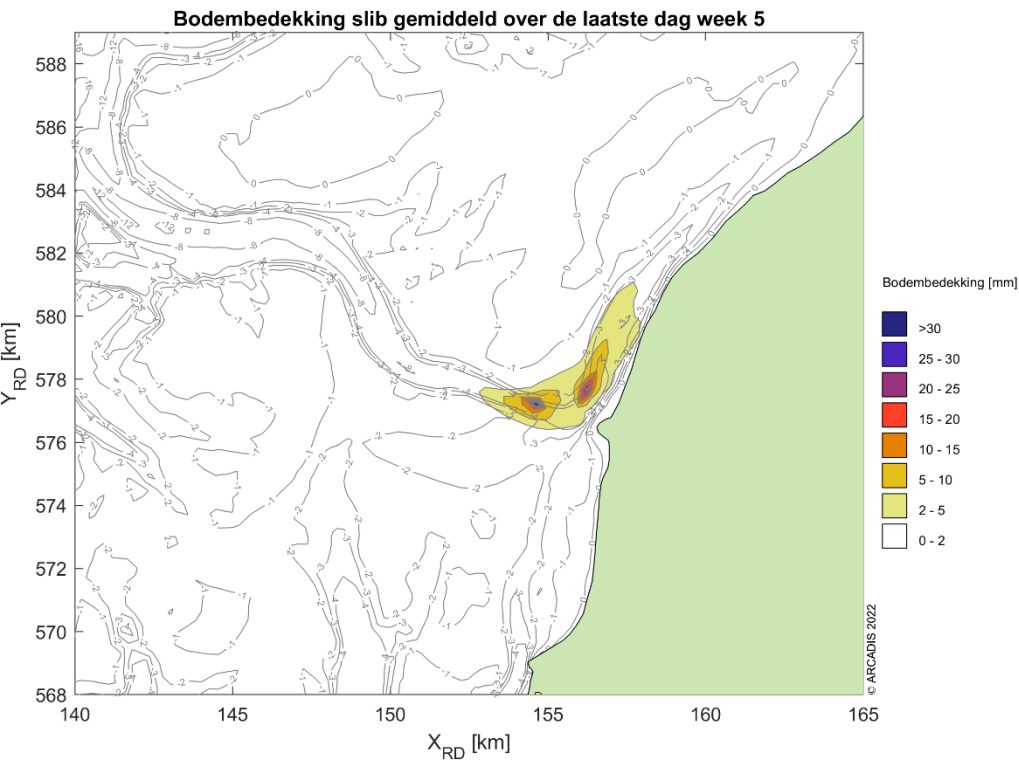
Figuur 8-115 Variant 4. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 21.



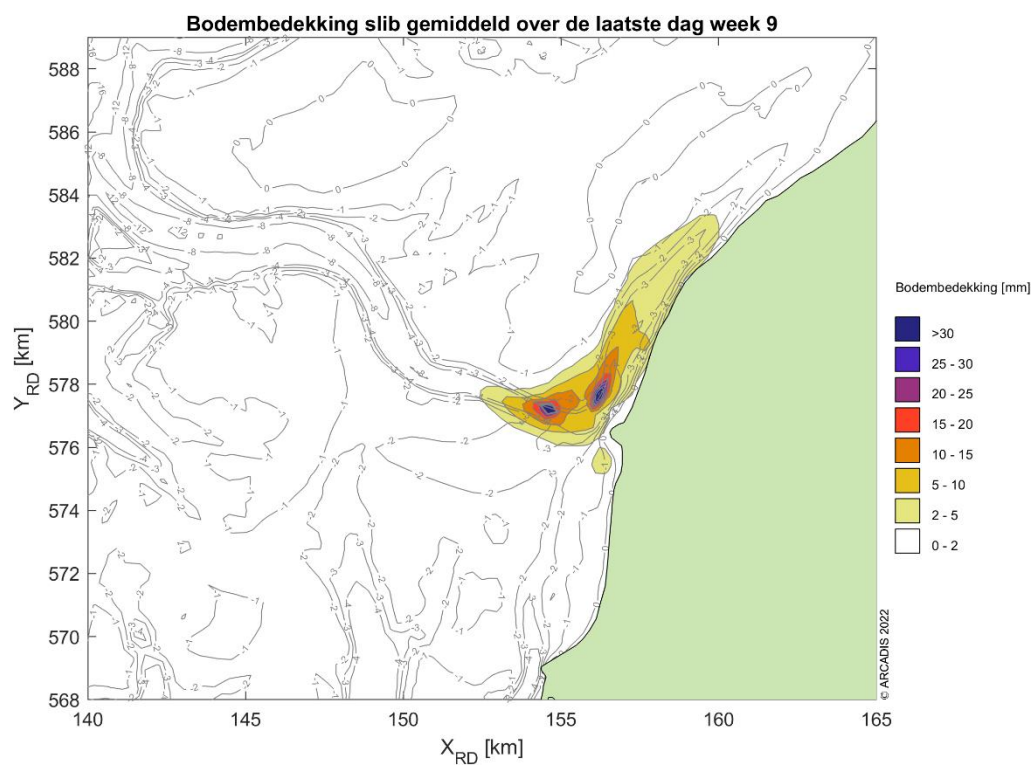
Figuur 8-116 Variant 4. Dieptegemiddelde slibconcentratie gemiddeld over de laatste dag van week 25.



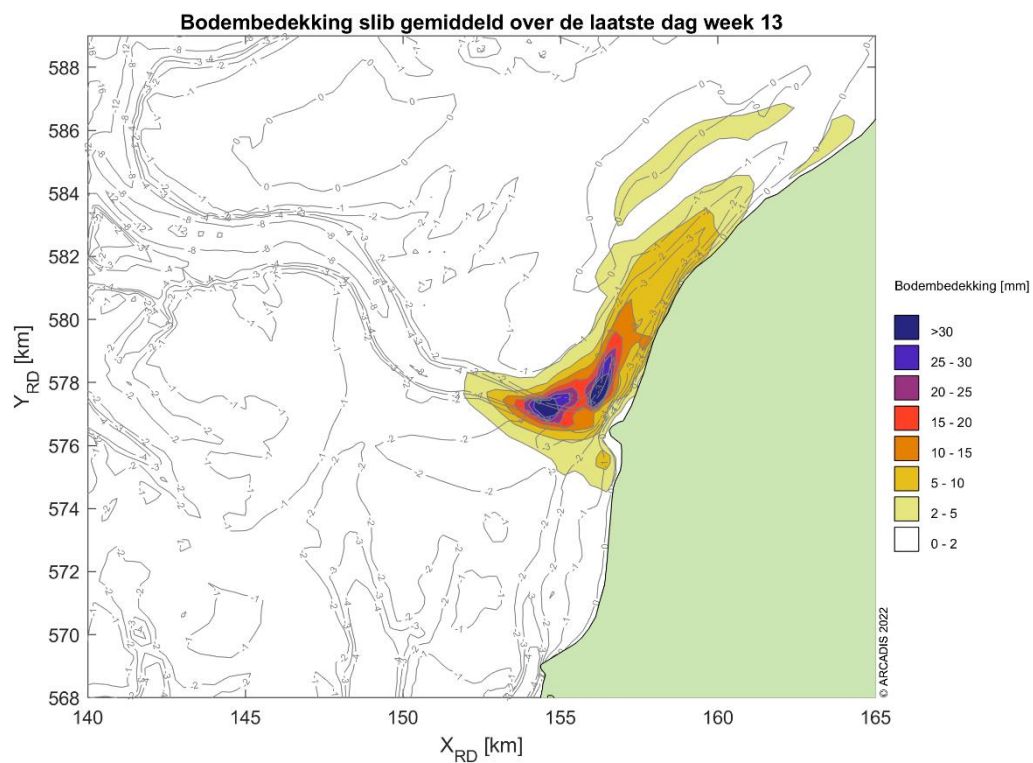
Figuur 8-117 Variant 4. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 1.



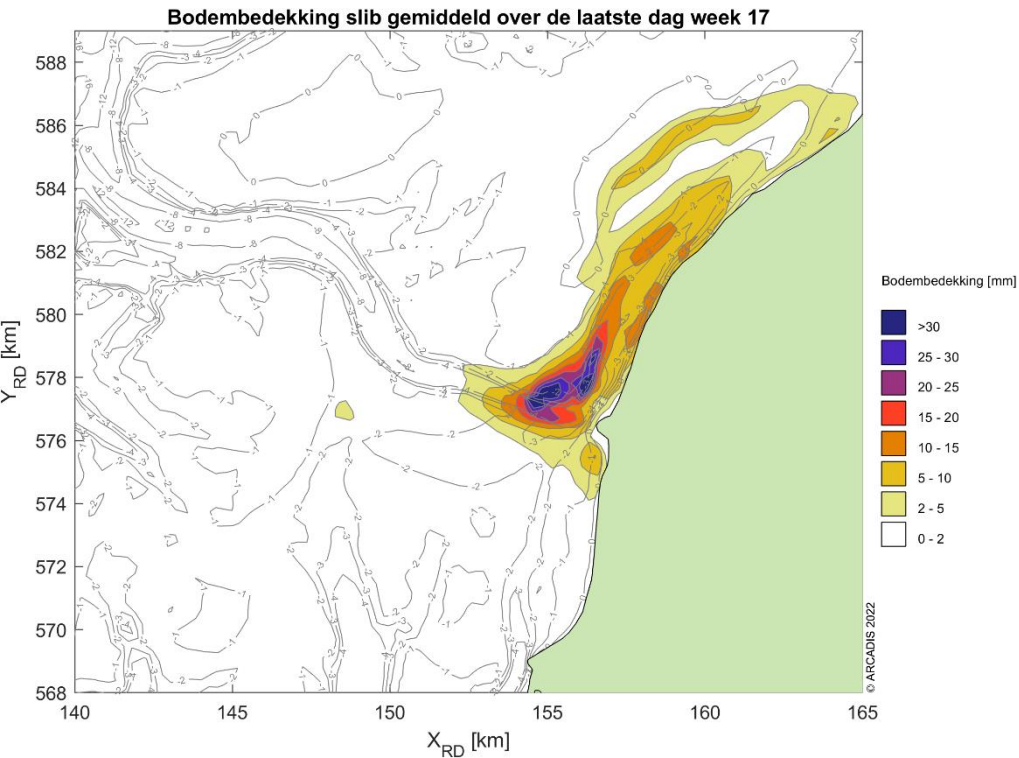
Figuur 8-118 Variant 4. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 5.



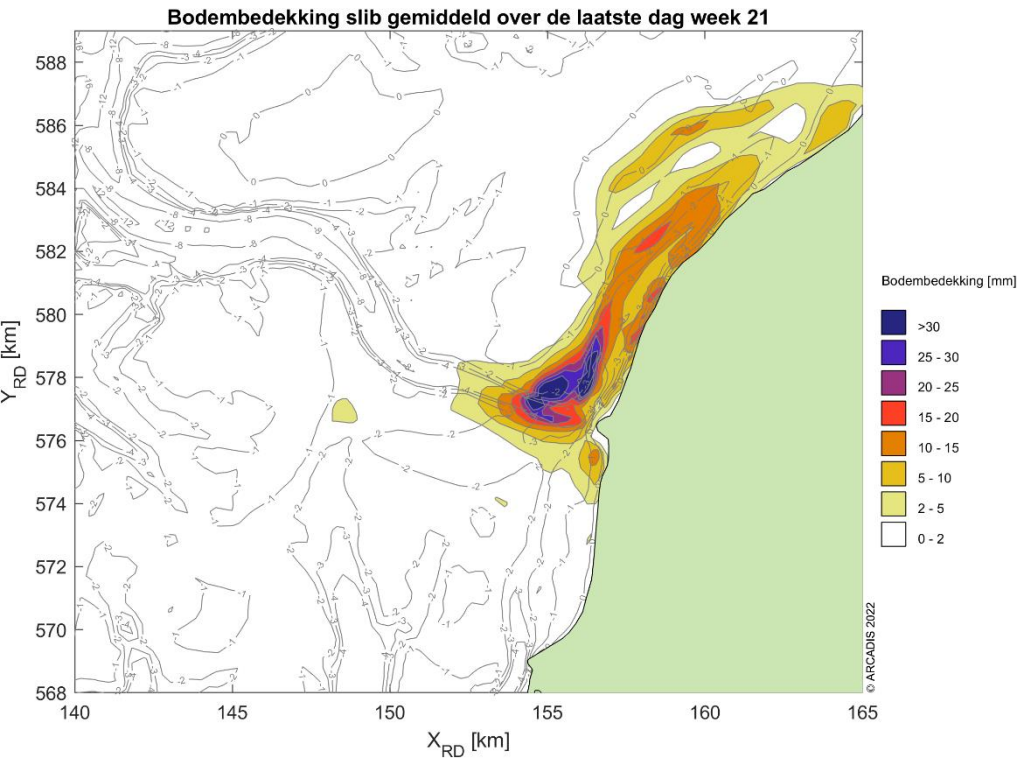
Figuur 8-119 Variant 4. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 9.



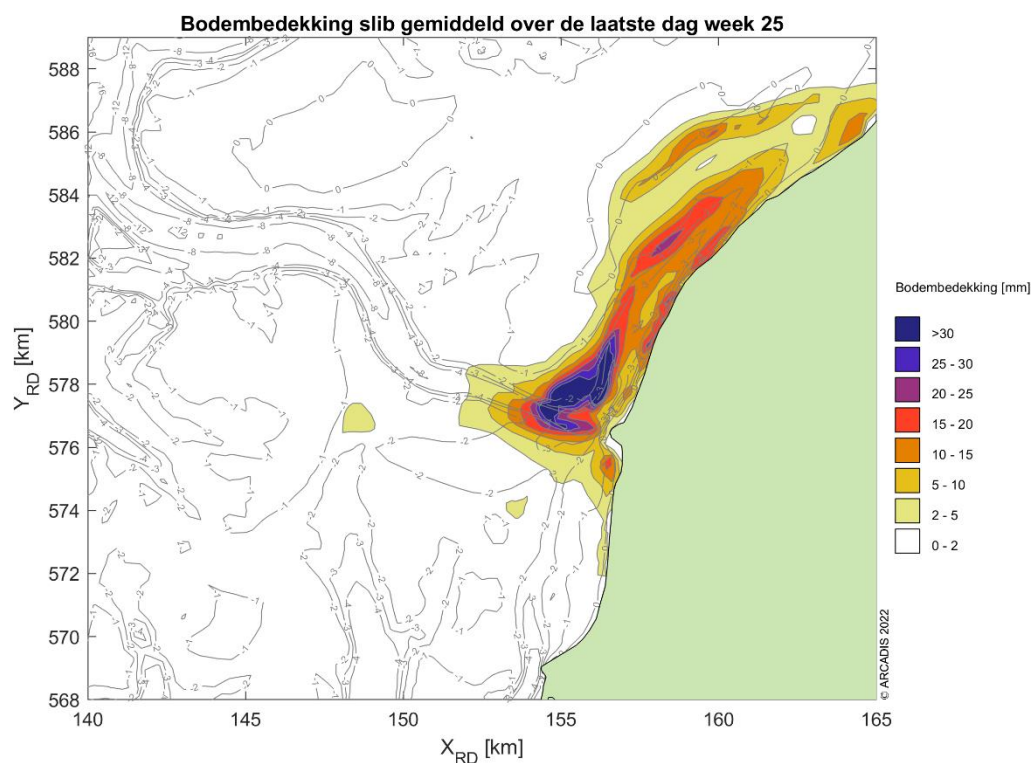
Figuur 8-120 Variant 4. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 13.



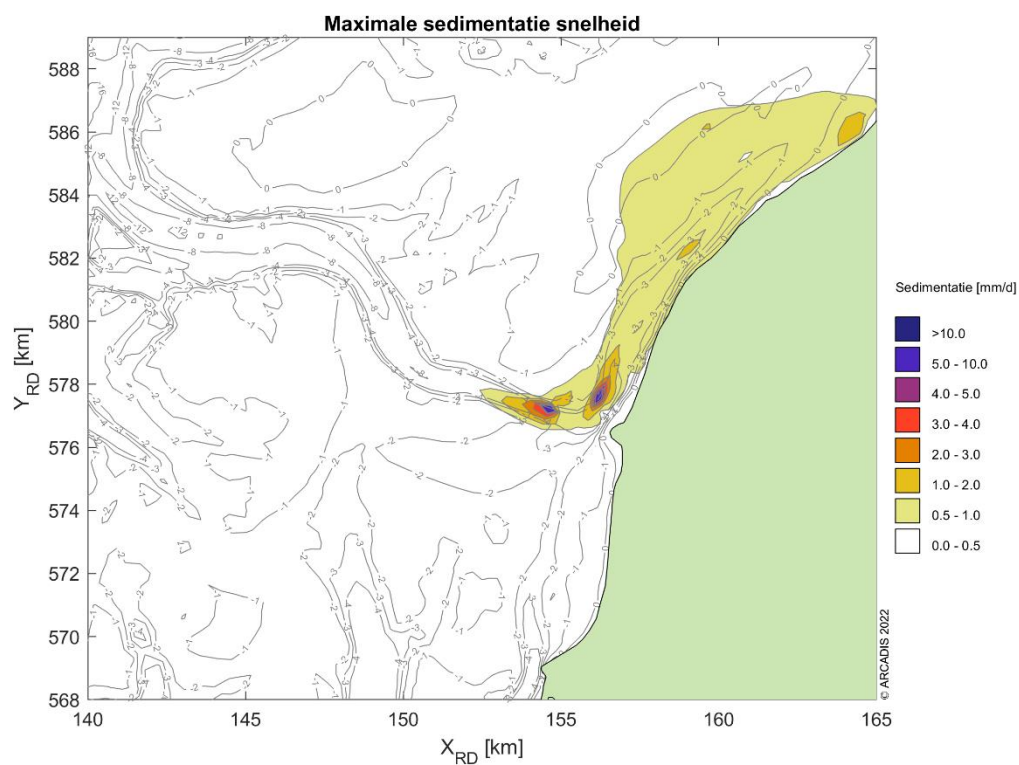
Figuur 8-121 Variant 4. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 17.



Figuur 8-122 Variant 4. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 21.



Figuur 8-123 Variant 4. Bodembedekking slib gemiddeld over de laatste dag van week 25.



Figuur 8-124 Variant 4. Maximale sedimentatie snelheid.

Referenties

Baptist, M., Vroom, J., Willemsem, P., Puijenbroek, M., van Maren, B., van Steijn, P., ... & Colosimo, I. (2019). Beneficial use of dredged sediment to enhance salt marsh development by applying a 'Mud Motor': Evaluation based on monitoring (No. C088/19). Ecoshape.

Deltares. (2016). Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments. Delft: Deltares.

Deltares (2021). Stijging Baggerhoeveelheden Vaargeul Boontjes. Data-analyse op basis van morfologische ontwikkeling en baggerwerkzaamheden. Deltares rapport met kenmerk 11206799-007-ZKS-0001.

Herman, P., J. Vroom, B. Smits, R. van Weerdenburg, T. van Kessel, 2020 Slibdynamiek in de Waddenzee Update conceptueel model 2020. Deltares rapport met kenmerk 11205229-002-ZKS-0001.

Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE* 91, 105-139.

van Duren, L.A., van Kessel, T., Brinkman, A.G., de Kluijver, A., Fey, F. en Schmidt, C.A., 2015. Verkenning Slibhuishouding Waddenzee. RappVanort Deltares, Imares en Rijkswaterstaat.

Van Kessel, T., 2015. Opzet en toepassing slibmodel Waddenzee; eindrapportage. Deltaresrapport met kenmerk 1220102-000-ZKS-0010.

Vroom, J., R. van Weerdenburg, B.P. Smits, P. Herman, 2020. Modelleringslibdynamiek voor de Waddenzee; Kalibratie voor KRW slib. Deltares rapport met kenmerk 11205229-001-ZKS-0001

WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding*. Delft: WL | Delft Hydraulics.

Colofon

ECOLOGISCHE SCENARIOVERGELIJKING
VAARGEUL DE BOONTJES

KLANT
Rijkswaterstaat

AUTEUR
Sarina Versteeg, Jos van der Baan, Sanne van der Heijden, Cas Dinjens, Dethmer Smeets

ONZE REFERENTIE
YTF7QRNSQWEA-1723496104-1890:1

DATUM
21 november 2022

STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Nanne van Hoytema en Jelmer Cleveringa

Nanne van Hoytema

Over Arcadis

Arcadis is een toonaangevend wereldwijd ontwerp- en consultancybureau voor de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij maken het verschil voor onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Met 27.000 mensen in meer dan 70 landen genereerden we in 2020 een omzet van €3,3 miljard. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om leefomstandigheden te verbeteren in gebieden getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.arcadis-nederland.nl)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.ArcadisNetherlands.nl)