

RAPPORT

**WP MV2 – Toelichting op de
Waterwetvergunning aanvraag**

Klant: Eneco Wind B.V.

Referentie: BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0002

Status: Definitief/P05

Datum: 25 augustus 2020



Titel document: WP MV2 – Toelichting op de Waterwetvergunning aanvraag

Ondertitel:

Referentie: BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0002

Status: P05/Definitief

Datum: 25 augustus 2020

Projectnaam: WP MV2

Projectnummer: BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0002

Auteur(s): [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED]

Opgesteld door: [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED]

Gecontroleerd door: [REDACTED]

Datum/paraaf: 16 juli 2020

Goedgekeurd door: [REDACTED]

Datum/paraaf: 25 augustus 2020

Classificatie

Projectgerelateerd



Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Inhoud

1	Toelichting op de aanvraag	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Aanvraag	2
1.3	Flexibiliteit in de vergunning	2
1.4	Gegevens initiatiefnemers	3
1.5	Overige vergunningen	4
1.6	Coördinatie	4
1.7	Besluit milieueffectrapportage	4
1.8	Leeswijzer	4
2	Locatie	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Omschrijving huidige locatie	6
3	Ontwerp Windpark	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Type bouwwerk	10
3.3	Flexibiliteit in windturbine keuze	11
4	Harde Zeewering	13
4.1	Doelstelling	13
4.2	Achterliggende rapporten en tekeningen	14
4.3	Ontwerp Harde Zeewering	14
4.3.1	Fundering	15
4.3.2	Kraanopstelplaatsen	17
4.3.3	Bouwwegen	18
4.3.4	Bouwfasering	20
4.3.5	Parkbekabeling	23
4.4	Samenvatting en conclusie op geringveiligheid	24
4.4.1	Harde zeewering (HZ) & Overgangszone (OZ)	25
4.4.2	Windparkonderdelen	27
4.4.3	Funderingsontwerp	27
4.4.4	Analyse ondergrondse effecten op geringveiligheid HZ en OZ	28
4.4.5	Analyse bovengrondse effecten HZ en OZ	30
4.4.6	Monitoring	31
4.4.7	Conclusie	31
4.5	Eisen	31
5	Zachte Zeewering	37
5.1	Ontwerp Zachte Zeewering	37

5.1.1	Monopaal	37
5.1.2	Erosiebescherming	38
5.1.3	Parkbekabeling	39
5.1.4	Kraanopstelplaatsen en bouwweg	40
5.1.5	Duinovergangen	42
5.2	Achterliggende rapporten en tekeningen	44
5.3	Samenvatting en conclusies	44
5.3.1	Huidige dynamiek van de kust	45
5.3.2	Minimale strandligging	46
5.3.3	Effecten van de windmolens op de veiligheid zachte zeewering	46
5.3.3.1	Morfologische effecten	46
5.3.3.2	Voorstel aanpassing methodiek keuringen	49
5.3.3.3	Bovengrondse effecten	50
5.3.3.4	Ondergrondse effecten	53
5.3.4	Effecten van erosiebescherming rondom monopalen	54
5.3.5	Effecten van de duinovergangen op de veiligheid zachte zeewering	54
5.3.6	Effecten van de kraanopstelplaatsen op de veiligheid zachte zeewering	56
5.3.7	Effecten van de windmolens op de veiligheid overgangszone	60
5.3.7.1	Voorstel aanpassing methodiek keuringen	63
5.3.8	Effecten op beheer en onderhoud	64
5.3.9	Beheer en Onderhoud door Eneco	64
5.3.9.1	Dagelijkse inspectie	64
5.3.9.2	Inspectie eind stormseizoen	64
5.3.9.3	Strandsuppleties	65
5.3.9.4	Onderhoud duinovergangen	65
5.3.10	Werkzaamheden bij windkracht 7	65
5.3.11	Dekking kabels en leidingen	67
5.4	Eisen	71
6	Bibliography	75

Bijlagen

Bijlage 1	Toelichting op de aanvraag (dit document)
Bijlage 2	Overzicht achterliggende rapporten en tekeningen
Bijlage 3	Machtigingsformulier
Bijlage 4	Uittreksel KvK

Tabellen

Tabel 1. Gegevens aanvrager	3
Tabel 2. Gegevens adviseur	3
Tabel 3. Coördinaten turbineposities (in RD new)	9
Tabel 4. Bouwgerelateerde eigenschappen windturbines	11
Tabel 5. In te leveren bescheiden en gegevens in de periode voorafgaand aan start bouw	12
Tabel 6. Achterliggende rapporten en tekeningen	14
Tabel 7. Eigenschappen fundering	16
Tabel 8. Relevante eisen en aanpak	31
Tabel 9. Achterliggende rapporten en tekeningen	44
Tabel 10. Minimum bodemligging bepaald volgens methode 1, minimum bodemligging bepaald volgens methode 2a (inclusief onzekerheidstoeslag van 1 m), methode 2b en de gecombineerde minimum bodemligging.	46
Tabel 11. Betrouwbaarheidsindex voor 1 of 50 jaar uit Tabel B2 van Eurocode EN 1990, Basis of Design	51
Tabel 12. faalscenario's en faalfrequenties voor de windturbine	52
Tabel 13. Overzicht kans op falen windturbine en gelijktijdig voorkomen van een storm tijdens herstel	53
Tabel 14. Maximum extra afslag voor elk scenario, verdeeld in de gebieden tussen en ten zuiden van de turbines; bron: (Svasek Hydraulics, 2020d)	57
Tabel 15. Cumulatieve overschrijdingsfrequentie van windkracht 7 op Maasvlakte 2	65
Tabel 16. Eisen met betrekking tot de veiligheid van de zachte zeekering. De genoemde hoofdstuknummers gaan over het rapport BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0002-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ.	71
Tabel 17. Eisen met betrekking tot de monopalen, parkbekabeling en duinovergangen.	72

Figuren

Figuur 1. Opstelling Windpark Maasvlakte 2	1
Figuur 2. Plangebied Windpark Maasvlakte 2 [bron: Pondera Consult]	6
Figuur 3. Foto huidige situatie vanaf het strand aan de zuidzijde plangebied (kijkrichting noorden) [bron: Pondera Consult]	7
Figuur 4. Foto huidige situatie vanaf de radartoren op de harde zeekering (kijkrichting zuidoosten) [bron: Pondera Consult]	7
Figuur 5. Foto toekomstige situatie plangebied vanaf het strand aan de zuidzijde plangebied (kijkrichting noorden) [bron: Pondera Consult]	8
Figuur 6. Foto toekomstige situatie plangebied vanaf de radartoren op de harde zeekering (kijkrichting zuidoosten) [bron: Pondera Consult]	8

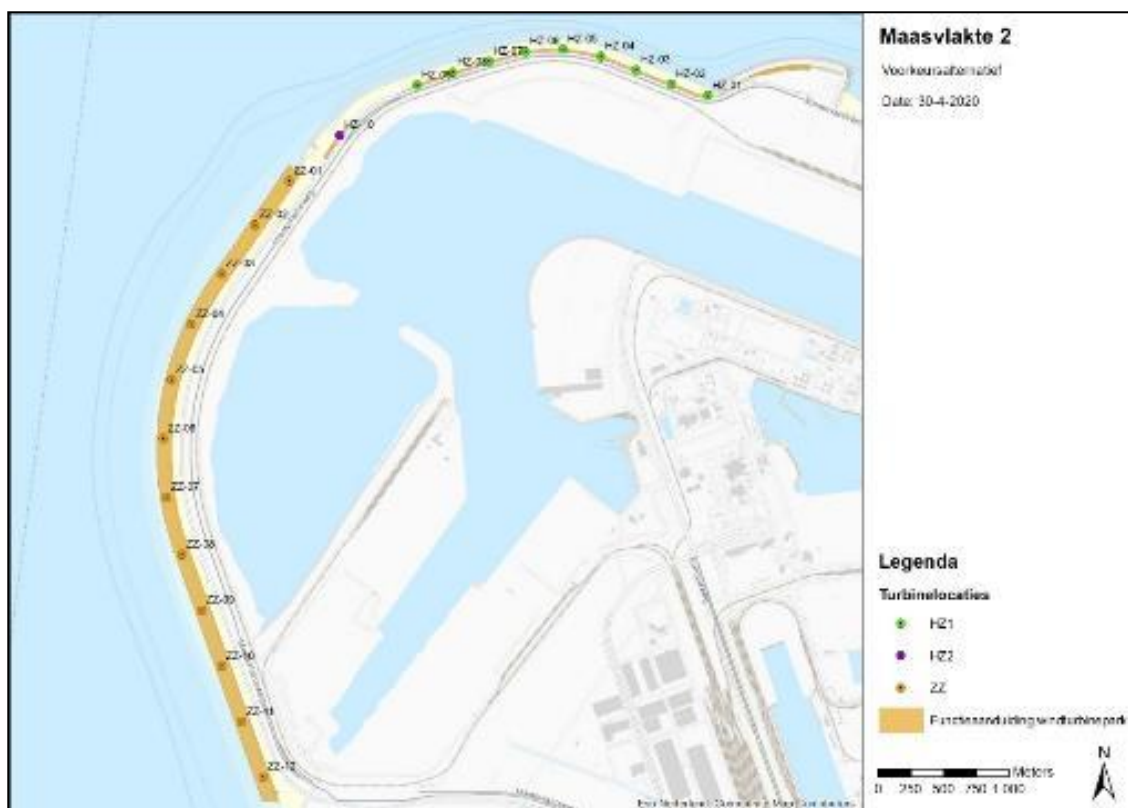
Figuur 7. Overzichtstekening met locaties turbines Windpark Maasvlakte 2 [bron: Pondera Consult]	9
Figuur 8. Algemeen aanzicht windturbine	11
Figuur 9. Doorsnede fundering Harde Zeewering: combinatie van gewapende grondterp en fundering op palen.	15
Figuur 10. Bovenaanzicht grondterp met fundering.	16
Figuur 11. Schets afmetingen en ligging t.o.v. maaiveld fundering HZ-01 t/m HZ-09	17
Figuur 12. Schets afmetingen en ligging t.o.v. maaiveld fundering HZ-10	17
Figuur 13. Principetekening kraanopstelplaats (kraanopstelplaats bij HZ-02)	18
Figuur 15. Principe bouwweg richting de terp.	19
Figuur 16. Dwarsdoorsnede principe bouwweg	19
Figuur 17. Schets van de bouwweg richting de terp.	20
Figuur 18. Bekabeling HZ-01 t/m HZ-10	23
Figuur 19. Bekabeling HZ-01 t/m HZ-10 - detail HZ-05 en HZ-06	23
Figuur 20. Bekabeling HZ	24
Figuur 21. Principe doorsnede Harde Zeewering. In grijs de Blokkendam, in oranje het dynamisch stabiele stenig duin en in groen de binnendijkse dijkbekleding (gras en klei)	25
Figuur 22. Harde zeewering met blokkendam en radartoren en de overgang naar de zachte zeewering	25
Figuur 23. Overgangszone	27
Figuur 24. Windturbine met monopaal fundatie concept voor Windpark Maasvlakte-2.	37
Figuur 25. Schets erosiebescherming	38
Figuur 26. Parkbekabeling van de windturbines op de zachte zeewering.	39
Figuur 27. Schematisatie kabeltracé aansluitend op het inkoopstation.	40
Figuur 28. Voorbeeld kraanopstelplaats.	41
Figuur 29. Locaties van de 4 duinovergangen. P6 ligt tussen ZZ-02 en ZZ-03. P5 ligt bij ZZ-08.	42
Figuur 30. Voorbeeld van de duinovergang tussen ZZ-02 en ZZ-03.	43
Figuur 31. Schematisatie van de twee scenario's voor het toepassen van de toeslag in het duin.	48
Figuur 32. Schematisatie van de ligging van het knikpunt in het ontwerpprofiel.	49
Figuur 33. Huidige en nieuwe ontwerpolumes van de duinschil.	50
Figuur 34. Relatie tussen faalkans en betrouwbaarheidsindex.	52
Figuur 35. Voorbeeld van de duinovergang tussen ZZ-02 en ZZ-03.	55
Figuur 36. Dwarsdoorsnedes op de raaien BC-4200, BC-4300 en BC-4400 van de duinovergang tussen ZZ-02 en ZZ-03. Volume wat wordt toegevoegd is paars gearceerd, volume wat wordt afgegraven is groen gearceerd.	56

Figuur 37. Illustratie van het verplaatsen van het afgegraven volume naar de landzijde van de duinovergang.	56
Figuur 38. Voorbeeld resultaten van afslagberekening: Effect bij ontwerpstorm , op basis van 2019 bodem; erosie/sedimentatie in de referentiesituatie (bovenste figuur), erosie/sedimentatie met 12 kraanopstelplaatsen en 12 windturbines (midden boven), een verschilfiguur tussen de eindsituaties van beide scenario's (midden onder) en een afslagvolume plot (figuur onderaan).	59
Figuur 39. De overgangszone, met ZZ-01.	60
Figuur 40. Beschouwing standzekerheid voor profiel Kp3535, Q2-2020, inclusief toeslag t.b.v. windmolens	62
Figuur 41. Trendanalyse afslagpunt (inclusief toeslagen) voor raai Kp3535 (links) en Kp3635 (rechts), inclusief toeslag t.b.v. windmolens	62
Figuur 42. Schematisatie van ontwerpsuppletie	63
Figuur 43. Persistentie windsnelheid offshore van MV-2; bron: Metocean On Demand database	66
Figuur 44. Schematische weergave aansluiting kabels op windtrubine ZZ-05.	67
Figuur 45. Gronddekking HDD bundelboring onder zeewering (uittredepunt ten oosten van Maasvlakteweg)	69

1 Toelichting op de aanvraag

1.1 Inleiding

Windpark Maasvlakte II B.V. is voornemens ‘Windpark Maasvlakte 2’ te realiseren op de zeeoever van de Maasvlakte 2. Het windpark bestaat uit 22 windturbines, waarvan 10 windturbines op de harde zeeoevering en 12 windturbines op de zachte zeeoevering. Windpark Maasvlakte II B.V. is onderdeel van initiatiefnemer Eneco en is opgericht voor het realiseren en exploiteren van het windpark. Windpark Maasvlakte II B.V. betreft de aanvrager van de vergunning. In figuur 1.1 is Windpark Maasvlakte 2 weergegeven.



Figuur 1. Opstelling Windpark Maasvlakte 2

Aanleiding

Voor de realisatie van het windpark heeft Rijkswaterstaat in 2019 een tender uitgeschreven waarop ontwikkelaars zich konden inschrijven. De plannen van de deelnemers aan deze tender werden door RWS beoordeeld op kwaliteit, energieopbrengst en additionele vergoeding. De nadruk binnen de tender lag op de kwaliteit van het plan en de wijze waarop relevante stakeholders tevreden zouden worden van het plan. Het ging hierbij om een tevreden beheerder, omgeving, bevoegd gezag en afnemer. Ook het tijdig kunnen realiseren van de netaansluiting was een beoordelingscriterium.

In februari j.l. is de ontwikkeling van Windpark Maasvlakte 2 door Rijkswaterstaat aan Eneco gegund. Dat betekent dat Eneco het windpark op de harde en zachte zeeoevering mag ontwikkelen. Voor het bouwen en exploiteren van het windpark op de waterkering is een watervergunning vereist. Onderhavige document betreft een toelichting op de aanvraag om watervergunning. Voor de ontwikkeling van het windpark is een procedure voor een milieueffectrapportage doorlopen. Het Milieueffectrapport Maasvlakte 2 is onderdeel van onderhavige aanvraag om watervergunning.

1.2 Aanvraag

De aanvrager vraagt een omgevingsvergunning in het kader van de Waterwet aan voor:

- Het gebruik maken van een waterstaatswerk (art. 6.5 van de Waterwet & 6.13 van de Waterbesluit)

De inrichting is vergunningplichtig onder artikel 6.5 van de Waterwet en 6.13 van het Waterbesluit voor het gebruik van een waterstaatswerk Noordzee in beheer bij het Rijk. De inrichting is een projectm.e.r.-plichtige activiteit aangezien het initiatief betrekking heeft op meer dan 20 windturbines. Voor het project is een m.e.r. doorlopen en een MER opgesteld. Het MER is als bijlage bij de aanvraag Watervergunning opgenomen. Onderhavige aanvraag voorziet in de bouw en exploitatie van de windturbines, inclusief civiele (elektrische) werken zoals opstelplaatsen, toegangswegen, kabeltracé en een inkoopstation.

De vergunningen voor de 10 turbines en bijbehorende werken op de Harde Zeewering te verlenen voor een periode van maximaal 28 jaar, waarvan 2 jaar realisatie, 25 jaar exploitatie en 1 jaar verwijdering van de turbines, gerekend vanaf de aanvang van de realisatie. De vergunningen voor de 12 turbines en bijbehorende werken op de Zachte Zeewering te verlenen voor een periode van maximaal 28 jaar, waarvan 2 jaar realisatie, 25 jaar exploitatie en 1 jaar verwijdering van de turbines, gerekend vanaf de aanvang van de realisatie.

Voor de aanvraag is gebruik gemaakt van het Omgevingsloket Online (OLO). In een aanvraagformulier wordt op verschillende plekken naar onderhavige document verwezen (bijlage 1). Dit document vormt een toelichting op de via het OLO ingediende aanvraag. Daar waar in het OLO een '0' is opgegeven, kan dit op twee manieren geïnterpreteerd worden:

1. Het betreft daadwerkelijk een hoeveelheid van '0' of het komt '0' keer voor;
2. In dit document is een toelichting op de gevraagde informatie opgenomen, omdat deze informatie niet met enkel een getal is te beschrijven.

De voor het OLO benodigde tabellen zijn zoveel mogelijk in dit document opgenomen, of als bijlage aan het OLO toegevoegd.

1.3 Flexibiliteit in de vergunning

De aanvrager vraagt een omgevingsvergunning aan (bouw, afwijking bestemmingsplan en milieu), waarin enige mate van flexibiliteit is opgenomen. De aanbesteding van de windturbine vindt op een later moment plaats. Bij de aanbesteding vindt pas de selectie en nadere specificatie van het windturbintype van het windpark plaats.

Dit betekent voor het onderdeel bouwen dat een bandbreedte wordt opgenomen met maximale en minimale afmetingen voor de ashoogte, rotordiameter en de tiphoogte van de windturbines en voor de dimensionering van de funderingen. Voor de aanvraag is in onderhavige aanvraag per relevant aspect gekeken naar de maximale impact van deze bandbreedte op de omgeving. Daarmee wordt aangetoond dat, ongeacht de uitkomst van de selectie van een windturbintype, aan de vereisten ten aanzien van weringveiligheid kan worden voldaan. Wanneer de in deze aanvraag beschreven maximale impact hoger uitvalt, bij de keuze voor een windturbintype, zal een wijzigingsvergunning worden aangevraagd. Ook ten aanzien van de aanlegmethoden wordt flexibiliteit aangevraagd door meerdere aanlegopties (bijvoorbeeld heien of trillen van fundaties) middels deze aanvraag mogelijk te maken. Na detailengineering zal een keuze voor een definitieve methode worden gemaakt en zal toestemming door Rijkswaterstaat moeten worden verleend. Met die keuze vervalt de mogelijkheid om voor andere vergunde aanlegmogelijkheden te kiezen.

Gezien het bovenstaande wordt verzocht om in de watervergunning een voorschrift op te nemen waarin gesteld wordt dat de keuze voor een windturbintetype en aanlegmethode uiterlijk drie weken voorafgaand aan de start van de bouw aan het bevoegd gezag gemeld dient te worden.

1.4 Gegevens initiatiefnemers

Windpark Maasvlakte II B.V. is de initiatiefnemer van het project. Windpark Maasvlakte II is onderdeel van Eneco en is opgericht voor het realiseren en exploiteren van het windpark. Windpark Maasvlakte II betreft de aanvrager van de vergunning. In Tabel 1 zijn de gegevens van de aanvrager opgenomen.

Tabel 1. Gegevens aanvrager

Bedrijf	
KvK nummer	77440110
Vestigingsnummer	000045141487
Statutaire naam	Windpark Maasvlakte II B.V.
Handelsnaam	Windpark Maasvlakte II B.V.
Contactpersoon	
Voorletters	
Achternaam	
Functie	
Geslacht	
Contactgegevens	
Telefoonnummer	
E-mailadres	

De initiatiefnemers worden bijgestaan door een adviesbureau. De aangegeven contactpersoon van het adviesbureau in onderstaande tabel is tevens de gemachtigde voor het indienen van de omgevingsvergunning.

Tabel 2. Gegevens adviseur

Bedrijf	Pondera Consult b.v.
Contactpersoon	
Voorletters	
Achternaam	
Functie	
Geslacht	
Vestigingsadres bedrijf	
Postcode	
Huisnummer	
Straatnaam	
Woonplaats	

Contactgegevens	
Telefoonnummer	
E-mailadres	

1.5 Overige vergunningen

Voor de gevolgen van de bouw en exploitatie van het hier aangevraagde Windpark op flora en fauna is reeds een ontheffing in het kader van de Wet Natuurbescherming (Natuurvergunning) aangevraagd. Tevens is een aanvraag gedaan voor een Omgevingsvergunning (Wabo). Mogelijk zijn voor onderdelen van het windpark nadere vergunningen vereist. Deze worden in een latere fase aangevraagd op het moment dat de windturbintypes zijn gekozen en detailontwerpen worden opgesteld.

1.6 Coördinatie

De vergunningsaanvraag valt onder het coördinatiebesluit als bedoeld in artikel 3.30 lid 1 Wro dat op 18 juni 2020 door het College van B&W van de gemeente Rotterdam is genomen. Dit houdt in dat de ter inzage legging van ontwerp- en definitieve besluiten, waaronder die van de watervergunning wordt gecoördineerd door de gemeente Rotterdam. Rijkswaterstaat is bevoegd gezag voor het (inhoudelijk) behandelen van de aanvraag om watervergunning.

De besluiten die in het zogeheten 'mandje 1' worden gecoördineerd betreffen besluiten in het kader van de:

- Wet natuurbescherming (Ontheffing Wnb)
- Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht (Omgevingsvergunning)
- Waterwet (watervergunning)

1.7 Besluit milieueffectrapportage

In het Besluit milieueffectrapportage (m.e.r.) is opgenomen wanneer een m.e.r.-procedure doorlopen moet worden. In de bijlage bij het Besluit m.e.r. is opgenomen welke activiteiten m.e.r.-plichtig zijn (onderdeel C) en welke activiteiten m.e.r.-beoordelingsplichtig zijn (onderdeel D).

Voor het windpark geldt dat sprake is van een m.e.r.- plichtige activiteit aangezien het initiatief betrekking heeft op meer dan 20 windturbines. Ten behoeve van de aanvraag watervergunning (en omgevingsvergunning) is een m.e.r. procedure doorlopen en is een MER opgesteld. Onderhavige initiatief waarvoor vergunning wordt aangevraagd past binnen het opgestelde MER.

1.8 Leeswijzer

Dit document volgt de opbouw van het formulier van het Omgevingsloket Online. In deze 'Bijlage 1' van het formulier wordt in hoofdstuk 1 ingegaan op het algemene deel van de aanvraag en bevat de informatie over aanvrager en indiener. Vervolgens wordt in het tweede hoofdstuk de locatie van het windpark beschreven en het ontwerp van het windpark in hoofdstuk drie.

Hoofdstuk 4 en 5 geven een samenvatting en een overzicht van alle (ontwerp)studies die gedaan zijn ten behoeve van de aanvraag Waterwetvergunning voor het Windpark Tweede Maasvlakte, opgesplitst in het deel over de Harde Zeewering (HZ) in hoofdstuk 4 en het deel over de Zachte Zeewering (ZZ) in hoofdstuk 5. Elk deel is als volgt opgebouwd:

- De belangrijkste uitgangspunten en randvoorwaarden voor het ontwerp worden toegelicht.
- Vervolgens is er een samenvatting van de relevante (ontwerp) studies.
- Een overzicht van de achterliggende documenten, tekeningen en bijlages wordt gegeven.

- Ten slotte is een overzicht opgenomen van de van toepassing zijnde eisen en onze aanpak om hieraan te voldoen.

Voor de opbouw van deze twee hoofdstukken is de opbouw gevolgd van het Integraal Plan van Aanpak voor de waterveiligheidsstudies ten behoeve van Windpark MV 2 (*BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0001*) zoals besproken met en goedgekeurd door RWS WNZ afdeling Vergunningverlening in Mei 2020. Deze toelichting voegt inhoudelijk niets toe aan allen onderliggende rapporten ten behoeve van de vergunningaanvraag maar geeft de belangrijkste elementen weer.

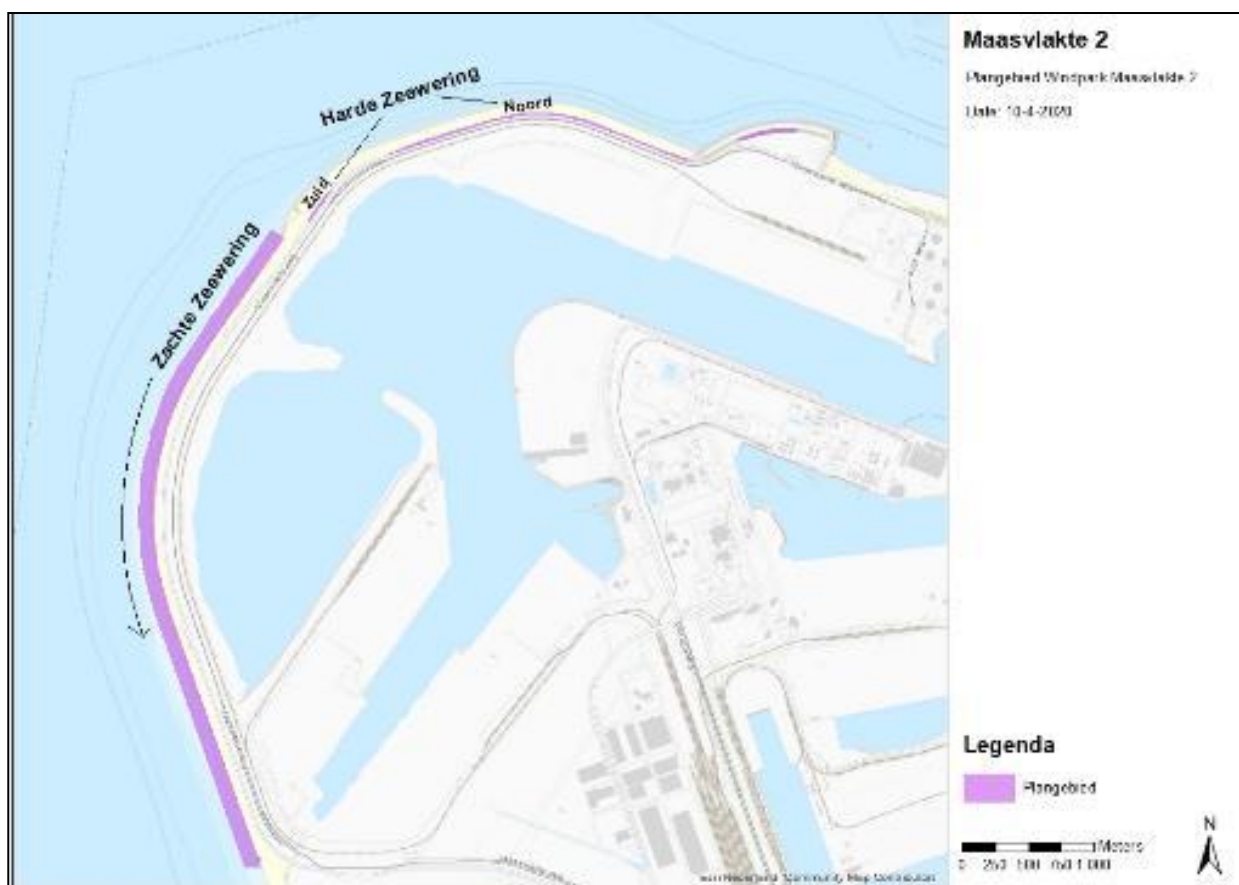
2 Locatie

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de locatie van het windpark en de posities van de turbines.

2.2 Omschrijving huidige locatie

Het plangebied bestaat uit de harde en zachte zeewering van de Maasvlakte 2. De harde zeewering bestaat uit een blokkendam en een verharde dijk. De zachte zeewering bestaat uit strand en een duin. Op de harde zeewering staat een radartoren die het plangebied in een noord- en een zuidoostdeel verdeelt. Het plangebied ligt aan de buitenzijde tegen de Noordzee aan en aan de binnenzijde van de kering begint het industrieel complex van de Maasvlakte 2. Aan de teen van de binnenzijde van de dijk liggen een fietspad, ontsluitingswegen en een spoorverbinding. Het strand waar het plangebied overheen ligt betreft een extensief recreatiestrand. Aan de zuidzijde, buiten het plangebied ligt een deel van het strand dat voor extensieve recreatie is aangewezen.



Figuur 2. Plangebied Windpark Maasvlakte 2 [bron: Pondera Consult]



Figuur 3. Foto huidige situatie vanaf het strand aan de zuidzijde plangebied (kijkrichting noorden) [bron: Pondera Consult]



Figuur 4. Foto huidige situatie vanaf de radartoren op de harde zeewering (kijkrichting zuidoosten) [bron: Pondera Consult]

In Figuur 5 en Figuur 6 zijn ter illustratie visualisaties te zien van de toekomstige situatie van Windpark Maasvlakte 2.



Figuur 5. Foto toekomstige situatie plangebied vanaf het strand aan de zuidzijde plangebied (kijkrichting noorden) [bron: Pondera Consult]

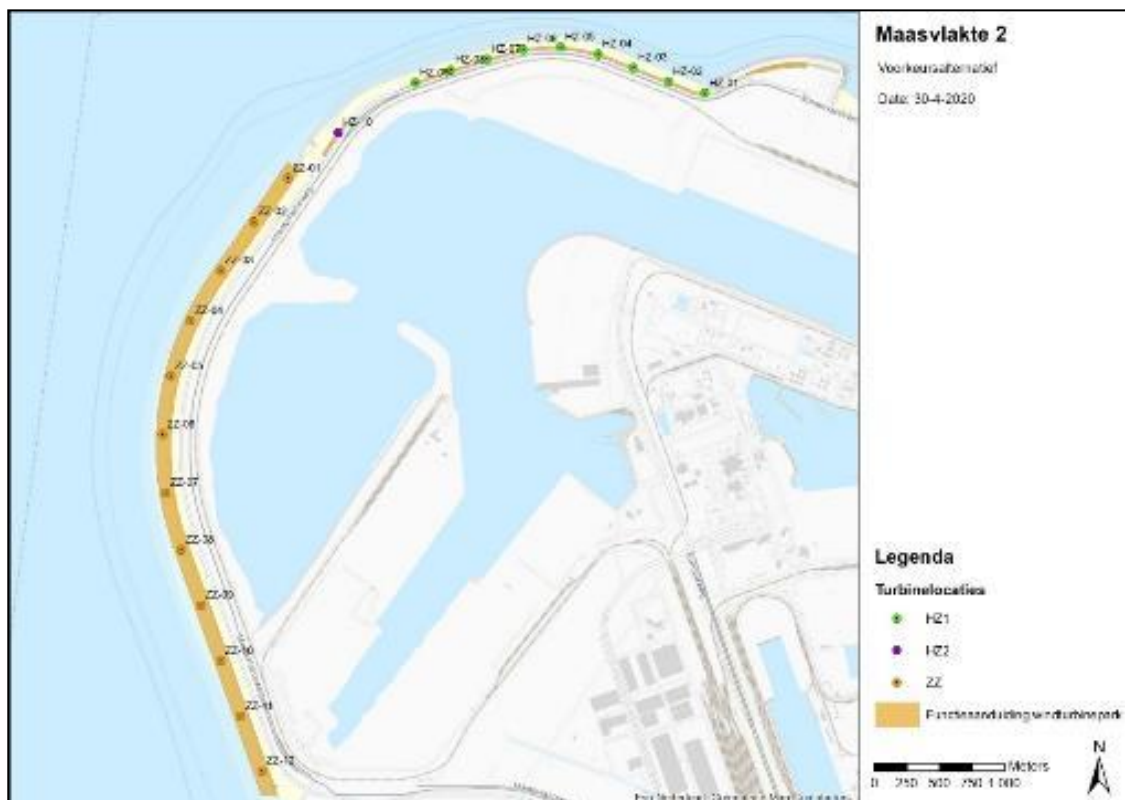


Figuur 6. Foto toekomstige situatie plangebied vanaf de radartoren op de harde zeewering (kijkrichting zuidoosten) [bron: Pondera Consult]

3 Ontwerp Windpark

3.1 Inleiding

Deze paragraaf bevat informatie over de onderdelen van het windpark die gezamenlijk Windpark Maasvlakte 2 vormen. In Figuur 7 zijn de locaties van de te realiseren turbines weergegeven.



Figuur 7. Overzichtstekening met locaties turbines Windpark Maasvlakte 2 [bron: Pondera Consult]

In Bijlage 2 zijn situatietekeningen (BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0003) opgenomen, met hierop aangegeven het te realiseren windpark en de turbineposities. In Tabel 3 zijn de x,y-coördinaten van de turbineposities opgenomen.

Tabel 3. Coördinaten turbineposities (in RD new)

Nr:	X	Y	Naam
1	61.225,2	444.897,7	HZ-01
2	60.947,3	444.988,5	HZ-02
3	60.673,9	445.096,7	HZ-03
4	60.401,3	445.200,7	HZ-04
5	60.113,5	445.255,8	HZ-05
6	59.823,2	445.237,8	HZ-06
7	59.542,0	445.163,1	HZ-07
8	59.263,5	445.078,6	HZ-08

9	58.990,0	444.979,2	HZ-09
10	58.390,1	444.590,6	HZ-10
11	58.007,2	444.242,8	ZZ-01
12	57.742,8	443.906,6	ZZ-02
13	57.485,3	443.531,8	ZZ-03
14	57.251,2	443.142,7	ZZ-04
15	57.099,1	442.714,8	ZZ-05
16	57.035,7	442.265,2	ZZ-06
17	57.063,3	441.811,9	ZZ-07
18	57.180,2	441.373,1	ZZ-08
19	57.333,3	440.944,8	ZZ-09
20	57.486,4	440.516,4	ZZ-10
21	57.639,5	440.088,1	ZZ-11
22	57.805,4	439.665,3	ZZ-12

Over alle gronden is met de eigenaar overeenstemming bereikt over het gebruik van de gronden ten behoeve van de bouw, exploitatie en ontmanteling van een windpark zoals in deze aanvraag is beschreven. (Tijdelijke) uitgiftecontracten moeten nog wel tussen Eneco en Havenbedrijf worden gesloten.

3.2 Type bouwwerk

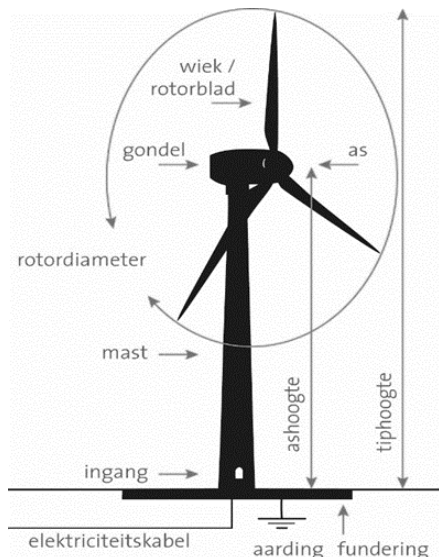
Een windturbine is een serieproduct. Het ontwerp en de fabricage zijn gecertificeerd conform de internationale ontwerpnorm voor windturbines, de IEC 61400-1. De belangrijkste onderdelen van een windturbine zijn, ongeacht het type;

- de rotorbladen;
- de gondel waarin de generator zich bevindt;
- de mast;
- de bekabeling;
- het fundament.

Deze onderdelen zijn in Figuur 8 weergegeven. De hoofdonderdelen van de windturbine worden hieronder toegelicht:

- Drie rotorbladen die met de klok mee draaien;
- De gondel met generator die de hoofdonderdelen bevat waar de rotor aan bevestigd wordt;
- De generator voor het omzetten van de draaiing van de rotorbladen in elektriciteit;
- De hub is de naaf waar de rotorbladen aan bevestigd zijn;
- De transformator brengt de opgewekte elektriciteit naar een gewenst spanningsniveau. De elektriciteitskabel leidt de opgewekte stroom naar een transformatorstation;
- Bladadaptors, verbinden de rotorbladen met de hub (de 'neus' van de windturbine) waarmee de hoek van het rotorblad kan worden aangepast aan de heersende windomstandigheden;
- De fundatie bestaat uit gewapend beton op een terp (HZ) of een monopile (ZZ);
- De mast waarop de gondel wordt geplaatst zal rond en conisch gevormd zijn.

De windturbines zullen uniform van kleur worden uitgevoerd. Op de gondel zal het logo van Rijkswaterstaat (afnemer) worden weergegeven.



Figuur 8. Algemeen aanzicht windturbine

3.3 Flexibiliteit in windturbine keuze

Zoals eerder aangegeven betreft het een flexibele aanvraag voor de bouw van 22 windturbines. Dit betekent voor het onderdeel bouwen dat een bandbreedte wordt opgenomen met maximale en minimale afmetingen voor de ashoogte, rotordiameter en de tiphoogte. In Tabel 4 zijn de minimale en maximale afmetingen van de windturbines weergegeven waarvoor vergunning wordt aangevraagd. De windturbines op de zachte zeewering en het zuidelijk deel van de harde zeewering zullen van hetzelfde merk en type zijn en ook de turbines op het noordelijk deel van de harde zeewering zullen van hetzelfde merk en type zijn. De turbines hebben allen dezelfde draairichting. De aanbesteding van de windturbine vindt op een later moment plaats. Bij de aanbesteding vindt pas de selectie en nadere specificatie van het windturbintype van het windpark plaats. De uiteindelijke keuze wordt 3 maanden voorafgaand aan de bouw aan het bevoegd gezag voorgelegd om toestemming te verkrijgen.

Tabel 4. Bouwgerelateerde eigenschappen windturbines

Eigenschap	Met bandbreedte		Zonder bandbreedte
	Minimaal	Maximaal	
Harde zeewering noord			
Masthoogte	67 meter	76 meter	-
Rotordiameter	115 meter	120 meter	-
Tiphoogte (masthoogte + halve rotordiameter)	124,5 meter	136 meter	-
Harde zeewering zuid			
Masthoogte	101 meter	105 meter	-
Rotordiameter	150 meter	162 meter	-
Tiphoogte (masthoogte + halve rotordiameter)	176 meter	186 meter	-

Zachte zeewering			
Masthoogte	101 meter	105 meter	-
Rotordiameter	150 meter	162 meter	-
Tiphoogte (masthoogte + halve rotordiameter)	176 meter	186 meter	-
Algemeen			
Materiaal mast	-	-	Beton of staal of combinatie hiervan
Aantal rotorbladen	-	-	Drie
Kleurstelling mast	-	-	Lichtgrijs
Kleurstelling bladen	-	-	Lichtgrijs
Kleurstelling gondel	-	-	Lichtgrijs (+ logo)

Zoals aangegeven wordt voorafgaand aan de start van de bouw een definitieve keuze gemaakt voor een windturbintype of types. Dit windturbintype zal binnen de vergunde bandbreedte blijven. Verzocht wordt om in de vergunning een voorschrift op te nemen waarin gesteld wordt dat de keuze voor een windturbine uiterlijk drie maanden voorafgaand aan de start van de bouw aan het bevoegd gezag gemeld dient te worden. In de onderstaande Tabel 5 is aangegeven welke bescheiden en gegevens later, doch voor de start van de bouw zullen worden aangeboden aan het bevoegd gezag.

Tabel 5. In te leveren bescheiden en gegevens in de periode voorafgaand aan start bouw

Gegevens/bescheiden	Aanlevertermijn uiterlijk
Definitieve keuze windturbintype	3 maanden voor start bouw
Ontwerpcertificaat IEC 61400-1	3 weken voor start bouw
Definitieve ontwerp fundatie windturbine (incl. sterkte- en constructieberekeningen onderbouwd met sonderingen)	3 maanden voor start bouw

4 Harde Zeewering

Bij het ontwerp van de zeewering van de Maasvlakte 2 is indertijd uitgegaan van de zogenaamde “overschrijdingskansbenadering”, die destijds voor Primaire Waterkeringen de wettelijke vigerende norm weergaf. Kort gezegd komt deze norm er op neer dat een waterkering niet mag bezwijken bij een waterstand (met bijbehorende golf- en weercondities) met een vastgelegde kans van overschrijding. Voor de Maasvlakte 2 is de norm gelegd op een waterstand met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar (met als zichtjaar voor eventuele zeespiegelstijging 50 jaar na de aanleg, dus 2063). Daarbij dient de dijk bestand te zijn tegen een (gemiddeld) overslagdebiet van 10l/s/m.

De bouw, exploitatie en ontmanteling van de windturbine(s) kunnen direct, dan wel indirect invloed hebben op de weringveiligheid. Verschillende faalmechanismen van de zeewering kunnen nadelig worden beïnvloed, waardoor de overschrijdingskans toeneemt.

In het kader van de Waterwet dient daarom te worden aangetoond dat gedurende de gehele levenscyclus van het windpark aan de gestelde veiligheidseis voor de zeewering wordt voldaan. Met andere woorden, **de zeewering inclusief windturbines moet gedurende de gehele levenscyclus van het windpark (plaatsen, gebruik en ontmantelen van de windturbines en bijbehorende civiele werken) aantoonbaar bestand zijn tegen condities behorend bij een waterstand (met bijbehorende toeslagen voor golf- en weercondities en zeespiegelstijging) met een overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 per jaar.**

4.1 Doelstelling

Het doel van het *Rapport beoordeling waterveiligheid HZ (BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003)* is om voor de harde zeewering (inclusief overgangszone (OZ)) aan te tonen dat het windpark geen nadelige gevolgen heeft voor de weringveiligheid. Hiervoor worden de volgende aspecten beschouwd:

- Het *waterkerend vermogen*: de (bouw)werken en bijbehorende activiteiten mogen geen nadelige invloed hebben op de hoogte en stabiliteit van de zeewering. De functie van de zeewering moet te allen tijde behouden blijven.
- Het *beheer en onderhoud*: beheer en onderhoud ter waarborging van de functie van de zeewering moet met conventionele methoden kunnen blijven plaatsvinden.
- De *uitbreidbaarheid*: om in de toekomst de weringveiligheid op orde te kunnen houden is extra ruimte gereserveerd om dijkverbeteringsmaatregelen uit te kunnen voeren. Voor de HZ is dit 0,5 m op de kruin en het binnentalud. Deze ruimte dient open te worden gehouden.

Het rapport *BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ* beschrijft de volgende onderdelen zoals opgenomen in het *Integraal Plan van Aanpak voor de waterveiligheidsstudies ten behoeve van Windpark MV2 (BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0001)* dat is besproken met en goedgekeurd door RWS WNZ afdeling Vergunningverlening in Mei 2020:

- Beschrijving aanpak beoordeling HZ en OZ (hoofdstuk 2 *Rapport beoordeling waterveiligheid HZ*)
- Uitgangspunten en randvoorwaarden (hoofdstuk 5 *Rapport beoordeling waterveiligheid HZ* en onderliggende rapporten, zie Tabel 6)
- Beoordeling effecten op het waterkerend vermogen
 - Ondergrondse effecten (hoofdstuk 7 *Rapport beoordeling waterveiligheid HZ*)
 - Bovengrondse effecten (hoofdstuk 9 *Rapport beoordeling waterveiligheid HZ*)
- Beoordeling effecten op beheer en onderhoud (hoofdstuk 11 *Rapport beoordeling waterveiligheid HZ*)
- Beoordeling effecten op uitbreidbaarheid (hoofdstuk 12 *Rapport beoordeling waterveiligheid HZ*)

4.2 Achterliggende rapporten en tekeningen

De rapportage beoordeling waterveiligheid is tot stand gekomen met de achterliggende rapporten en tekeningen die het Voorlopig Ontwerp (VO) weergeven. Ook het Monitoringsplan (opgesteld door TAUW) en het Integraal Veiligheids Plan (IVP) behoren tot de achterliggende rapporten. Tabel 6 geeft het overzicht weer van deze achterliggende rapporten.

Tabel 6. Achterliggende rapporten en tekeningen

Documentnaam	Type
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0005-WP MV2 Rapportage VO HZ fundering	Rapport
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0001-WP MV2 Fundatie HZ 1-9 vormtekening	Tekening
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0002-WP MV2 Fundatie HZ 10 vormtekening	Tekening
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0004-WP MV2 Rapportage VO HZ kraanopstelplaatsen	Rapport
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0001-WP MV2 Tekening kraanopstelplaatsen per locatie HZ	Tekening
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0101-WP MV2 Situering permanente objecten HZ	Tekening
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0006-WP MV2 Bouwopritten HZ	Tekening
BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-G-0005-WP MV2 Bouwfasering HZ	Notitie
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0003-WP MV2 Ontwerp parkbekabeling windturbines harde zeewering	Rapport
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ	Rapport
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-H-0001-WP MV2 Integraal veiligheidsplan	Rapport

4.3 Ontwerp Harde Zeewering

Het ontwerp van de constructies om de windturbines op de HZ te realiseren is in de diverse achterliggende rapporten opgenomen. In deze paragraaf een samenvatting van het Voorlopig Ontwerp (VO).

Het type windturbine is in deze fase van het project nog niet bekend. Voor de 10 windturbines op de HZ worden de volgende typen beschouwd (zie Figuur 7 voor de locaties):

- HZ-01 t/m HZ-09 (9 windturbines) met een rotordiameter tussen de 115 en 120 meter en een masthoogte tussen 67 en 76 meter. De beoogde typen zijn:
 - V117 4.2 MW op 76 meter masthoogte
 - SWT DD 120 4.3 MW op 76 meter masthoogte
 - E115 4.2MW op 67 meter masthoogte
- HZ-10 (1 windturbine) met een rotordiameter tussen de 150 en 162 meter en een masthoogte tussen de 101 en 107. De beoogde windturbintypes zijn:
 - V162 5,6 MW op 105 meter masthoogte
 - SG 155 6,0 MW op 102,5 meter masthoogte
 - E160 5,0 MW op 105 meter masthoogte

Voor het VO is uitgegaan van de bovengrens qua belastingen afmetingen.

4.3.1 Fundering

Zie hiervoor de volgende rapporten en tekeningen:

BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0005-WP MV2 Rapportage VO HZ fundering

BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0001-WP MV2 Fundatie HZ 1-9 vormtekening

BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0002-WP MV2 Fundatie HZ 10 vormtekening

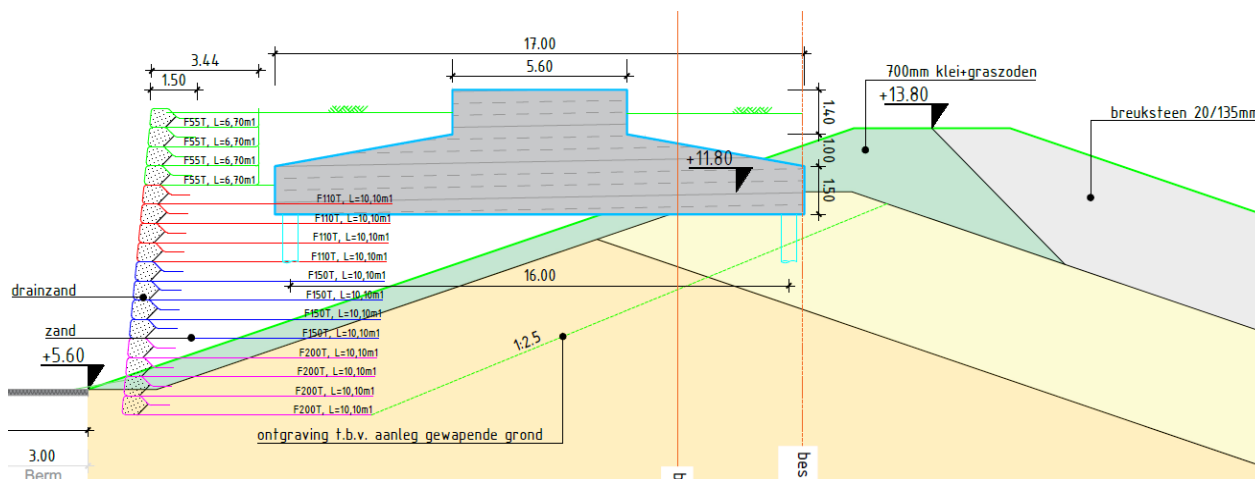
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0001-WP MV2 Tekening kraanopstelplaatsen per locatie HZ

BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0101-WP MV2 Situering permanente objecten HZ

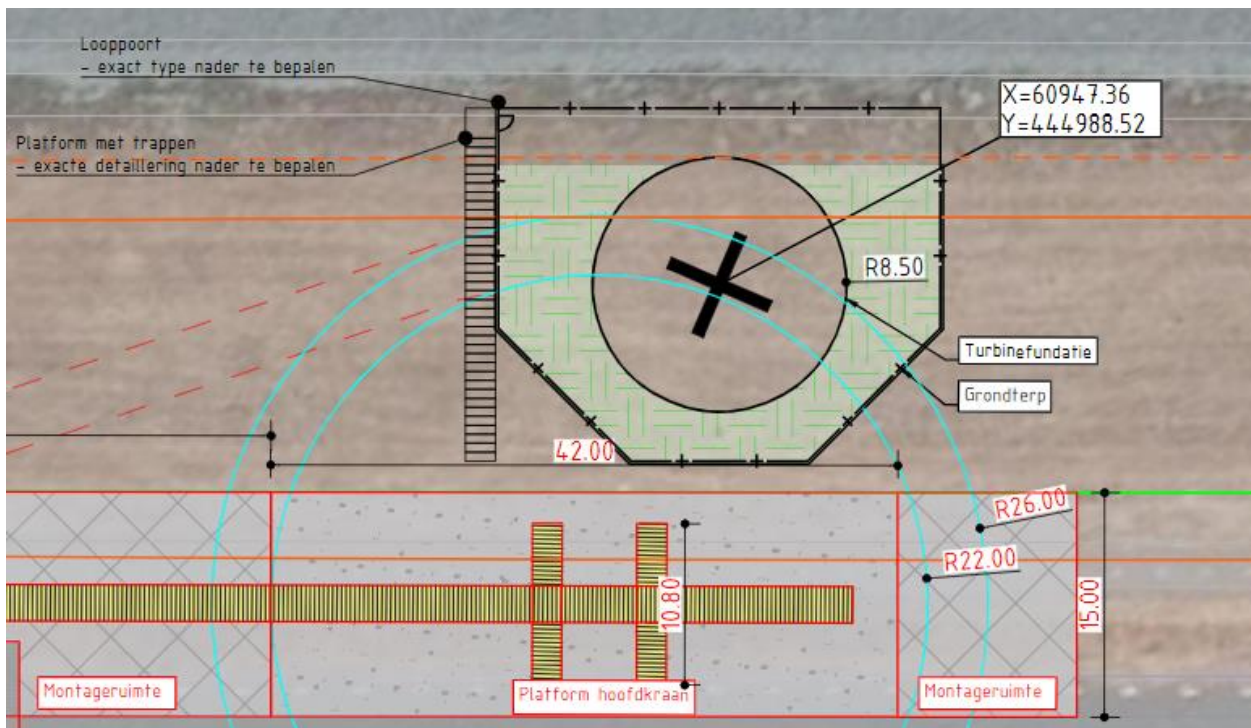
De combinatie van hoge turbinebelastingen, strenge rotatie- en stijfheidseisen, combinatie variërende condities van de ondergrond en de bijzondere locatie stellen strenge eisen aan de uitvoering, het type en de afmetingen van de paalfundering. Het funderingsontwerp heeft geresulteerd in een betonnen plaat met een diameter van 17,0 m (kleine turbine bij HZ-01 t/m 09) of 20,0 m (grote turbine bij HZ-10), beide gefundeerd op Fundexpalen (of vergelijkbaar) met afmetingen Ø540/670 mm. Het paalpuntniveau bedraagt NAP -16,0 m.

In Figuur 9 en Figuur 10 is het beoogde eindresultaat geschetst van de fundering Harde Zeewering. In de figuur is de betonnen funderingsplaat te zien met de gewapende grondconstructie (in gekleurde lagen) dat de basis voor de terp vormt. Naast de fundering wordt een trap geplaatst om op het platform te komen.

De gewapende grondconstructie bestaat uit omgeslagen geogrids. De tussenafstand en lengte van de grids is bepaald aan de hand van richtlijn CUR198. Het ontwerp is gebaseerd op de maximaal kerende hoogte en aanwezigheid van een paalfundering. Door de palen is de werking van de grondwapening minder efficiënt (afslag als gevolg van het doorbreken van de geogrids door de fundering), hiermee is in het ontwerp rekening gehouden door de gewapende grondconstructie deels de vorm van de turbinefundering te laten volgen.



Figuur 9. Doorsnede fundering Harde Zeewering: combinatie van gewapende grondterp en fundering op palen.



Figuur 10. Bovenaanzicht grondterp met fundering.

Op basis van voorlopige ontwerpberoeeningen is gekozen voor een betonnen plaat met een diameter van 17,0 m (kleine turbine bij HZ-01 t/m HZ-09) en 20,0 m (grote turbine bij HZ-10), beide gefundeerd op Fundexpalen (of vergelijkbaar) met groutinjectie.

De eigenschappen voor de 2 funderingsontwerpen zijn in onderstaande Tabel 7 weergegeven:

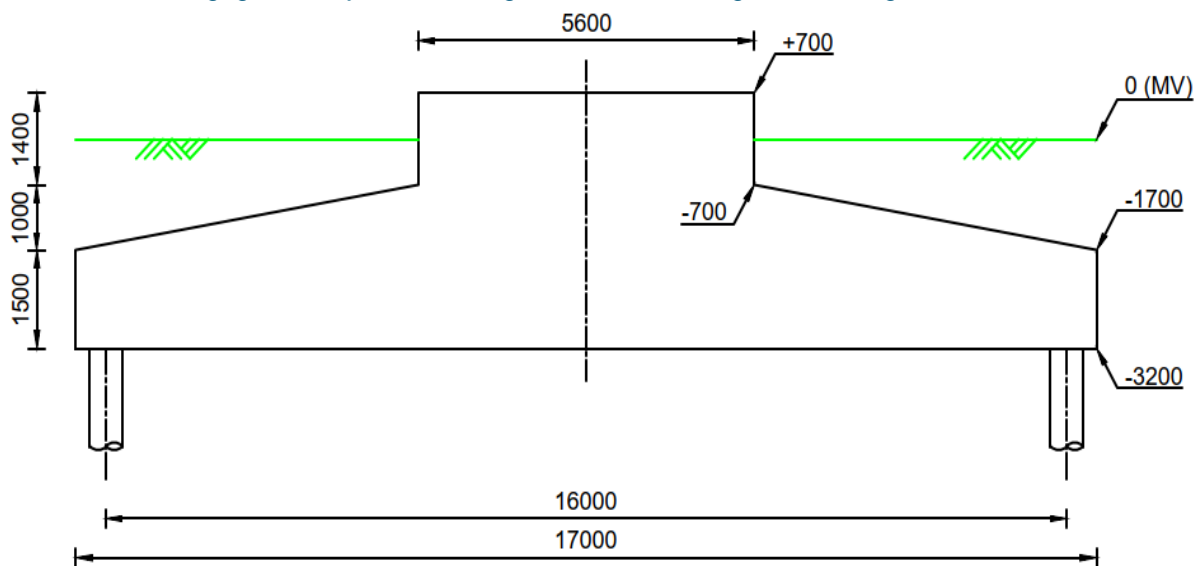
Tabel 7. Eigenschappen fundering

Eigenschappen	HZ-01 t/m HZ-09	HZ-10
Funderingsblok		
Volume	484 m ³	758 m ³
Diameter	17,0 m	20,0 m
Hoogte rand	1,50 m	1,70 m
Hoogte midden	2,50 m (excl. opstort)	3,00 m (excl. opstort)
Hoogte opstort	1,40 m	1,40 m
Hoogte onderstort t.p.v. ankerkooi	0 m	0 m
Betonsterkteklasse	≥ C30/37*	≥ C30/37*
Funderingspalen		
Aantal palen	32	36
Betonsterkteklasse	≥ C35/45	≥ C35/45
Paalpuntniveau	NAP -16,0 m	NAP -16,0 m

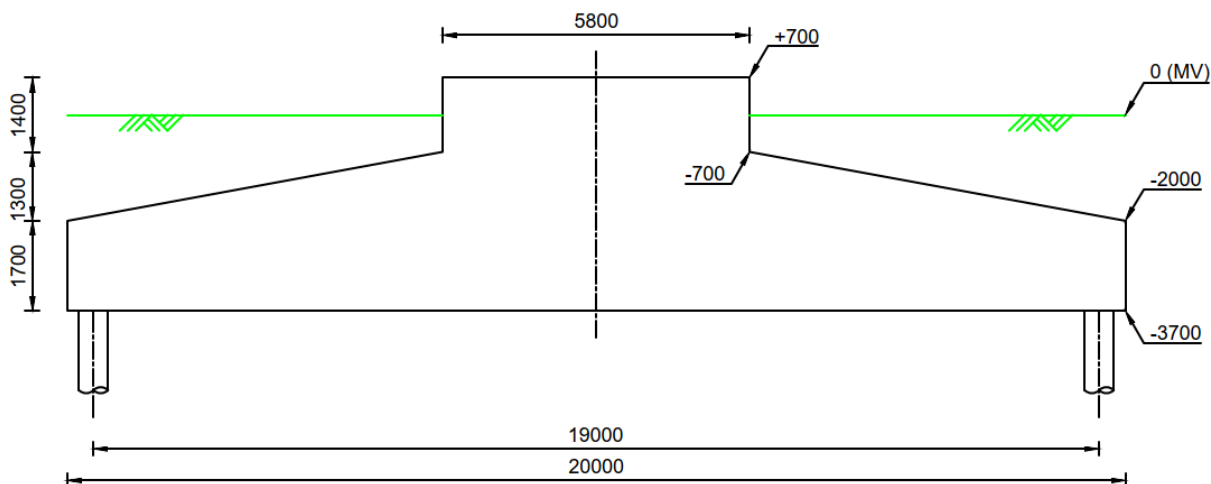
Rotatieveerstijfheid		
Dynamische rotatieveerstijfheid	108 GNm/rad > 90 GNm/rad → akkoord	179 GNm/rad > 160 GNm/rad → akkoord

*In het VO is C30/37 aangehouden voor het funderingsblok. Op basis van eisen gesteld door de turbineleverancier kan de betonsterkteklasse in het DO bijgesteld worden.

De bovenstaande gegevens zijn als schets gevisualiseerd in Figuur 11 en Figuur 12 .



Figuur 11. Schets afmetingen en ligging t.o.v. maaiveld fundering HZ-01 t/m HZ-09



Figuur 12. Schets afmetingen en ligging t.o.v. maaiveld fundering HZ-10

4.3.2 Kraanopstelplaatsen

Zie hiervoor de volgende rapporten en tekeningen:

BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0004-WP MV2 Rapportage VO HZ kraanopstelplaatsen

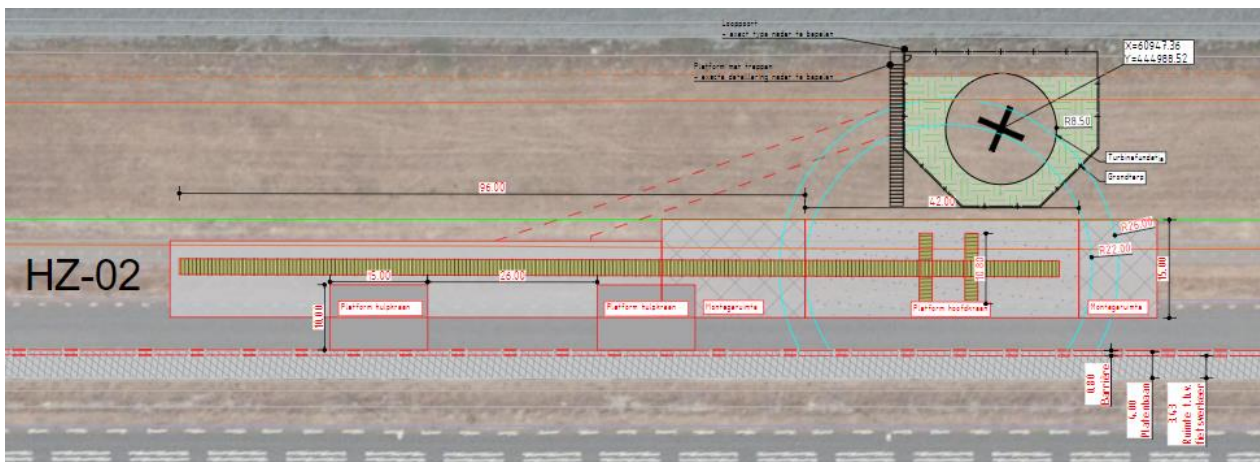
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0001-WP MV2 Tekening kraanopstelplaatsen per locatie HZ

BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0101-WP MV2 Situering permanente objecten HZ

De kraanopstelplaatsen bevinden zich bij de teen aan de binnenzijde van de wering. Elke kraanopstelplaats bestaat uit de volgende componenten:

- Platform hoofdkraan (Main crane platform);
- Montageplaats (Assembly area);
- Platform hulpkraan (Auxiliary crane platform);
- Compound area/logistics area.

In Figuur 13 is de kraanopstelplaats bij HZ-02 weergegeven. De overige kraanopstelplaatsen zijn vergelijkbaar.



Figuur 13. Principetekening kraanopstelplaats (kraanopstelplaats bij HZ-02)

De geotechnische berekeningen en specificaties van het ontwerp zijn in rapport *BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0004-WP MV2 Rapportage VO HZ kraanopstelplaatsen* te vinden.

4.3.3 Bouwwegen

Zie hiervoor de volgende rapporten en tekeningen:

BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0005-WP MV2 Rapportage VO HZ fundering

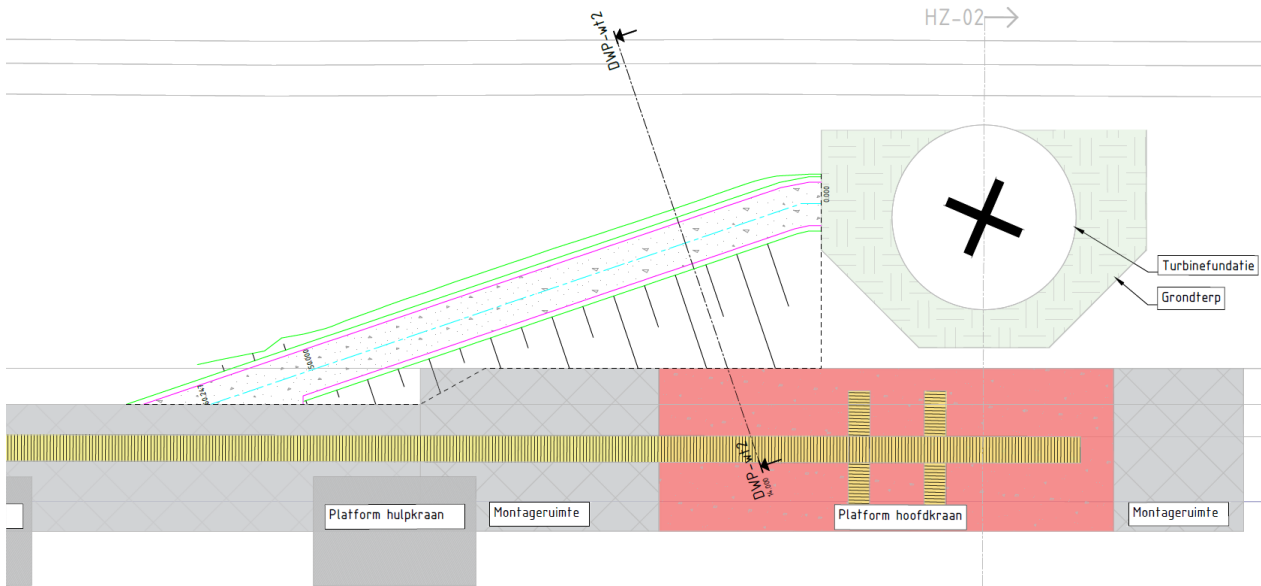
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0001-WP MV2 Tekening kraanopstelplaatsen per locatie HZ

BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0006-WP MV2 Bouwopritten HZ

Om bouw materiaal aan te voeren t.b.v. de constructie van de windturbine wordt tegen de Harde Zeewering aan een tijdelijke bouwweg aangelegd. De bouwweg begint ter hoogte van de teen harde zeewering en eindigt ter hoogte van de bovenkant gewapende grond terp op NAP + 11,5 m. De gewapende grond terp wordt in fases verhoogd en de hoogte van de bouwweg zal deze fasering volgen.

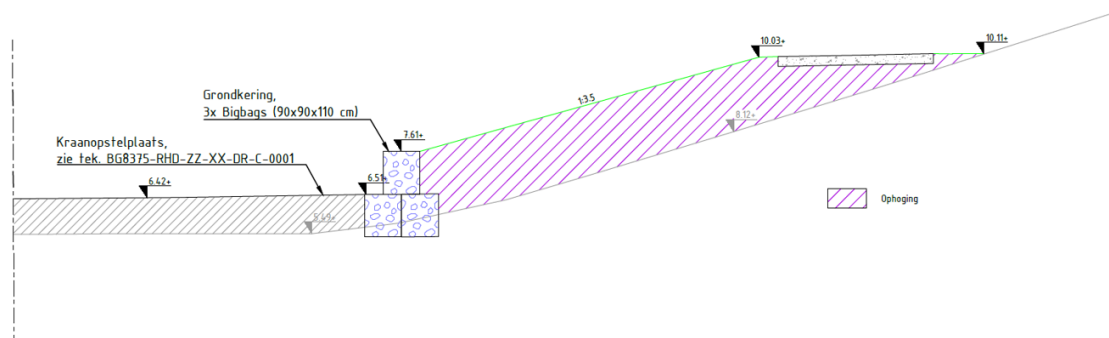
Zoals weergegeven in onderstaande figuren zal de bouwweg worden opgehoogd tegen de wering aan met een helling van 1:3. In deze figuren is de bouwweg bij HZ-02 als voorbeeld gebruikt.

De roze belijning geeft de bouwweg weer in Figuur 14. In Figuur 15 is de dwarsdoorsnede weergegeven van de bouwweg. Om een idee te geven hoe de bouwweg er in de ruimte uit zal zien is in Figuur 16 een schets opgenomen van het principe van de tijdelijke bouwweg. De bouwweg kan worden verwijderd, nadat de terp is gebouwd, de funderingspalen en het funderingsblok gereed zijn.

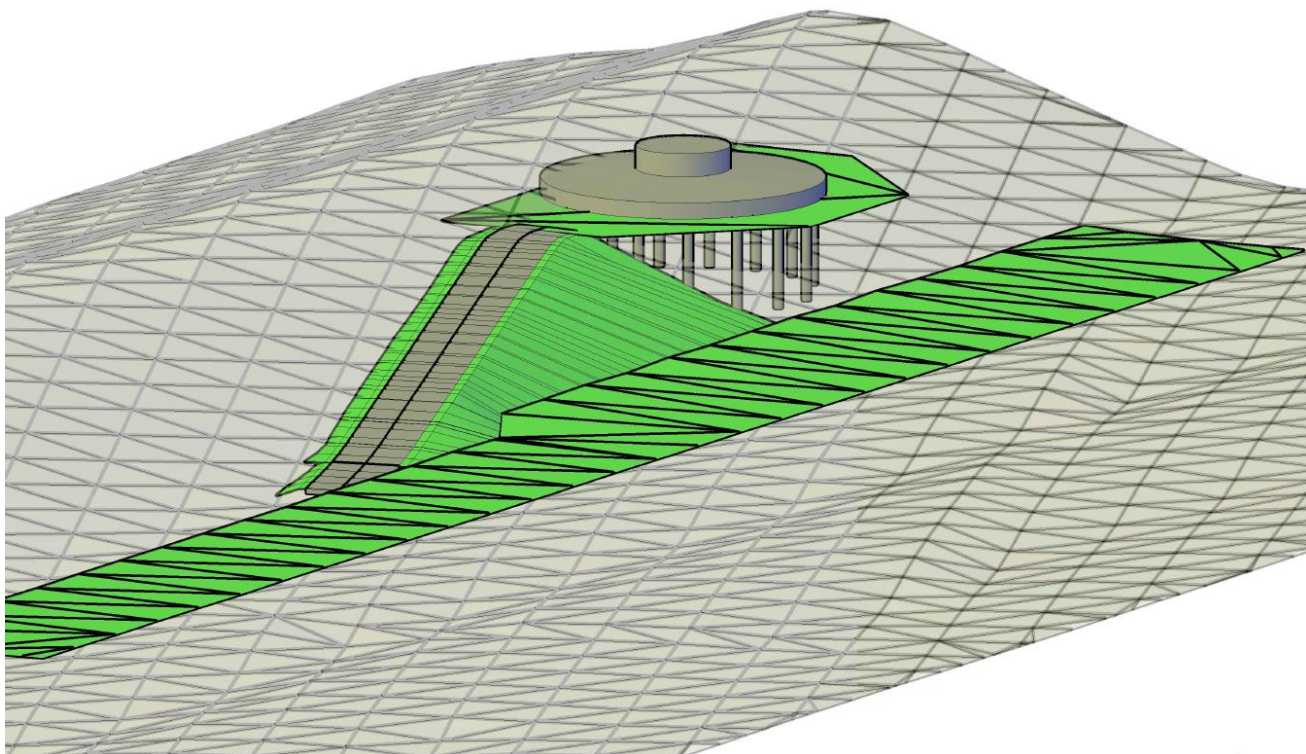


Figuur 14. Principe bouwweg richting de terp.

Bouwoprit plateau windturbines op 11.10+NAP (windturbines 1 t/m 8)



Figuur 15. Dwarsdoorsnede principe bouwweg



Figuur 16. Schets van de bouwweg richting de terp.

4.3.4 Bouwfasering

Zie hiervoor de volgende rapporten en tekeningen:

BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0005-WP MV2 Rapportage VO HZ fundering

BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-G-0005-WP MV2 Bouwfasering HZ

De 10 turbines worden geplaatst, aan de binnenwaartse zijde van de Harde Zeewering op een terp. De locatie van de te plaatsen windturbines, inclusief fundatie, is gelegen in het binnentalud, tussen de kruinlijn en de Binnencontourlijn (=binnenteenlijn +1,5 meter).

De volgende bouwfasering stappen zijn in de bouwfasering te onderscheiden.

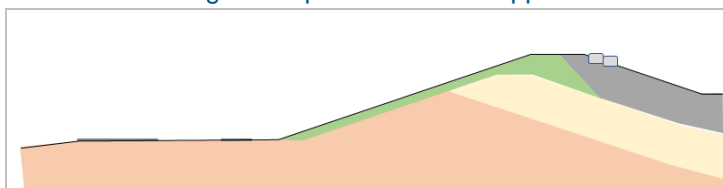
Stap 1 – Voorbereiding bekabeling en terreininrichting

Voordat er gestart kan worden met de aanleg van de grondterpen, wordt er gestart met de voorbereiding van de bekabeling en de inrichting van het terrein. Hierbij zijn de volgende stappen aan de orde:

1. Installeren monitoringspunten en uitvoeren nulmetingen.
2. Realiseren gestuurde boring (persing) turbine HZ10 onder Maasvlakteweg;
3. Omleggen weg;

Stap 2 – Bouw grondterp

De bouw van de grondterp is in diverse stappen onderverdeeld en met visualisaties inzichtelijk gemaakt:



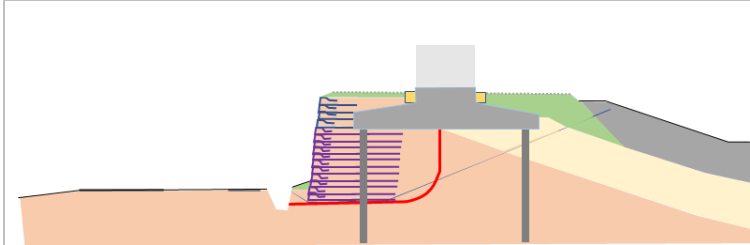
- Aanbrengen bigbags/zandzakken op de kruin (deze worden met de kraan naar boven gebracht)

	<ul style="list-style-type: none"> - Afgraven talud van het dijklichaam (1:2,5) - Uitkomende grond gescheiden opslaan in gronddepots - Aanleggen toegangsweg vanaf het fietspad naar het werkplateau (naast de terp op het talud)
	<ul style="list-style-type: none"> - Aanbrengen mantelbuis; deze gaat onder en achter de gewapende grond via een bochtstraal naar het fundament
	<ul style="list-style-type: none"> - Opbouwen met grondlichaam met omgeslagen geogrids tot niveau onderkant fundatie; - Gelijktijdig opbouw van de bouwweg tegen het binnentalud; - Aanvulling en afwerking van zeewering rondom terp (aanvullen zand, kleibekleding en grasbetontegels)
	<ul style="list-style-type: none"> - Voorboren en schroevend aanbreng van de funderingspalen; - Aanbrengen werkvloer, bekisting en wapening
	<ul style="list-style-type: none"> - Storten funderingsblok - Uitharden beton
	<ul style="list-style-type: none"> - Afwerken grondterp - Afwerking rondom terp

Stap 3 – Plaatsen windturbine

<p> - 100 mm vloerplaat ondergrond - 100 mm laag afwatering naar drainagekanaal - 100 mm laag beton (B20) </p> <p> - 200 mm vloerplaat ondergrond - 200 mm laag afwatering naar drainagekanaal - 200 mm laag beton (B20) </p> <p> - 100 mm vloerplaat ondergrond - 100 mm laag afwatering naar drainagekanaal - 100 mm laag beton (B20) </p> <p> - 100 mm vloerplaat ondergrond - 100 mm laag afwatering naar drainagekanaal - 100 mm laag beton (B20) </p> <p> - 100 mm vloerplaat ondergrond - 100 mm laag afwatering naar drainagekanaal - 100 mm laag beton (B20) </p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aanbrengen fundaties voor de kraanopstelplaatsen
	<ul style="list-style-type: none"> - Mobiliseren kraan - Opbouw kraan - Hijsen van elementen - Demobiliseren kraan

Stap 4 – Aanbrengen en aansluiten bekabeling



- Graven sleuf aan teen van wering (zo ver mogelijk van terp vandaan)
- Leggen kabels in sleuf
- Doortrekken in mantelbuizen naar turbine
- Afmonteren kabels

Stap 5 – In bedrijf stellen windturbine

1. Inbedrijf stellen
2. Proefdraaien

4.3.5 Parkbekabeling

Zie hiervoor de volgende rapporten en tekeningen:

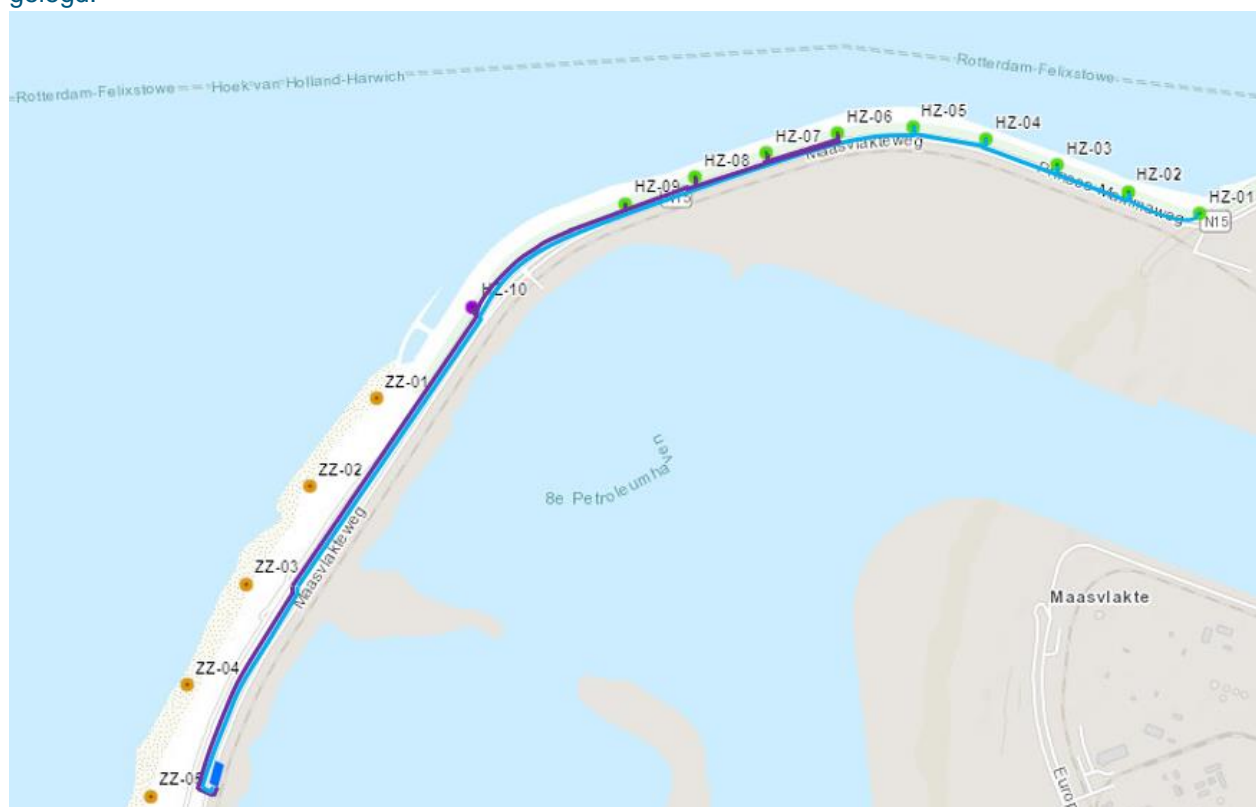
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 Rapport parkbekabeling HZ

De 10 windturbines op de harde zeewering (HZ-01 t/m HZ-10) worden onderling met elkaar verbonden door middel van kabels, die vervolgens op het inkoopstation worden aangesloten. De windturbines worden in serie op elkaar aangesloten via 2 (kabel)strings:

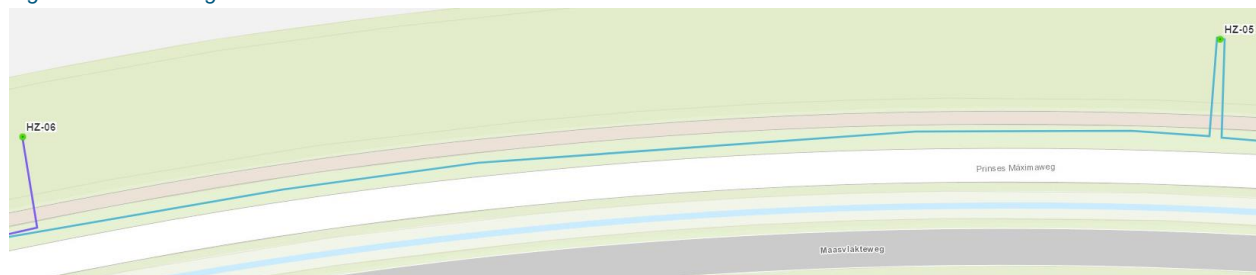
String 1: bekabeling HZ-01 t/m HZ-05

String 2: bekabeling HZ-06 t/m HZ-10

Beide strings lopen parallel aan de harde zeewering aan de teen van de wering. Zoals in Figuur 17 is weergegeven. De lichtblauwe string geeft string 1 weer en volgt na HZ-05 de sleuf onderaan de teen richting het inkoopstation, zie Figuur 18. De paarse string geeft string 2 weer en wordt in dezelfde sleuf als string 1 gelegd.



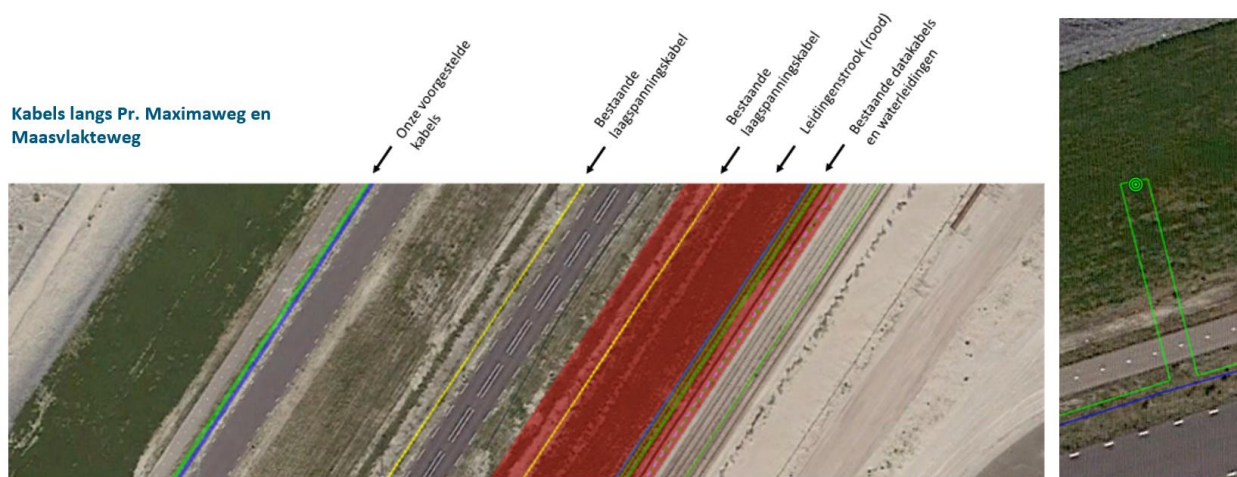
Figuur 17. Bekabeling HZ-01 t/m HZ-10



Figuur 18. Bekabeling HZ-01 t/m HZ-10 - detail HZ-05 en HZ-06

De aanlegwijze naar de turbines op de harde zeevering wordt grotendeels met open ontgraving aangelegd, met op enkele plekken een persing.

De bekabeling zal aangelegd worden parallel aan de zeevering tussen het fietspad en de Prinses Maximaweg.



Figuur 19. Bekabeling HZ

Er wordt een afstand van minimaal 1,5 m uit de teen van de dijk gehanteerd. Deze afstand is nodig om het binnentalud in de toekomst op te kunnen hogen met 0,5 m. De ontgravingsdiepte bedraagt mv-1,0 m.

De aansluiting van de bekabeling op het fundament gaat door de gewapende grondconstructie. Tijdens de bouwfase worden hiertoe mantelbuizen aangebracht. In een later stadium van de bouwfase kunnen dan de kabels worden getrokken in de mantelbuis. Op deze wijze wordt voorkomen dat door aanleg van kabels en leidingen de bekleding opnieuw beschadigd en hersteld dient te worden.

4.4 Samenvatting en conclusie op weringveiligheid

Zie hiervoor de volgende rapporten en tekeningen:

BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ

De weringveiligheid dient in alle projectfasen (plaatsen, gebruik en ontmantelen van de windturbines en bijbehorende civiele werken) gewaarborgd te blijven en dus dient te voldoen aan de gestelde ontwerpnorm. Om dit aan te tonen worden aspecten als het waterkerend vermogen, de uitbreidbaarheid en het beheer en onderhoud beschouwd. Daarnaast zijn analyses uitgevoerd voor alle faalmechanismen die van belang zijn voor de weringveiligheid. Aangetoond wordt dat deze mogelijke gevolgen op de overschrijdingskans voldoende klein en acceptabel zijn. Maatregelen zijn voorgesteld indien effecten niet acceptabel worden geacht.

Voor de beoordeling van de kans op schade door een windturbine op of nabij een waterkering worden twee soorten effecten onderscheiden: *ondergrondse effecten* (bv. trillingen, kraanbelastingen) en *bovengrondse effecten* (falen van de windturbine of een onderdeel daarvan).

Voorgenoemde effecten zijn beschouwd voor 3 scenario's met betrekking tot de opstelling van het windpark: Alt 02 (Max), Alt 02 (min) en VKA.

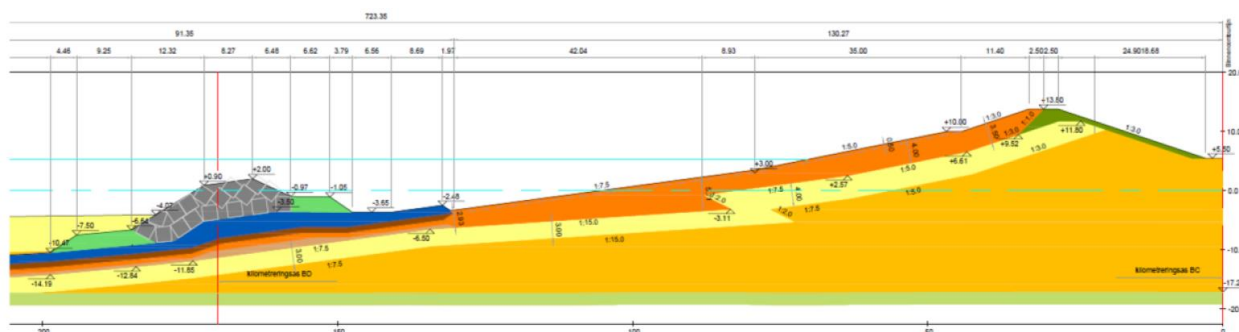
De volledige studie is beschreven *BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ*. Hieronder is de samenvatting uit de rapportage opgenomen.

4.4.1 Harde zeewering (HZ) & Overgangszone (OZ)

Harde Zeewering

De HZ bestaat (vanaf het water beschouwd) uit:

- een blokkendam, bedoeld om de grootste stormgolven vanaf de Noordzee te breken,
- vervolgens een tussenwater,
- gevolgd door een stenig duin. Het stenig duin bestaat uit een zandkern met buitentalud en deel kruin bedekt met breuksteen en met binnentalud en deel kruin afgedekt met klei en graszode.



Figuur 20. Principe doorsnede Harde Zeewering. In grijs de Blokkendam, in oranje het dynamisch stabiele stenig duin en in groen de binnendijkse dijkbekleding (gras en klei)



Figuur 21. Harde zeewering met blokkendam en radartoren en de overgang naar de zachte zeewering

Uit Figuur 21 zijn de navolgende maatvoeringen af te leiden:

- Kruinniveau NAP+13,80 m (ontwerpniveau)

- Maaiveldniveau achterland NAP+5,50 m;
- Talud binnenzijde 1:3 (v:h);
- Boventalud 1:3 verlopend naar 1:5 voor het middentalud en naar 1:7,5 voor het ondertalud;
- Afstand hart kruin tot hart blokkendam ca. 105,6 m. Dit is ook bij benadering de afstand van de windturbines tot hart blokkendam;
- Kruinhoogte blokkendam NAP+0,9 m tot NAP+2,0 m;
- Voorlandhoogte zeezijde blokkendam ca. NAP-4,1 m bij teen blokkendam en geleidelijk aflopend.

De dijk bevindt zich op een met zeezand opgespoten fundering.

Het dijklichaam zelf bestaat uit een zwaar verdichte zandkern. Vanaf de kruin tot de binnenteen is ze bedekt met een kleibekleding met een erosiebestendige grasmatt. De dikte varieert van ca. 2 m op de kruin tot 0,7 m op het binnentalud.

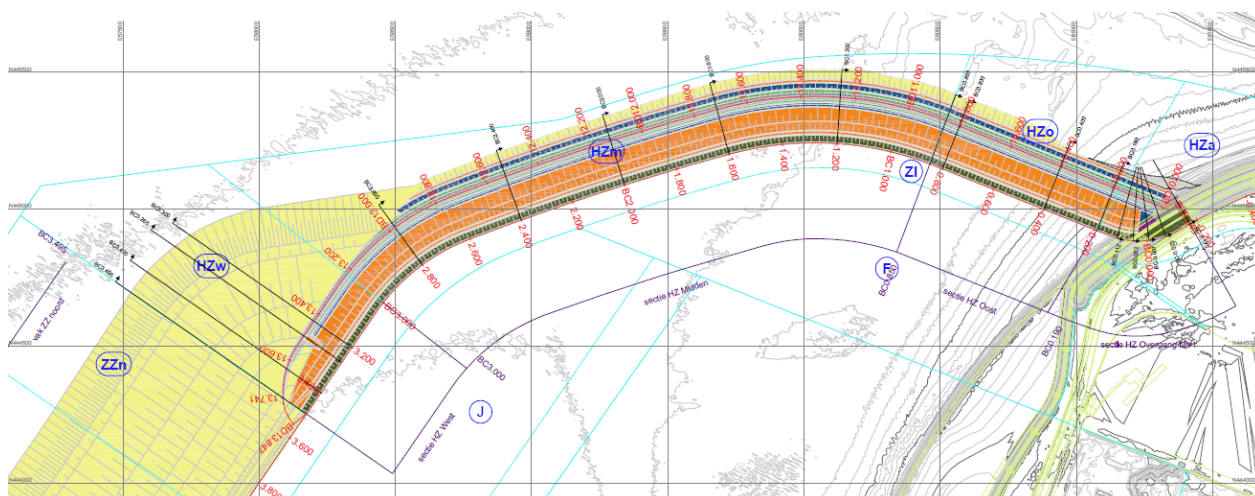
Het talud is bekleed met een 3 à 4 m dikke laag breuksteen (20/135mm). Nabij de buitenteen ligt een blokkendam bestaande uit in een nauwkeurig patroon gestapelde betonblokken (38-46 ton).

De steenbekleding is ontworpen als een dynamisch stenig duin: tijdens een zware storm zal en mag de bekleding vervormen, waarbij de breukstenen over het buitentalud worden herverdeeld. Het volledige buitentalud (vanaf de blokkendam tot de kruin) is bedekt met deze steenbekleding.

Overgangszone

Met de overgangszone wordt het gebied aangeduid waar de HZ in de ZZ overgaat. Het bijzondere aan deze overgangszone is dat de bodem voor de teen van de HZ (genaamd de Conus) langs de HZ in noordelijke richting geleidelijk afloopt. Er worden regelmatig (tweejaarlijks) onderhoudssuppleties uitgevoerd. Als gevolg van dergelijke onderhoudssuppleties wordt het morfologische systeem telkens weer uit evenwicht gebracht. Dit heeft een versterkte eroderende trend tot gevolg.





Figuur 22. Overgangszone

De blokkendam buigt af richting het strand en de duinen van de ZZ. Tevens bevindt zich er een scheidingslijn tussen het dynamisch stabiele stenig duin van de HZ en de duin van de ZZ.

Teneinde een vloeiende overgang van de harde naar de zachte zeewering te bewerkstelligen, zijn een aantal eisen gesteld aan de geometrie:

- Maximale kruinhoogte NAP+16,5 m;
- Kruinlijn landzijde maximaal 1:7;
- Kruinlijn zeezijde maximaal 1:7 ten opzichte van de buitenkruinlijn van de HZ;
- Kruinhoogteverloop niet steiler dan 1:3;
- Talud landzijde niet steiler dan 1:3;
- Talud zeezijde constant onder 1:3.

4.4.2 Windparkonderdelen

Voor de beoordeling van de effecten op de weringveiligheid voor de HZ wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende onderdelen:

- Windturbines en fundaties bij de HZ (HZ-01 t/m HZ-10);
- Kraanopstelplaats voor windturbines bij de HZ;
- Toegangswegen en bouwwegen;
- Windparkbekabeling.

4.4.3 Funderingsontwerp

Het funderingsontwerp (fundatie op gewapende grondterp aan de binnenzijde) en de bouwfaserings is zodanig ingestoken dat de effecten op de zeewering (bv. ontgravingen, trillingen, vervormingen, verweking, voorkomen overslag tijdens de bouwfase etc.) geminimaliseerd worden (geen plaatsing damwanden). Het funderingssysteem is in de toekomst verwijderbaar. Specifieke ontwerpmaatregelen (bv. kleibekleding, 3D structuurmat grasbetontegels en een drainagesysteem) worden toegepast om erosie te voorkomen. Uitvoeringszettingen worden gecompenseerd. Het ontwerp voorziet in een eventueel toekomstige verhoging. De wering blijft toegankelijk voor beheer en onderhoud.

De fundering is ontworpen met een sterkte/weerstand die 'significant' hoger is dan de sterkte van de windturbinemast. Het bezwijken van de windturbine zal altijd optreden in het gedeelte boven de verbinding van de fundering met de turbinemast.

Uitgegaan is namelijk van gevolgklasse CC3 (RC3) voor het geotechnisch en constructief funderingsontwerp. Voor het ontwerp van onderdelen van een windturbine onder extreme omstandigheden en vermoeiing geldt een 'target reliability' van **Pf=5-10⁻⁴ per jaar**. Dit komt overeen met een betrouwbaarheid die past bij constructies in klasse CC1. Bij benadering is de faalkans van een in CC3 (Pf≈10⁻⁵) ingedeelde constructie een factor 100 lager dan van een in CC1 constructie (Pf≈10⁻³). Veiligheidsfactoren in CC3 zijn circa 25% hoger dan in klasse CC1.

Het funderingsontwerp heeft een geometrisch bijzondere situatie (terp tegen een talud met daarin een fundering op palen). De interactie tussen grond en constructie kan het best middels een 3D eindige elementenmodel (EEM) worden geanalyseerd. De toepassing van 3D modellen leveren een meer realistische beschouwing en beter inzicht in het werkelijke stijfheids- en vervormingsgedrag. De resultaten van deze berekeningen zijn opgenomen in *BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-G-0008-WP MV2 Resultaten Plaxis 3D EEM berekening*.

4.4.4 Analyse ondergrondse effecten op weringveiligheid HZ en OZ

Ten aanzien van de ondergronds effecten zijn er geen verschillen tussen de beschouwde scenario's Alt 02 (max), Alt 02 (min) en VKA.

De effecten op de mechanismen 'overlopen' en 'golfoverslag' (hoogte) zijn beoordeeld. Zetting door de aanleg van de grondterpen en fundaties (zetting en zettingsverdichting) kan leiden tot een geringe afname van de kruinhoogte van 10 tot 15 cm. De volgende beheers- en compenserende maatregelen zijn voorzien:

- Monitoren van o.a. de kruindaling en trillingen;
- Compenseren van de opgetreden zetting door ophoging van de kruin volgens de oorspronkelijk opbouw met steen en klei (categorie 1).
- Aanbrengen van met zand gevulde big-bags op de kruin (vermindering van eventuele overslag) tijdens ontgraving van het binnentalud en opbouw van de grondterp en fundatie.

Er zijn geen zettingen (en daarmee een effect op overslag) te verwachten ter plaatse van de blokkendam ten gevolge van het windpark:

- De ondergrond is niet verwekings- en zettingsgevoelig;
- Geen effect aanleg terp op zetting van de diepere ondergrond (zie toelichting in paragraaf 7.2 en 7.7 van BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003);
- Trillingen (windturbine, bouwverkeer en heien monopaal) vinden plaats op meer dan 100 m afstand en leiden daarmee niet tot verdichting van de ondergrond of herschikking van de blokkendam.

De effecten op de macrostabiliteit binnenwaarts zijn gedetailleerd beoordeeld door middel van glijvlakberekeningen. Het volgende is geconcludeerd:

- De ontgraving voor de aanleg van de grondterpen is stabiel, mits de uitvoering plaats vindt onder operationele omstandigheden (niet stormcondities; waterstand met herhalingstijd van 10 jaar);
- De grondterp is ontworpen op basis van de hoogste betrouwbaarheidsklasse RC3. De terp biedt extra weerstand tegen afschuiven en heeft geen nadelig effect op de stabiliteit.
- Aanbrengen van de paalfundering is acceptabel aangezien een trillingsarm en grondverdringend paalsysteem wordt toegepast. Er is hierdoor geen belastingtoename.
- De wering voldoet aan de vereiste stabiliteitsfactor bij tijdelijke ontgravingen ten behoeve van de aanleg van kabels en leidingen. De kabels en leidingen worden op 1,5 m uit de teen aangelegd zodat een eventuele toekomstige verhoging/verbreding van het binnentalud niet belemmerd wordt. De uitvoering dient buiten het stormseizoen plaats te vinden

- Tijdens de bouwfase kunnen trillingen door heien van een monopaal van een windturbine op de ZZ leiden tot een geringe afname van de stabiliteit, maar de veiligheid blijft boven het vereiste niveau.
- Tijdens de gebruiksfase leiden trillingen van de windturbine tot een geringe afname van de stabiliteit, maar de veiligheid blijft boven het vereiste niveau.
- Er zijn geen aanvullende, stabiliteitsverhogende maatregelen voorzien.

Een eventuele toekomstige verhoging/verbreding van de wering (met een zichttermijn van 50 jaar en ontmanteling van het windpark na 25 jaar) wordt door de aanwezigheid van de windturbines niet belemmerd. De bereikbaarheid voor beheer en onderhoud wijzigt niet.

Aan de buitenzijde bevindt zich een stenig duin. De effecten op de macrostabiliteit buitenwaarts zijn gedetailleerd beoordeeld en zijn gering. Aan de buitenzijde vinden geen werkzaamheden plaats en daarmee geen verstoring. De berekende stabiliteitsfactor voldoet aan de eis. Er zijn geen aanvullende maatregelen voorzien.

Het mechanisme 'piping' is niet relevant aangezien sprake is van een zanddijk op een zandondergrond en er geen sprake is van een waterstandsverschil. Ook na de bouw van de windturbines is er bovendien geen grensvlak waarlangs zandmeevoerende wellen kunnen ontstaan. De fundering is ook gelegen ruim boven het niveau van de maatgevende hoogwaterstand.

Het mechanisme 'microstabiliteit' is niet van belang aangezien er geen sprake is van een waterstandsverschil.

De effecten op de klei- en grasbekleding zijn kwalitatief beoordeeld. Ter plaatse van de gewapende grondterpen zal de bestaande kleibekleding worden ontgraven. De plaatsing en aanwezigheid van de windturbines wordt acceptabel geacht om de volgende redenen:

- Tijdens de uitvoering worden op de kruin bigbags geplaatst ter voorkomen van golfoverslag;
- De grondterpen worden afgewerkt met 0,70 m klei (categorie 1) en grasbetontegels;
- De kleibekleding langs de buitencontouren van de grondterp en bij de trappen worden versterkt teruggebracht (circa 1,0 m kleidikte categorie 1);
- Er wordt een permanente 3D-structuurmat aangebracht op de kruin en het binnentalud om de erosiebestendigheid te garanderen (ook ter plaatse van de trappen), indien de nieuwe grasmat nog niet volledig is hersteld voor aanvang van het stormseizoen;
- Er wordt een drainagestelsel (grindkist) toegepast om erosie (b.v. regenval en overslag) te voorkomen;
- de uitvoering van de bekleding zorgvuldig wordt verricht met herstel van de 'oorspronkelijke bodemopbouw'
- voor een goede aansluiting gezorgd wordt tussen de grondterp van de fundering en de bestaande bekleding
- Aanvullende maatregelen worden genomen bij stormcondities 1:10.000. (Zie toelichting in paragraaf 5.5.1 van BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-003)

De effecten op de stabiliteit van het voorland zijn kwalitatief beoordeeld op basis van aangeleverde gegevens ten aanzien van de eigenschappen van het zand waaruit de wering en ondergrond is opgebouwd (conclusie: niet verwekingsgevoelig) en de geometrie welke ongewijzigd blijft. Er wordt geconcludeerd dat de plaatsing en aanwezigheid van het windpark geen effect zal hebben op de stabiliteit van het voorland.

Door uitvoering onder dagelijkse omstandigheden en met monitoring van vervormingen en trillingen worden de negatieve effecten tijdens de uitvoering acceptabel geacht.

Aan het eind van de bouw- en verwijderingsfase worden alle onderdelen verwijderd (met een mogelijke uitzondering van de funderingspalen in de HZ); het verwijderen van funderingspalen is mogelijk (zie toelichting in paragraaf 7.9 van BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003). Een eventuele toekomstige verhoging/verbreding van de wering (met een zichttermijn van 50 jaar en ontmanteling van het windpark na 25 jaar) wordt door de aanwezigheid van de windturbines niet belemmerd. De bereikbaarheid voor beheer en onderhoud wijzigt niet.

4.4.5 Analyse bovengrondse effecten HZ en OZ

De analyse van de bovengrondse effecten is gebaseerd op de faalfrequenties van windturbines voor de volgende faalscenario's:

- Mastbreuk (inclusief gondel/rotor)
- Neerstorten van de gondel en/of de rotor
- Bladbreuk bij nominaal toerental en overtoeren (2x nominaal)

Bij neerkomen van een windturbineonderdeel zal schade aan de waterkering optreden door kratervorming of door afschuiving als gevolg van een schokgolf. In dat geval is er een gereduceerd waterkerend vermogen. Er wordt vanuit gegaan dat het aanbrengen van een noodoplossing **maximaal 14 dagen** duurt waarbij de waterveiligheidsfunctie weer hersteld wordt. Dit wordt gewaarborgd in het Integraal Veiligheidsplan (IVP) [BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-H-0001]. De hydraulische belasting die tijdens deze herstelperiode nog kan worden gekeerd bepaalt de kans dat de zeewering faalt. Vervolgens dient de wering in oorspronkelijke staat hersteld te worden voorafgaand aan het volgende stormseizoen.

De wering is ingedeeld in zones waarvoor per faalscenario de trefkansen zijn berekend: binnentalud, kruin, buitentalud en blokkendam. Het voorland zeewaarts van de blokkendam is niet beschouwd vanwege de aanwezige waterdiepte en de daardoor geringe kans op schade.

In de beoordeling wordt gewerkt van grof naar fijn. In eerste instantie zijn alle zones samen beschouwd als kritische strook: aangenomen wordt dat het neerkomen in deze strook zal leiden tot falen van de zeewering.

Vermenigvuldiging van de faalfrequentie en de trefkans resulteert in de raakfrequentie.

In de beoordeling wordt voor de maximaal toelaatbare toename van de faalkans van de wering een eis van 1% van de autonome normfrequentie gehanteerd. De **totale faalkans** van de waterkering voor het **gehele** windpark dient kleiner te zijn dan:

$$P_{\text{eis;MECH;DSN;1\%}} = 1/10.000 * 1\% = 1,0 \cdot 10^{-6}$$

Opgemerkt wordt dat het uitgangspunt van de beschouwing van de totale frequentie een conservatieve benadering is. Hierbij worden de trefkansen van alle windturbines die invloed hebben op de HZ/OZ bij elkaar opgeteld voor alle relevante trefzones.

In de effectanalyse is de additionele faalkans van de waterkering ($P_{\text{MECH;Additioneel}}$) gelijkgesteld aan de raakfrequentie (gesommeerd van alle windturbines) maal de kans op een kritieke hydraulische belastingsituatie tijdens het stormseizoen binnen de vereiste tijd voor noodreparatie aan de waterkering ($P_{\text{falen herstel}}$).

Ten aanzien van de bovengrondse effecten zijn er kleine verschillen tussen de beschouwde scenario's Alt 02 (max), Alt 02 (min) en VKA. Voor elk scenario is aangetoond dat $P_{\text{MECH;Additioneel}} \leq 1,0 \cdot 10^{-6}$ ($P_{\text{eis;MECH;DSN;1\%}}$). Er is daarom geen nader onderscheid meer gemaakt tussen de verschillende trefkanszones.

De kraanopstelplaatsen zijn gedimensioneerd op de te verwachten kraanbelastingen. Het omvallen van een kraan is niet maatgevend ten opzichte van mastfalen of gondelval, ook al omdat de werkzaamheden plaatsvinden buiten het stormseizoen. De lokaal ontstane schade dient binnen 14 dagen hersteld te worden en voor aanvang van het stormseizoen. Dit wordt gewaarborgd in het Integraal Veiligheidsplan (IVP) [BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-H-0001].

4.4.6 Monitoring

Zie hiervoor de volgende rapporten en tekeningen:

BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ

Tauw_R001-1275811BXB-V02-nja-NL_Windpark MV2 Monitoringsplan

Middels het monitoringsplan - en de uitvoering daarvan - wordt aangetoond dat het veiligheidsniveau van de Zeewering gewaarborgd blijft omdat gesignaleerd wordt dat waarden niet worden overschreden en of beheersmaatregelen moeten worden genomen. Dit monitoringsplan is door Tauw opgesteld [Tauw_R001-1275811BXB-V02-nja-NL].

Er wordt gemonitord in het kader van risicobeheersing, veiligheid en toestandsbepaling. Apart van het monitoringsplan maakt de uitvoerende partij een escalatieplan, voor de gevallen waarbij tijdens de werkzaamheden buiten de kaders van het monitoringsplan wordt getreden.

Een belangrijk onderdeel vormt de standzekerheid van de blokkendam. In het monitoringsplan is hier extra aandacht aan besteed. Middels het monitoringsplan wordt de hoogte van de blokkendam in beeld gebracht en kan een oordeel gegeven worden over dit hoogtebeeld ten tijde van realisatie, exploitatie en ontmanteling van de windturbines (levensduur 25 jaar). Ook omliggende objecten (zoals de radartoren) en het omliggende wegennet worden gemonitord.

4.4.7 Conclusie

Op basis van de uitgevoerde analyses is aangetoond dat:

- het windpark (plaatsen, gebruik en ontmantelen van de windturbines en bijbehorende civiele werken) de weringveiligheid in alle projectfasen waarborgt mits de benoemde maatregelen uitgevoerd worden;
- het beheer, onderhoud en inspectie niet belemmerd wordt;
- er ruimte blijft voor toekomstige versterking van de kering.

Realisatie van het windpark is daarmee geen belemmering voor de weringveiligheid.

4.5 Eisen

Zie hiervoor de volgende rapporten en tekeningen:

BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ

In het risicobeheersplan en de verificatiematrix voor het windpark MV-2 zijn eisen opgenomen ten aanzien van de veiligheid van de harde zeewering. Deze eisen zijn overgenomen in Tabel 8, waarbij is aangegeven in welk hoofdstuk het rapport BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ de desbetreffende eis wordt behandeld. Deze eisen zijn ook opgenomen in paragraaf 4.2 – 4.6 in dat rapport.

Tabel 8. Relevante eisen en aanpak

Nr.	Omschrijving eis	Bron	Verificatie
EISEN t.a.v. WATERKEREND VERMOGEN (project specifieke eisen)			

1.	Plaatsing van windturbines in de zeekering kunnen wat betreft de civieltechnische aspecten worden toegestaan mits dit geen negatieve gevolgen heeft voor de waterkerende functie van de wering. Bij de plaatsing van windturbines in de ZZ zijn morfologische effecten op het dynamisch profiel te verwachten. Er moet in ieder geval in de veiligheidstoets/beoordeling voor gecompenseerd worden in de toetsmethodiek (mogelijk zandsuppleties).	RWS watervergunning [14]	Memo HZ [14]	hfst 7 t/m 9 en [1]
2.	De veiligheid van de wering dient gewaarborgd te zijn bij de in paragraaf 4.1 (BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003) genoemde norm. Bij deze condities dient de windturbine en zijn fundatie constructief stabiel te zijn.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ [14]	hfst 7 t/m 9 en [10] en [11]
3.	De ontwerplevensduur voor de windturbines is vastgesteld op 25 jaar. Dit betekent dat de windturbine gedurende deze periode niet van invloed dient te zijn.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ [14]	paragraaf 5.3 en hfst 7
4.	In het stormseizoen (1 oktober tot 1 april) zijn heiwerkzaamheden en ontgravingen niet toegestaan. Dit is alleen van toepassing voor de HZ.	RWS [15]	Memo aandachtspunten HZ [15]	paragraaf 5.5 en hfst 7 en [10] en [11] en Werkplan
5.	Trilling mogen niet leiden tot verweking (statisch en cyclisch).	RWS watervergunning [14]	Memo HZ [14]	paragraaf 6.1 en 7.6
6.	Schade aan de wering dient binnen 14 dagen te zijn hersteld.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ [14]	hfst 9
7.	Er moet een monitoringsplan worden opgesteld op basis waarvan de veiligheid van de waterkering in relatie tot de effecten van de windturbine kan worden aangetoond.	RWS [15]	Memo aandachtspunten HZ [15]	[12]
8.	De hoogteligging van de blokkendam van de HZ dient te allen tijde gewaarborgd te worden; zettingen zijn niet toegestaan.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ [14]	paragraaf 7.7 en hfst 6
9.	Zettingen van de van het binnen- en buitentalud en de kruin dienen tot een minimum beperkt te worden en te worden gecompenseerd volgens daarvoor geldende specificaties.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ [14]	paragraaf 7.2 en [10]
10.	De erosiebestendigheid dient te allen tijde gewaarborgd te worden.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ [14]	paragraaf 7.2 en 7.5
11.	Kabels en leidingen op het strand (ZZ) moeten onder de minimale bodemligging en onder het dynamisch profiel liggen.	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ [16]	[1] en [13]; zie paragraaf 3.5.4.
EISEN t.a.v. ROBUUSTHEID (toekomstvastheid)				
12.	In het kader van toekomstig klimaatbestendig maken van de zeekering moet in het ontwerp van de fundering er rekening mee	RWS [15]	Memo aandachtspunten HZ [15]	paragraaf 7.2 t/m 7.4

	worden gehouden dat de zeewering in de toekomst 0,5m wordt opgehoogd.			
13.	Voor funderingspalen in de Harde Zeewering mag er van uit gegaan worden dat deze na einde levensduur van het windpark op 1,0 m onder maaiveld achter mogen blijven. Wel dienen de palen zodanig te zijn geconstrueerd dat deze, als daar aanleiding voor is, daarna alsnog geheel verwijderbaar zijn.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ hfst 6 en 7 en [10]	
14.	Voor de fundering van de ZZ geldt dat de windturbines, kabels, fundaties enz. binnen 1 jaar na einde van de contractueel vastgelegde exploitatietermijn geheel dienen te worden verwijderd en afgevoerd.	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ hfst 6 en 8	
15.	Werken mogen eventuele toekomstige versterkingen niet significant belemmeren.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	paragraaf 5.4
EISEN t.a.v. BEHEER EN ONDERHOUD				
16.	Werken mogen niet belemmerend zijn voor de inspectie, de monitoring of het beheer en onderhoud van de wering. Suppletiezand dient ongehinderd aangebracht te kunnen worden.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	paragraaf 5.5 en [1]
17.	Het uitvoeren van het onderhoud van de wering moet op een doelmatige wijze mogelijk blijven.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	paragraaf 5.5 en [1]
18.	Het gebruik van de wering mag niet ten koste gaan van de kwaliteit en erosiebestendigheid van de grasmat en overige bekledingstypen.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	paragraaf 7.5
19.	Bij de ZZ moet zand vrij kunnen doorstuiven naar het duingebied.	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ [1]	
20.	Compenserende maatregelen (zoals zandbuffers) worden in grof zand ($D_{50} > 333 \mu$) uitgevoerd en dienen beplant te worden met helmgras. Dit geldt ook voor de duinovergangen. Het zandvolume mag niet wijzigen.	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ	hoofdstuk 8 en 10
21.	Zandverlies als gevolg van menselijk handelen moet zoveel mogelijk voorkomen worden.	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ	hoofdstuk 10
22.	Behoudens de windturbinefundaties mogen er geen andere permanente harde elementen zoals steenzettingen en verhardingen op het strand zijn. Stelconplaten zijn wel toegestaan (zie [18]).	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ	paragraaf 3.5
23.	Voor of tijdens stromen van windkracht 7 mogen er geen voertuigen, materieel en materialen aanwezig zijn op de wering.	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ	paragraaf 5.5

24.	De windturbines, kabels, fundaties en dergelijke dienen 1 jaar na beëindiging van de exploitatietermijn te worden verwijderd en afgevoerd.	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ	paragraaf 5.5 en 5.6
EISEN t.a.v. CONSTRUCTIE				
25.	Bij de in paragraaf 4.1 genoemde veiligheidsnorm en de bijbehorende condities, dient de windturbine en zijn fundatie constructief stabiel te zijn.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	[10]; zie paragraaf 5.4 en 5.5
26.	Voor het ontwerp en de dimensionering van funderingen dient per turbine uitgegaan te worden van het minimum gegarandeerde veiligheidsprofiel alsmede de erosie ter plaatse.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	[10]; zie paragraaf 5.4 en 5.5
27.	Windturbines dienen veilig te functioneren bij zaken als uitspoeling en zandophoging tegen de mast ten gevolge van stuifzand.	RWS watervergunning [16]	Memo ZZ	[1] en [10]
28.	Het binnentalud en de aansluitconstructies rondom de fundering moeten erosiebestendig zijn.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	[10] en paragraaf 5.4, 7.3 en 7.5
29.	Het ontwerp moet voorzien in een drainagesysteem, onder andere om afstromend regenwater en overslaffwater af te voeren.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	[10] en paragraaf 5.4
30.	Het ontwerp moet bij de mogelijkheid tot optreden van piping, voorzieningen bevatten om piping te voorkomen.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	paragraaf 7.1
31.	Gaping of spleetvorming naast en onder de (fundatie van) de windmolen en het dijklichaam moet worden voorkomen.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	[10] en paragraaf 5.4
32.	De fundering mag het beheer en onderhoud niet belemmeren. Eventuele zettingen, verzakkingen en of andere gebreken als gevolg van de vergunde werken, dienen door en voor tekening van vetgunninghouder, in overleg met de waterbeheerder, onmiddellijk te worden hersteld.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	hoofdstuk 11
33.	Voorkeur gaat uit naar beproefde, eerder vertoonde, funderingstypen.	RWS watervergunning [14]	Memo HZ	[10] en paragraaf 5.4

Nr.	Omschrijving eis	Verificatie
HARDE ZEEWERING - OVERGANGSZONE		
M1.2.12.3	Exploitant dient bij de HZ een trillingsvrij paalsysteem conform de STOWA handleiding windturbines en waterkeringen techniek 2018-53 toe te passen.	paragraaf 5.4
M1.2.12.4	Exploitant dient bij het realiseren van de fundering van de turbines op de Harde Zeewering geen tijdelijke damwanden te plaatsen.	paragraaf 5.4

M1.3.3.1	Exploitant dient alle funderingspalen voor de Harde Zeewering aan te brengen met een geschroefd, grondverdringend systeem (Fundex of gelijkwaardig)	paragraaf 5.4
M1.4.2.1	Beperken trillingen tijdens realisatie. Zie ook eis M1.2.12.3 en M1.2.12.4	paragraaf 5.4 en [12]
M1.4.3.1	Exploitant dient tijdens ontgravingswerkzaamheden big bags op de kruin van de Harde Zeewering te plaatsen.	paragraaf 5.5
M1.4.3.2	Exploitant dient ingeval de weercondities daartoe nopen (1:10.000 storm) de volgende aanvullende maatregelen te treffen tijdens ontgravingswerkzaamheden: i) Terugplaatsen afgegraven grond terug op de zeewering en deze grond afdekken met geogrids om erosie door golfoverslag te voorkomen, minimaal 24 uur voordat de golfoverslagcondities worden verwacht. ii) Beschikbaar houden van de afgegraven grond. Deze grond bevindt zich daartoe op maximaal 3,3 km van de ontgravingslocatie en is binnen 2 kalenderdagen terug te plaatsen. iii) Tijdig plaatsen grond. De grond wordt minstens 24 uur voordat de golfoverslagcondities worden verwacht geplaatst.	paragraaf 5.5 en 5.6 en Werkplan
M1.4.3.3	Exploitant dient nadat de 1:10.000 storm - waarvoor voorzorgsmaatregelen zijn getroffen zoals beschreven in eis M1.4.3.2 - is gepasseerd, de volgende aanvullende maatregelen te treffen tijdens ontgravingswerkzaamheden: i) Exploitant dient de conform eis M1.4.3.2 geplaatste grond pas te verwijderen 24 uur nadat de golfslagcondities van de 1:10.000 storm zich niet meer hebben voorgedaan. ii) Exploitant dient te inspecteren op eventuele schade aan de bovenste laag van de zeewering (klei/gras) en de beheerder uit te nodigen bij deze inspectie.	paragraaf 5.5 en 5.6 en Werkplan
M1.4.5.1	Exploitant dient: i) de opstelling van het monitoringsplan uit te besteden aan een externe partij (bijv. Tauw). RHDHV begeleidt en beoordeelt het plan en betreft daarbij haar ervaring met de radartoren. ii) de uitvoering van de monitoring uit te besteden aan dezelfde externe partij om onafhankelijkheid te borgen.	[12]

In de eisentabel wordt ook naar de volgende rapporten verwezen, welke ook zijn opgenomen in hoofdstuk 14 Referenties van het rapport *Beoordeling waterveiligheid HZ*:

- [1] RHDHV – Windpark Maasvlakte 2 - Beoordeling waterveiligheid Zachte Zeewering, ref. nr. BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0007 – juni 2020.
- [10] RHDHV – Windpark Maasvlakte 2 – Windturbinefundaties Harde Zeewering – Voorlopig Geotechnisch Ontwerp – referentie BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0005 – 01/Definitief
- [12] Tauw – Windpark MV2 – monitoring blokkendam – projectnr. 1275811 – kenmerk R002-1275811TFE-V01-mvg-NL
Tauw – Windpark MV2 – monitoring - projectnr. 1275811 – kenmerk R001-1275811BXB-V02-nja-NL

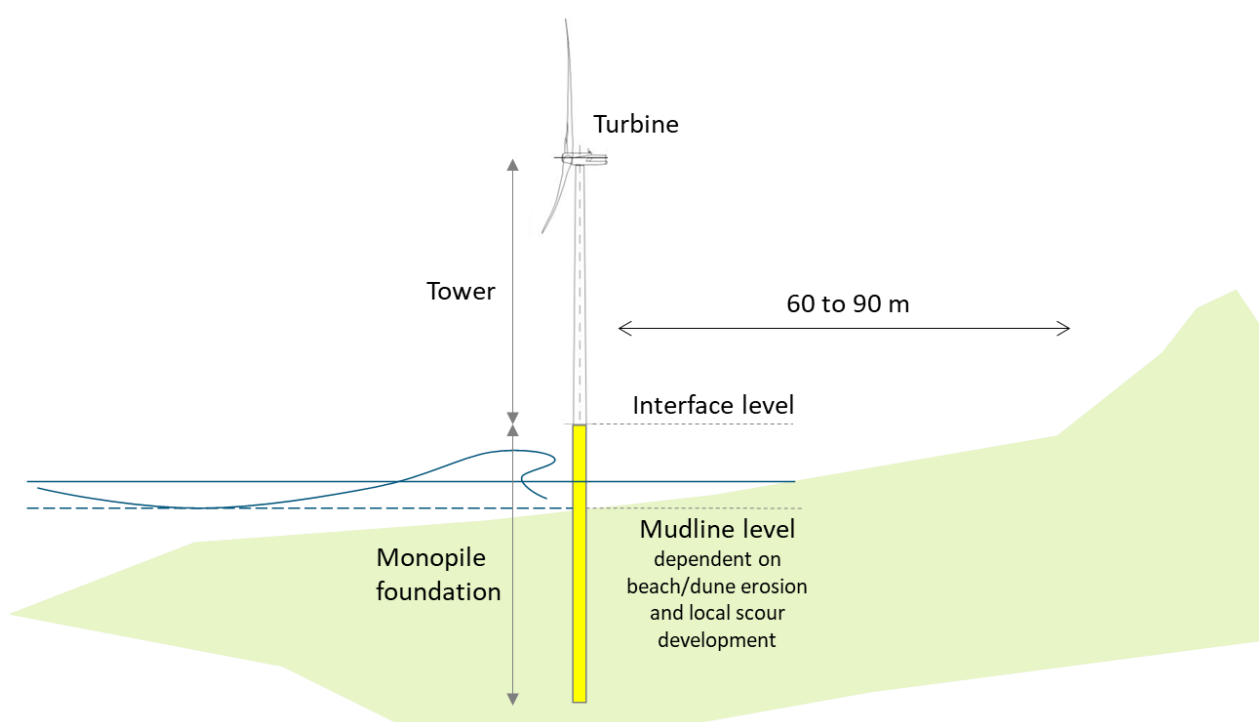
- [13] RHDHV – WP MV2 Ontwerp Parkbekabeling windturbines op zachte zeewering. Rapportnr. BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001
- [14] Rijkswaterstaat - Memo Watervergunning Harde Zeewering Windpark MV2 – 23 april 2019
- [15] Rijkswaterstaat - Memo Aandachtspunten geringveiligheid in relatie tot windmolens Harde Zeewering windpark Maasvlakte 2 - 14 november 2019
- [16] Rijkswaterstaat – Memo Watervergunning Zachte Zeewering Windpark MV2 – 23 april 2019

5 Zachte Zeewering

5.1 Ontwerp Zachte Zeewering

5.1.1 Monopaal

Er worden twaalf windturbines op de zachte zeewering geplaatst (windturbines ZZ-01 t/m ZZ-12, zie Figuur 1). Deze komen op het strand te staan, in de zone tussen laag- en hoogwater of daar vlak boven. De fundering van de windturbines bestaat uit een monopaal (Figuur 23). Dit is een stalen buis met open uiteinden.



Figuur 23. Windturbine met monopaal fundatie concept voor Windpark Maasvlakte-2.

Voor het ontwerp van de monopalen zijn de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden meegenomen:

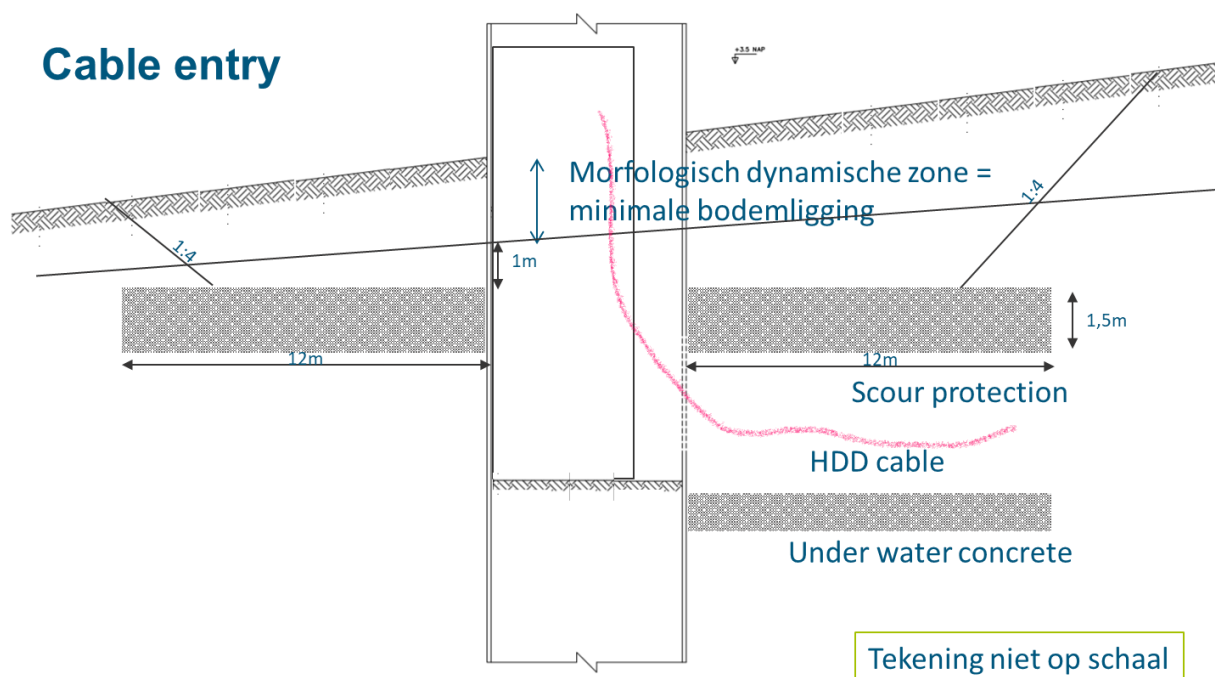
- De monopalen worden ontworpen voor een levensduur van minimaal 25 jaar
- Bij het ontwerp van de monopalen wordt rekening gehouden met erosie/strandafslag.
- Voor het ontwerp is uitgegaan van bestaande grondgegevens. Dit zal worden geverifieerd zodra het geplande nieuwe grondonderzoek voltooid is en de data beschikbaar gesteld.
- Een erosiebescherming wordt aangebracht op 1m onder het afslagprofiel van het strand op de locatie van de monopalen. Hiermee wordt de omvang (diepte en diameter) van de erosiekuilen lokaal rondom de monopalen sterk verminderd.
- Hoewel er vooralsnog wordt uitgegaan van intrillen van monopiles is er door hun grote lengte (45-55m beneden NAP) een grote kans dat de monopalen geheid moeten worden. Dit mag geen grotere negatieve impact op de blokkendam veroorzaken dan het intrillen van de monopalen met behulp van vibro-hamers. Dit is met name relevant voor windturbine ZZ-01 die op zo'n 100m afstand van de blokkendam zal worden geïnstalleerd.

Het ontwerp van de monopalen wordt beschreven in BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-S-0001-WP MV2 Monopile concept design report en BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0004-WP MV2 Monopile concept design drawing.

5.1.2 Erosiebescherming

Het onderzoek naar lokale ontgroningen (BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0007-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ) heeft laten zien dat er rondom een aantal windturbines diepe ontgrondingskuilen kunnen ontstaan, waarbij de diepte van deze kuilen sterk varieert per windturbine. Voor sommige windturbines zijn de ontgrondingskuilen tot 4-5 m diepte voorspeld. Grote, diepe ontgroningen rondom de windturbines zijn ongewenst, zowel vanuit het oogpunt van de veiligheid van de zeekering als de constructie(kosten) en stabiliteit van de windturbine. Zonder aanvullende erosiebescherming zou de aansluiting van de kabelbundel op de windturbine bij sommige turbines op een diepte van meer dan 10 m beneden NAP aangebracht moeten worden.

De lokale ontgroningen zullen daarom worden gemitigeerd door een erosiebescherming rondom alle windturbines aan te brengen. Deze bescherming wordt aangebracht op 1m beneden het afslagprofiel van het strand op de locatie van de monopalen (zie sectie 5.3.2) zodat er ruime zanddekking aanwezig is (Figuur 24). Deze erosiebescherming dient op geen enkele manier de veiligheid van de waterkering negatief te beïnvloeden. De erosiebescherming ligt op een zodanige diepte dat deze geen invloed heeft op het zandtransport langs en dwars op de kust (Svasek Hydraulics, 2020c). De details van de erosiebescherming zijn te vinden in BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-S-0001-WP MV2 Monopile concept design report.



Figuur 24. Schets erosiebescherming

De maximale diepte van de ontgrondingskuilen wordt hiermee aanzienlijk beperkt wat de risico's voor de constructie (inclusief risico dat de parkbekabeling bloot komen te liggen) reduceert.

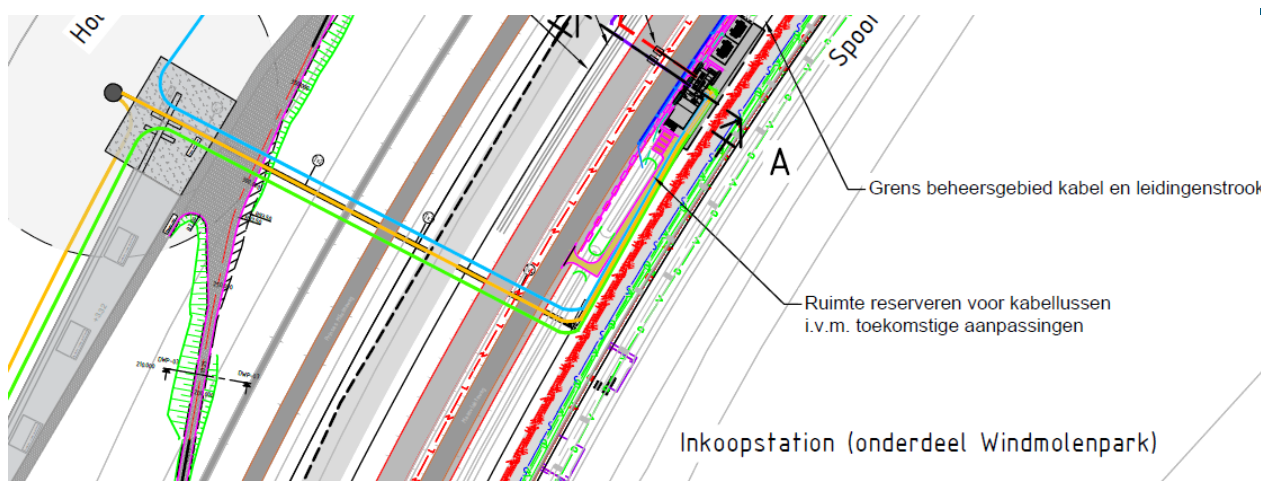
5.1.3 Parkbekabeling

Vanuit het inkoopstation worden de windturbines aangesloten in groepen. Per groep wordt een zogenaamde “string” toegepast, waarbij kabels van turbine naar turbine lopen en vanaf de eerste turbine in een string rechtstreeks naar het inkoopstation. Op de zachte zeewering worden de windturbines per groep van vier in serie op elkaar aangesloten, zie Figuur 25. Er komen daardoor drie strings op de zachte zeewering. Per string worden 3 elektrakabels en 2 ductbuizen (DB7 of DB10) ten behoeve van datatransport aangebracht. De eigenschappen van deze kabels worden beschreven in BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-E-0001-WP MV2 VO parkbekabeling.

De drie strings kruisen de zeewering ter hoogte van ZZ-05, zie Figuur 26. Vanaf ZZ-05 (en de kruising met de zeewering) tot aan het inkoopstation worden de 3 kabelbundels parallel aan elkaar aangebracht.



Figuur 25. Parkbekabeling van de windturbines op de zachte zeewering.



Figuur 26. Schematisatie kabeltracé aansluitend op het inkoopstation.

De windturbines staan nabij de waterlijn op het strand of in de eb-vloedzone. De kabels dienen minimaal 1,5 m beneden het afslagprofiel te worden aangebracht. Om te voorkomen dat er daardoor diepe lange sleuven moeten worden gegraven rondom de waterlijn, met gevaar van instabiliteit en instorten, worden de kabels tussen de windturbines geboord (HDD bundelboringen). Ook de kabels die ter hoogte van ZZ-5 het duin kruisen naar het inkoopstation, worden onder het duin, het fietspad, de Maximaweg en de Maasvlakteweg door geboord. Het uittredepunt van de boring onder het duin ligt tussen de Maasvlakteweg en de oostelijke leidingenstrook van HbR in.

Voor het ontwerp van de HDD boringen zijn de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden meegenomen:

- Het ontwerp is (onder meer) gebaseerd op de NEN 3650 en NEN 3651.
- Voor de bepaling van de diepteligging van de kabels onder het strand wordt rekening gehouden met de maximaal verwachte erosie/strandafslag. De kabels worden 1.5m dieper gelegd.
- Voor het ontwerp is uitgegaan van bestaande grondgegevens. Deze zullen worden geverifieerd zodra het geplande nieuwe grondonderzoek voltooid is en de data beschikbaar gesteld.

Een gedetailleerde beschrijving van de tracés, de aansluiting op de monopalen, de boor-berekeningen en de aanlegvolgorde is te vinden in BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeevering.

5.1.4 Kraanopstelplaatsen en bouwweg

De windturbines zullen worden geïnstalleerd vanaf een kraanopstelplaats op een terp (met afmetingen van 40m x 50m, zie Figuur 27) waarbij opgehoogd wordt tot NAP +3,3 m. De terp bestaat uit zand, afgewerkt een 1,0 m dikke bovenlaag van menggranulaat en tenminste 2 lagen geogrid. Hiermee wordt verwaaien van zand voorkomen.

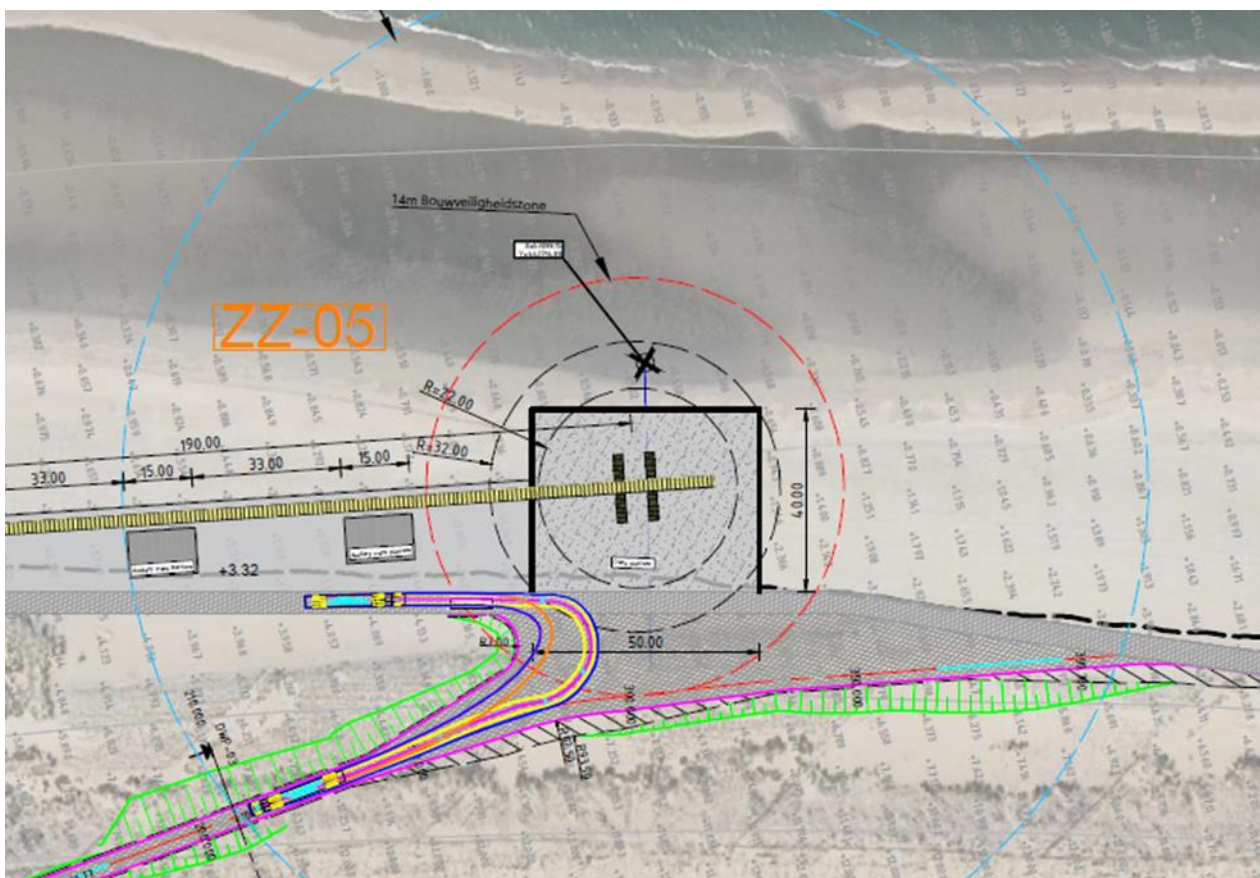
De wijze van constructie van de fundering hangt samen met de locatie van de windturbine op het profiel van de zeevering en dus van de terreinhoogte:

- Bij een terreinhoogte welke hoger is gelegen dan NAP+2,3 m wordt enkel de terp onder talud aangebracht;

- Bij een terreinhoogte gelegen tussen Laag Water en Hoog Water (tussen NAP-0,6 m en NAP+2,3 m) wordt de terp gerealiseerd binnen geotubes;
- Bij een terreinhoogte lager dan Laag Water (NAP-0,6 m) wordt de terp gerealiseerd binnen een verankerde damwand.

Dit is nader uitgewerkt in BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0006 WP MV2 Rapportage VO ZZ Kraanopstelplaatsen. Tekeningen van elke kraanopstelplaats op de zachte zeewering zijn te vinden in BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0002 Tekening kraanopstelplaatsen per locatie ZZ.

Deze harde constructies op de Zachte Zeewering zijn tijdelijk van aard. De bouw van de eerste 6 kraanopstelplaatsen, voor windturbines ZZ-07 t/m ZZ-12 is gepland in het voorjaar 2022 en start reeds in het stormseizoen; de overige kraanopstelplaatsen worden gebouwd in de zomer. Het verwijderen van alle 12 kraanopstelplaatsen is gepland in oktober t/m december 2022. Dit betekent dat deze constructies enkele maanden tijdens het winterstormseizoen op het strand zullen staan en daardoor een mogelijk risico voor de veiligheid van de waterkering kunnen vormen (zie paragraaf 5.3.6 voor de veiligheidsanalyse van de kraanopstelplaatsen op het strand). Nadat de damwanden zijn getrokken zal ca 30.000 m³ nieuw zand op het strand achterblijven wat een tijdelijk positief effect heeft op de veiligheid van de waterkering, het totale zandvolume in de strandschil neemt immers toe. Voor de aanleg van plateaus wordt het zand met korrel diameter van minstens 330 μ m gebruikt wat aansluit bij de eisen in het BIP (PUMA, 2019c). Na voltooiing van de windturbines worden de damwanden verwijderd en wordt het zand met bulldozers als een dunne laag over het strand verspreid zodat er geen overlast ontstaat door het eolische transport richting de duinen en het achterliggend havengebied.

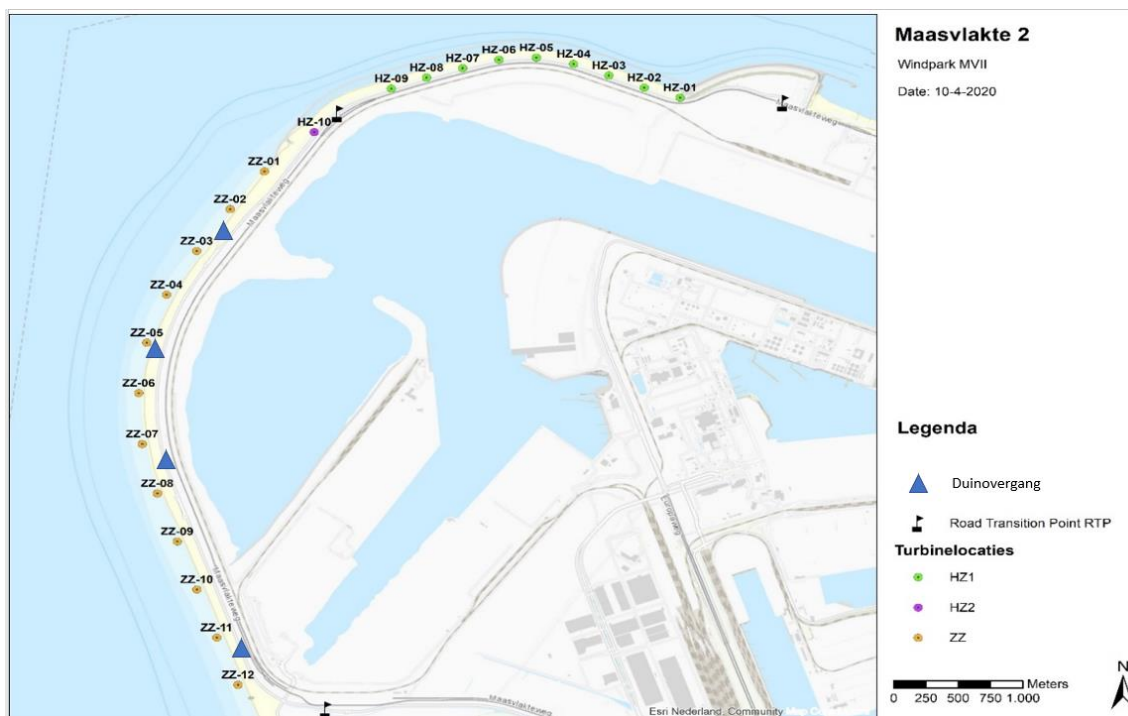


Figuur 27. Voorbeeld kraanopstelplaats.

Voor het vervoer over het strand tussen de duinovergangen en de turbinelocaties is een tijdelijke weg nodig op het strand. Deze bouwweg op het strand (parallel aan de duinen) zal in principe bestaan uit Stelconplaten omdat deze Niet Waterkerende Objecten potentieel geen negatief effect hebben op het faalmechanisme duinafslag (Deltares, 2015) zodat ze gedurende het stormseizoen kunnen blijven liggen. De bouwweg zal ongeveer vijf meter breed zijn, en op een aantal plaatsen wordt deze verbreed met een uitwijkstrook. Deze uitwijkstrook wordt gebruikt om te passeren maar ook om de beheerder en hulpdiensten doorgang te verlenen. Tijdens de bouwperiode worden de bouwplaatsen op de Zachte Zeewering afgezet met bouwhekken. Recreanten en de beheerder hebben nog steeds toegang tot het grootste deel van het strand. De Pr. Máximaweg blijft hier open voor bestemmingsverkeer en parkeerplaatsen 5 en 6 blijven toegankelijk voor recreanten. Circa 10 parkeervakken op P6 kunnen niet worden gebruikt, deze worden in de directe nabijheid gecompenseerd.

5.1.5 Duinovergangen

Transport naar de windturbinelocaties op de zachte zeewering zal plaatsvinden via 4 verschillende duinovergangen, waarvan twee bestaan (P5, voor voetgangers en P6, ook geschikt voor voertuigen) en twee nieuwe, zie Figuur 28. Dat betekent dat twee volledig nieuwe duinovergangen worden gerealiseerd en de bestaande duinovergangen bij P5 en P6 worden aangepast. De twee volledig nieuwe duinovergangen worden permanente duinovergangen maar niet opengesteld voor recreanten en derden (behalve hulpdiensten). P5 en P6 blijven na realisatie, wanneer de turbines operationeel zijn, wel toegankelijk voor recreanten.



Figuur 28. Locaties van de 4 duinovergangen. P6 ligt tussen ZZ-02 en ZZ-03. P5 ligt bij ZZ-08.

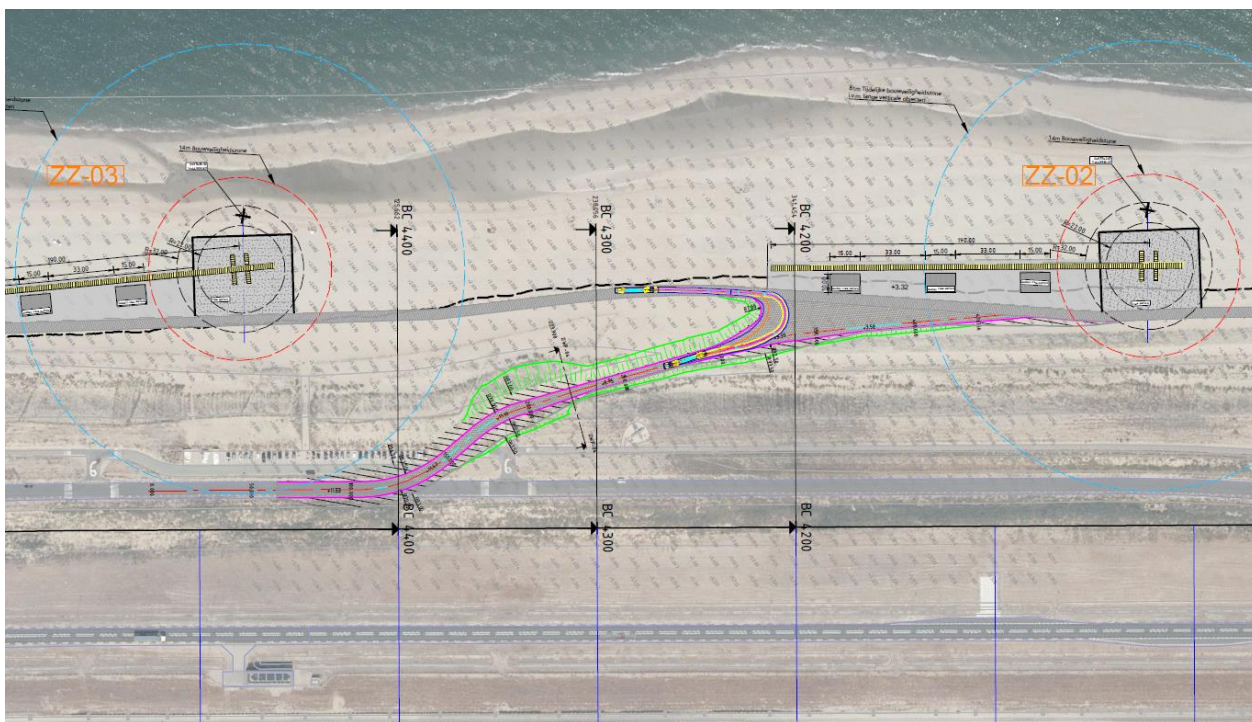
In Figuur 30 is de duinovergang tussen ZZ-02 en ZZ-03 getoond als voorbeeld. Tekeningen van alle duinovergangen zijn te vinden in BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0004-WP MV2 Situatie tekening.

De duinovergangen maken gebruik van:

- Een hellingspercentage van 4% (dit mag maximaal 8% zijn)
- Een rijbaanbreedte 5,0 meter
- Top en voetbogen met een straal van 700 meter

De doorrijdbreedte en bogen van de duinovergangen zijn toegespitst op de voertuigen van het exceptioneel transport. Hiermee zijn ze automatisch ook breed genoeg voor hulpdienstvoertuigen.

Na voltooiing van de bouwwerkzaamheden zullen de duinovergangen worden gebruikt voor toegang van hulpdiensten en voor (groot) onderhoud. Omdat het groot onderhoud nauwelijks te plannen is, vraagt Eneco een vergunning aan om gedurende de concessieperiode de volledige breedte van de strandovergang (5m) te mogen gebruiken. In de praktijk zal een kleinere breedte worden onderhouden en zal de overgang tijdelijk worden verbreed wanneer dat nodig is voor groot onderhoud. Het onderhoud van de duinovergangen wordt door Eneco beheerd, daarvoor worden afspraken met een aannemer gemaakt.



Figuur 29. Voorbeeld van de duinovergang tussen ZZ-02 en ZZ-03.

5.2 Achterliggende rapporten en tekeningen

Tabel 9 geeft een overzicht van de achterliggende rapporten en tekeningen, en de losse bijlagen behorende bij de rapporten.

Tabel 9. Achterliggende rapporten en tekeningen

Documentnaam	Type	
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-S-0001-WP MV2 Monopile concept design report	Rapport	
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0004-WP MV2 Monopile concept design drawing	Tekening	
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-G-0006-WP MV2 Rapportage VO ZZ kraanopstelplaatsen	Rapport	
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0002-WP MV2 Tekening kraanopstelplaatsen per locatie ZZ	Tekening	
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0004-WP MV2 Situatie tekening	Tekening	
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeewering	Rapport	
BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-D-0001-WP MV2 Tracé tekeningen parkbekabeling	Tekening	
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0007-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ	Rapport	
<i>Bijlagen:</i>		
Deltares. (2020a). Ontgroning rondom windturbines van windpark Maasvlakte 2, 11205329-000-HYE-0003, mei 2020.		
Svasek Hydraulics. (2020a). <i>Morfologische effecten van windturbines op MV2 configuratie Eneco April 2020, 2034/U20125/C/LSpa.</i>		
Svasek Hydraulics. (2020b). <i>Memo: minimum bodem na afslag 1:10000 storm. Referentie 2034/U20140/B/BvL.</i>		
Svasek Hydraulics. (2020c). <i>Memo: Morfologische effecten erosiebescherming rond windturbines in XBeach simulaties MV2, 2034/U20177/LSpa, juni 2020.</i>		
Svasek Hydraulics. (2020d). <i>Memo: Morfologische effecten van windturbines en bouwplatformen op MV2 configuratie Eneco april 2020.</i>		
Arcadis. (2020). <i>Memo: Beschouwing omtrent standzekerheid en suppletie ten behoeve van windmolens in de Zachte Zeewering van Maasvlakte 2, C06041.000040me01, juli 2020.</i>		
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ	Rapport	
BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-E-0001-WP MV2 VO parkbekabeling	Notitie	
BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-L-0001-WP MV2 BLVC-plan	Rapport	

5.3 Samenvatting en conclusies

Voor de zachte zeewering is door RHDHV samen met Deltares en Svasek gekeken naar de impact van de windturbines, kabels, erosiebescherming, kraanopstelplaatsen en duinovergangen op het strand en de duinen en naar de effecten van de kustdynamiek op de windturbines.

De volledige studie is beschreven in BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0007-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ. De beoordeling van de bovengrondse en ondergrondse effecten is te vinden in BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003 WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ. Hieronder volgt een korte samenvatting uit beide rapporten.

5.3.1 Huidige dynamiek van de kust

De Tweede Maasvlakte (MV-2) is in 2013 aangelegd als grote zeewaartse uitbouw van de Rotterdamse haven. Het is over het algemeen een erosief systeem, wat inhoudt dat de kustlijn¹ geleidelijk landinwaarts verplaatst. Om dat tegen te gaan, wordt het systeem onderhouden door suppleties. In de laatste jaren zijn suppleties uitgevoerd in 2014, 2016 en 2018 (Svasek Hydraulics, 2019b) (PUMA, 2018). Daarnaast zal er in 2020 en vermoedelijk in 2022 een suppletie worden uitgevoerd. De mogelijke gelijktijdige uitvoering van de suppletie in 2022 en de bouw van het windpark worden door Eneco en RWS besproken.

In de periode 2013 – 2016 is in totaal 0,74 miljoen m³ geërodeerd van de strandoever, veel meer dan van de vooroever of het kustfundament. Erosie van de strandoever vindt vooral plaats bij de overgang tussen de harde en de zachte zeewering (circa 300 m³/m gemiddeld over de periode 2013-2016), rond de bocht (circa 300 m³/m gemiddeld over deze periode) en bij het recreatiestrand (circa 100 m³/m gemiddeld over deze periode).

Door deze erosie verschuift de waterlijn landinwaarts. De grootste verschuiving vindt plaats in de bocht met circa 130 m sinds 2013. Ook daalt de bodem daar met ruim 3 m. Ook binnen een jaar zijn grote variaties te zien: zo verschilt de ligging van de kustlijn bij 0 m NAP in de bocht binnen een jaar met ongeveer 100 m. Op de locaties van de windturbines daalt de bodem ook. Bij enkelen is dit een gestage daling, bij anderen zien we een schommeling van afwisselende erosie en sedimentatie.

Er is geen eenduidige trend te ontdekken in de bodemligging over de jaren. Dit komt waarschijnlijk door de suppleties die eens in de twee jaar worden uitgevoerd. Hierdoor wordt het volume binnen een bepaalde kustschil op een bepaald niveau terug gebracht. Deze suppleties zijn echter gericht op het handhaven van een bepaald volume, niet op van een bepaalde bodemligging.

Een uitzondering hierop is de overgangszone tussen de harde en de zachte zeewering. In 2016 is in totaal 0,8 miljoen m³ gesuppleerd op de strandoever om de grote erosie in deze zone te compenseren. Een eenduidige relatie tussen de bodemligging ter plaatse van de windturbines en de suppleties is daardoor niet te vinden. Het is namelijk zeer afhankelijk van waar het zand in het profiel en in de kustlangs locatie wordt neergelegd. Er kan dus niet vanuit gegaan worden dat het bodemniveau ter hoogte van de windturbines in stand gehouden zal worden door de tweejaarlijkse suppleties. Omdat het huidige onderhoudsbeleid niet gericht is op het in stand houden van het strand kan de bodem bij de windturbines nog verder dalen.

Kort samengevat kan uit de systeemanalyse het volgende geconcludeerd worden:

- Ter hoogte van de meeste windturbines trekt de kustlijn zich terug, het sterkst rondom de bocht (circa 130 m sinds de aanleg in 2013);
- Ter hoogte van de meeste windturbines daalt de bodem, ook dit effect is het sterkst in de bocht (circa 3 m bodemdaling sinds 2013). Bij drie windturbines vindt lichte aanzanding plaats;
- Gebaseerd op de 2019 bodem liggen twee van de windturbines onder of rondom de laagwater lijn. Vier windturbines liggen boven de hoogwater lijn. Zes windturbines liggen in de intergetijdzone. Het is belangrijk te realiseren dat tussen 2019 en 2020 opnieuw een grote variatie in bodemligging heeft kunnen optreden;
- Rond de transitie tussen de harde en zachte zeewering en rond de bocht is ook binnen een jaar flinke dynamiek te zien. Naar verwachting geldt dit langs de gehele kust van MV-2;
- De vooroever suppleties van 2014 en 2016 zijn lang niet bij alle windturbines terug te zien in een stijging van de bodemligging. De verwachting is dat dat ook in de toekomst niet het geval zal zijn,

¹ Positie kustlijn in getijdgebieden is niet eenduidig gedefinieerd, deze varieert tussen laag water en hoog water. Positie waterlijn bij 0m NAP is een redelijke benadering van de getijgemiddelde ligging van de kustlijn

aangezien de suppleties gericht zijn op het garanderen van een bepaald volume in een schil en niet op daadwerkelijke bodemligging. De verwachting is dus dat bij sommige windturbines de bodem nog verder zal dalen.

5.3.2 Minimale strandligging

Voor de stabiliteit van de windturbine en de ingraafdiepte van kabels en leidingen is het belangrijk inzicht te hebben in de minimale bodemligging ter plaatse van de windturbines. Een inschatting van deze minimale bodemligging is op twee manieren gemaakt:

1. Op basis van maximaal erodeerbaar volume volgens het BIP (PUMA, 2019c). Dit geeft de minimale bodemligging tijdens normale condities en onderhoud volgens het BIP;
2. De minimumbodem gedurende stormcondities:
 - a. De minimumbodem gedurende een maatgevende storm (1/10.000 jaar). Deze is afgeleid door (Svasek Hydraulics, 2020b).
 - b. De minimumbodem gedurende vaker voorkomende stormen (1/10 en 1/100 jaar), afgeleid door (Deltares, 2020a)

De laagste waarde van de op twee manieren bepaalde minimum bodemligging wordt genomen als de meest conservatieve schatting. De bepaling van de maatgevende minimum bodemligging is te zien in Tabel 10. De maatgevende waarde (methode 1, methode 2a of methode 2b is geel gearceerd). Voor ZZ-01 tot ZZ-05, ZZ-09 en ZZ-11 is methode 2 maatgevend, voor ZZ-06 tot ZZ-08, ZZ-10 en ZZ-12 is methode 1 maatgevend. De maatgevende minimum bodemligging ligt tussen -0.9 m NAP en -2.8 m NAP. Op de resultaten van methode 2a is een onzekerheidstoeslag van 1m gehanteerd.

Tabel 10. Minimum bodemligging bepaald volgens methode 1, minimum bodemligging bepaald volgens methode 2a (inclusief onzekerheidstoeslag van 1 m), methode 2b en de gecombineerde minimum bodemligging.

Windturbine	Methode 1	Methode 2					Zmin,tot [m NAP]
	Zmin [m NAP]	Zmin,2019 1/10 jaar [m NAP]	Zmin,2019 1/100 jaar [m NAP]	Zmin,ontw 1/10 jaar [m NAP]	Zmin,ontw 1/100 jaar [m NAP]	Zmin,ontw 1/10000 jaar [m NAP]	
ZZ-01	-	0.0	-0.2	-1.1	-2.4	-2.3	-2.4
ZZ-02	0.3	1.3	1.5	0.2	0.0	-1.1	-1.1
ZZ-03	-0.7	0.4	0.3	0.5	0.5	-0.9	-0.9
ZZ-04	-1.1	-0.3	-0.8	-0.6	-0.8	-1.3	-1.3
ZZ-05	-0.8	-0.8	-1.0	-1.2	-2.0	-1.4	-2.0
ZZ-06	-2.8	0.0	-0.7	-1.3	-2.2	-1.5	-2.8
ZZ-07	-1.5	0.7	-0.1	-1.3	-2.0	-1.4	-2.0
ZZ-08	-1.2	1.1	0.5	-1.1	-1.7	-1.1	-1.7
ZZ-09	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-1.2	-1.3	-1.3
ZZ-10	-2.1	0.1	0.6	-0.5	-0.7	-1.4	-2.1
ZZ-11	-1.5	-0.2	-0.2	-0.6	-0.8	-1.6	-1.6
ZZ-12	-1.5	0.0	0.1	0.1	0.0	-1	-1.5

5.3.3 Effecten van de windmolens op de veiligheid zachte zeewering

5.3.3.1 Morfologische effecten

Door het aanbrengen van de windturbines worden harde objecten, relatief klein in omvang², geïntroduceerd op de zachte zeewering van MV-2. Deze harde objecten kunnen een effect hebben op de morfologie, en dus de veiligheid, van de zachte zeewering.

² De windturbines met een diameter van 5 m zijn relatief klein ten opzichte van de golflengte van ruim 100 m

Uit een kwalitatieve beschouwing (Sectie 3.1 in het Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ) volgt dat harde elementen op het strand niet leiden tot grootschalige morfologische effecten. Wel kunnen lokale effecten optreden, zoals ontgrondingskuilen of tombolo vorming.

De veiligheid van de zachte zeevering wordt gegarandeerd in het Beheer en Instandhouding Plan (PUMA, 2019c) door de aanwezigheid van een minimum volume van zand in het profiel. Mogelijk kunnen de windturbines op het strand van MV-2 de golfaanval op de duinen beïnvloeden waardoor meer zand afslaat, met het risico van duindoorkraak bij een ontwerpstorm. Het gegarandeerde minimum zandvolume kan dan ontoereikend worden. Om dit risico te onderzoeken zijn afslagberekeningen uitgevoerd door Svasek Hydraulics met het 2D model Xbeach (Svasek, 2020a).

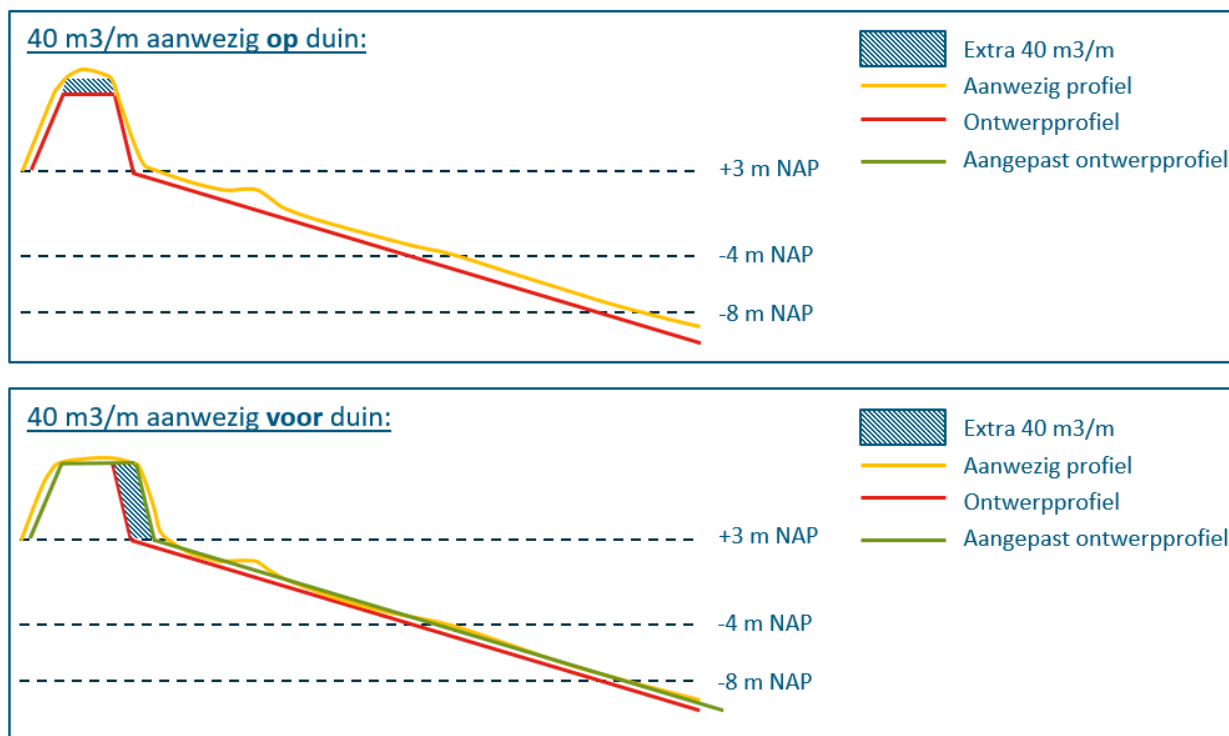
De berekeningen laten zien:

- een toename van de duinafslag van maximaal 12 m³/m tussen de windturbines ZZ-02 en ZZ-03 en tussen ZZ-03 en ZZ-04 (afstand van ca 900m);
- een grotere toename van de duinafslag ten zuiden van de windturbine ZZ-12 van ca. 20 m³/m over een afstand van 1 km.

(Svasek Hydraulics, 2020a) adviseert om het eerder afgegeven advies (Svasek Hydraulics, 2019b) aan te houden. Dit advies houdt in dat er uitgegaan dient te worden van 40 m³/m extra toeslag boven rekenpeil, waarbij het berekende maximum effect van 19,9 m³/m wordt verdubbeld om voor modelonzekerheid te compenseren. In eerste instantie werd in 2019 door Svasek onderscheid in locatie gemaakt, maar uiteindelijk is in overleg met Rijkswaterstaat het advies gegeven de toeslag over de gehele zachte wering toe te passen. Dit kan worden gegarandeerd door het bestaande ontwerpprofiel naar voren te schuiven, of het te onderhouden profiel aan te passen aan het profiel zoals dat over de afgelopen jaren is ontstaan, bijvoorbeeld door het zand bovenop het duin te garanderen.

In sectie 3.3 van het Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ wordt nagegaan of er in de 2019 metingen (PUMA, 2019a) voldoende volume in de afzonderlijke schillen aanwezig is als wordt uitgegaan van de toeslag van 40 m³/m op het duin. Hierin zijn twee scenario's onderscheiden conform aanbeveling van Rijkswaterstaat (Memo "Reactie RWS WNZ afdeling Vergunningverlening op PvA waterveiligheidsstudies Windpark Maasvlakte II" van 16 april 2020):

1. Toeslag van 40 m³/m is aanwezig op het duin (zie Figuur 30 boven): het ontwerpvolume in de duinschil neemt toe met 40 m³/m, de ontwerpvolume's in de overige schillen blijven gelijk;
2. Toeslag van 40 m³/m is aanwezig voor het duinprofiel (zie Figuur 30 onder): in dit geval verschuift het ontwerpprofiel zeewaarts. Het ontwerpvolume in de duinschil neemt toe met 40 m³/m, maar ook de ontwerpvolume's in de strand- en vooroeverschil veranderen als gevolg van de verschuiving van het ontwerpprofiel.



Figuur 30. Schematisatie van de twee scenario's voor het toepassen van de toeslag in het duin.

Bij alle raaien is het overschot in de duinschil volgens de 2019 keuring groter dan $40 \text{ m}^3/\text{m}$. Op basis van beschikbare data (figuren in (PUMA, 2019a)) is niet exact vast te stellen in welke raaien het benodigde overschot van $40 \text{ m}^3/\text{m}$ op of voor het duin aanwezig is, duidelijk is echter dat niet bij alle raaien het volume van $40 \text{ m}^3/\text{m}$ op het duin gegarandeerd kan worden.

Daarom is ook gecontroleerd of er voldoende volume aanwezig is in het geval van scenario 2. Daarvoor zijn de nieuwe ontwerpvolumes van de strand- en vooroevershil als volgt bepaald:

- De verschuiving van het profiel is bepaald door het extra ontwerpvolume in het duin ($40 \text{ m}^3/\text{m}$) te delen door de minimale hoogte van het ontwerpduinprofiel langs MV-2. Dit is gelijk aan 7 m en treedt op bij raai BC7000 tot raai BC10590. De zeewaartse verschuiving van het profiel is hiermee gelijk aan 5,7 m;
- Aangenomen wordt dat het ontwerpprofiel van de strand- en vooroevershil met dezelfde afstand verschuift. Dit houdt in dat het ontwerpvolume van de strandschil toe moet nemen met $40 \text{ m}^3/\text{m}$ (5,7 m maal 7 m, de hoogte van de strandschil) en het volume van de vooroevershil met $23 \text{ m}^3/\text{m}$ (5,7 maal 4, de hoogte van de vooroevershil).

Bij een aantal raaien treedt een tekort op de strandschil op (raai BC4800, BC5000, BC9600, BC9800 en BC10000). Echter, het overschot in het duin op die locaties is voldoende groot om voor deze tekorten te compenseren.

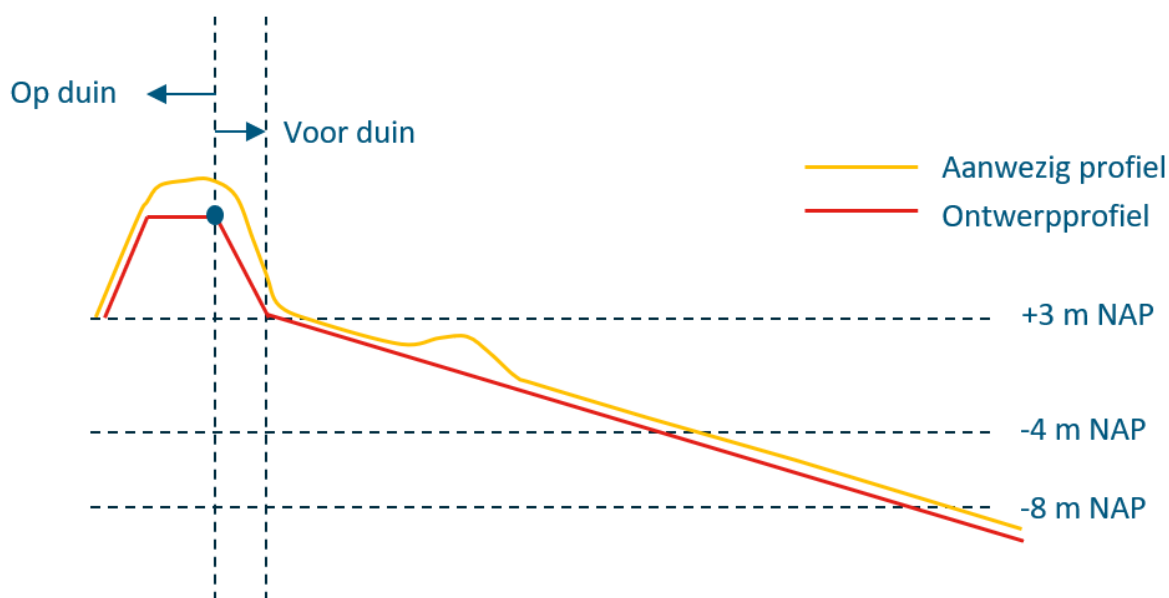
Concluderend: er is voldoende volume in de verschillende schillen aanwezig om het extra ontwerpvolume in het duin van $40 \text{ m}^3/\text{m}$ op te vangen. Dit geldt ook als dit extra volume niet op het duin aanwezig is, maar ervoor, waardoor de ontwerpprofielen en daardoor de ontwerpvolumes van de strand- en vooroevershil naar voren komen.

Deze berekening heeft een beperkte nauwkeurigheid en dient bij voorkeur te worden gecontroleerd met de rekentools van PUMA. Tevens wordt opgemerkt dat in het huidige BIP geen onderscheid wordt gemaakt tussen volume op het duin en vóór de duin.

5.3.3.2 Voorstel aanpassing methodiek keuringen

Langs de gehele Zachte Zeewering dient het ontwerpvolume met 40 m³/m vergroot te worden. De huidige en nieuwe keuringsvolumes zijn te zien in Figuur 32. In de huidige keuringsmethodiek wordt enkel gekeken of het volume binnen de gehele duinschil voldoende is. Aan deze methodiek dienen de volgende stappen te worden toegevoegd:

1. Er moet worden bekeken of de benodigde extra 40 m³/m zich op het duinprofiel bevindt. Daarvoor moet dit volume zich bevinden aan de landzijde van het knikpunt in het ontwerpprofiel, zie Figuur 31. Wanneer dit het geval is, is de standzekerheid van de waterkering geborgd;
2. Wanneer dit niet het geval is, mag dit gecompenseerd worden met extra volume wat zich voor het duin bevindt. Wanneer hier (in de duinschil, maar zeewaarts van het knikpunt in het ontwerpprofiel) zich de extra 40 m³/m bevindt, is het volume in de duinschil groot genoeg. Echter, in dit geval verschuift het gehele ontwerpprofiel naar voren (zie ook Figuur 31) en moeten de ontwerpvolume's in de strandschil en vooroevershil ook vergroot worden.



Figuur 31. Schematisatie van de ligging van het knikpunt in het ontwerpprofiel.

Raai (BC)	Ontwerpvolume duinschil [m3/m]	
	Huidig	Nieuw
3495	612	652
3600	625	665
3800	567	607
4000	472	512
4200	430	470
4400	430	470
4600	441	481
4800	441	481
5000	441	481
5200	441	481
5400	441	481
5600	429	469
5800	429	469
6000	429	469
6200	409	449
6400	409	449
6600	423	463
6800	380	420
7000	339	379
7200	339	379
7400	339	379
7600	330	370
7800	330	370
8000	330	370
8200	304	344
8400	304	344
8600	218	258
8800	212	252
9000	207	247
9200	207	247
9400	207	247
9600	204	244
9800	204	244
10000	204	244
10200 250	208	248
10200 228	220	260
10200 205	208	248
10400	208	248
10590	208	248

Figuur 32. Huidige en nieuwe ontwerpolumes van de duinschil.

5.3.3.3 Bovengrondse effecten

RWS heeft gevraagd³ om een toelichting te geven op de faalkans van de windturbines op de zachte zeewering in relatie tot de ontwerpnorm van de zeewering (1/10.000 jaar condities). Aangetoond dient te worden dat de windturbines standzeker zijn onder deze maatgevende ontwerpomstandigheden, ofwel dat de kans dat een turbine (of een deel daarvan) bezwijkt kleiner is dan 1/10.000 per jaar.

³ Bespreking documenten voor aanvraag waterwetvergunning HZ en ZZ op 24 juni 2020, notulen BG8375-RHD-ZZ-XX-MI-Z-0005

Daarnaast wil RWS hebben aangetoond dat de kans verwaarloosbaar is dat de turbines tijdens het stormseizoen (½ jaar) 14 dagen op de wering liggen na falen EN dat er gelijktijdig een 1/10.000 jaar storm optreedt. RWS gaat er daarbij vanuit dat het opruimen binnen die 14 dagen het opruimen van de molendelen zelf én het herstellen van het duinprofiel betreft. Als de kans dat er dan een 1/10.000 storm optreedt voldoende klein is, dan is het effect (wat gebeurt er tijdens zo'n storm dat er nog delen op het strand liggen) niet meer relevant.

Standzekerheid windturbines tijdens maatgevende ontwerpcondities

De zachte zeewering is ontworpen in het kader van de Waterwet met een overschrijdingskansnorm van 1/10.000 die hoort bij een referentieperiode van 1 jaar. De fundering van de windturbines wordt ontworpen in het kader van het Bouwbesluit met een norm behorende bij betrouwbaarheidsklasse CC2 met een referentieperiode van 50 jaar. Het vergelijken van beide ontwerpen wordt hieronder gedaan door de referentieperioden aan elkaar gelijk te stellen en de bijbehorende faalkansen af te leiden.

Faalkans duin conform de Waterwet

Voor de zachte zeewering van de Tweede Maasvlakte geldt een veiligheidsnorm van 1/10.000 per jaar. Onder de veiligheidsnorm wordt verstaan de gemiddelde overschrijdingskans per jaar van de hoogste waterstand, die ter plaatse kan voorkomen.

Voor het duin van de zachte zeewering geldt dat deze norm van toepassing is op het faalmechanisme 'eroderen van het buitentalud en vooroever', ofwel 'afslag'. Overige faalmechanismen zijn van ondergeschikt belang.

Conform de Grondslagen voor Waterkeren⁴ en de Leidraad Duinen⁵ geldt voor duinen, dat deze zijn ontworpen op een faalkans die 10 maal kleiner is dan de overschrijdingskans van de maatgevende waterstand, of wel **10⁻⁵ per jaar**. Deze factor 10 representeert de veronderstelde marge tussen de overschrijdingskans van het ontwerppeil en de bezwijkkans: bij het bereiken van het ontwerppeil met een overschrijdingskans van 10⁻⁴ per jaar is er nog sprake van "volledige veiligheid" tegen bezwijken.

Faalkans monopaalfundering

De monopaalfundatie is ontworpen conform het Bouwbesluit met een betrouwbaarheid die hoort bij consequentieklaas CC2. De betrouwbaarheidsindex voor 1 jaar (β_1) is **4,7**. Bij een referentieperiode van 50 jaar is dat **3,8**, zie Tabel 11.

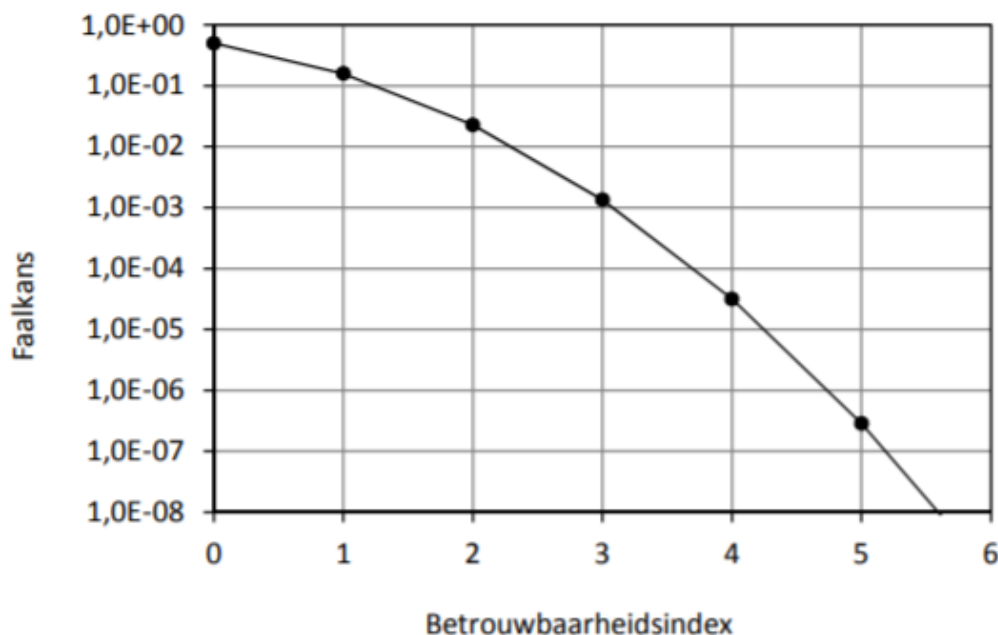
Tabel 11. Betrouwbaarheidsindex voor 1 of 50 jaar uit Tabel B2 van Eurocode EN 1990, Basis of Design

gevolgklasse	betrouwbaarheidsindex β	
	β T= 1 jaar	β T= 50 jaar
CC3	5.2	4.3
CC2	4.7	3.8
CC1	4.2	3.3

De kans op falen (P_f) is de kans dat de belasting (S) groter is dan de sterkte (R): $P_f (R < S)$. Deze betrouwbaarheidsindex is via de standaard normale verdeling (Φ) gekoppeld aan de faalkans door middel van de functie: $P_f = \Phi(-\beta)$. De relatie is grafisch weergegeven in Figuur 33.

⁴ Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW), Grondslagen voor waterkeren, Rijkswaterstaat, 1998.

⁵ Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW), Leidraad duinafslag, Rijkswaterstaat, 1984.



Figuur 33. Relatie tussen faalkans en betrouwbaarheidsindex.

Voor de referentieperiode van 1 jaar (gelijk aan het duinontwerp) is de faalkans gelijk aan $1,4 \times 10^{-6}$ per jaar. Dit is een factor 70 kleiner dan de kans op optreden van een maatgevende waterstand tijdens een 1/10.000 jaar storm en een factor 7 kleiner dan de bezwijkkans van het duin.

Kans van optreden maatgevende storm tijdens herstel zeekering na falen van de windturbine

In het RHDHV-rapport ten behoeve van de beoordeling van effecten op de waterveiligheid⁶ zijn de volgende faalfrequenties voor de windturbine aangegeven:

Tabel 12. faalscenario's en faalfrequenties voor de windturbine

Scenario	Verwachtingswaarde faalfrequentie [1/jaar]	95% betrouwbaarheidswaarde faalfrequentie [1/jaar]
Mastbreuk (inclusief gondel/rotor)	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Neerstorten van de gondel en/of de rotor	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Bladbreek bij nominaal toerental	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$8,4 \cdot 10^{-4}$
Bladbreek bij overtoeren	$<5,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$

Uitgegaan wordt van de 95%-waarden. Dit zijn veilige waarden: de kans dat de faalfrequentie lager is, is 95%.

De kans dat een windturbineonderdeel het duin raakt is gelijk aan 1. De raakfrequentie (is gelijk aan de faalfrequentie maal de trefkans) is dus gelijk aan de faalfrequentie.

⁶ Royal HaskoningDHV, Windpark Maasvlakte 2, Beoordeling invloed op waterveiligheid. BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-003, 18 juni 2020.

De kans op voorkomen van een 1/10.000 storm tijdens de reparatieperiode van 14 dagen in een stormseizoen (1/2 jaar) is gelijk aan:

$$P_{(\text{storm tijdens herstel})} = 10^{-4} \times 14/183 = 7,65 \cdot 10^{-6} \text{ per jaar}$$

De kans dat de turbines tijdens het stormseizoen (½ jaar) 14 dagen op de wering liggen na falen EN dat er gelijktijdig een 1/10.000 jaar storm optreedt is dan gelijk aan:

Tabel 13. Overzicht kans op falen windturbine en gelijktijdig voorkomen van een storm tijdens herstel

Scenario	Raakfrequentie [1/jaar]	P _(storm tijdens herstel) [1/jaar]	P _(falen ^ storm) [1/jaar]
Mastbreuk (inclusief gondel/rotor)	1,3 · 10 ⁻⁴	7,65 · 10 ⁻⁶	9,95 · 10⁻¹⁰
Neerstorten van de gondel en/of de rotor	4,0 · 10 ⁻⁵	7,65 · 10 ⁻⁶	3,06 · 10⁻¹⁰
Bladbreuk bij nominaal toerental	8,4 · 10 ⁻⁴	7,65 · 10 ⁻⁶	6,43 · 10⁻⁹
Bladbreuk bij overtoeren	5,0 · 10 ⁻⁶	7,65 · 10 ⁻⁶	3,83 · 10⁻¹¹

Voor alle faalscenario's geldt dat de kans op falen van de windturbine én gelijktijdig optreden van een maatgevende storm ruim (>factor 1500) kleiner is dan de bezwijkkans van het duin.

Door het falen van een windturbine of een onderdeel daarvan zal kratervorming kunnen ontstaan. De berekende kraterdieptes variëren per faalscenario en per windturbine en bedragen ca. 1 tot 1,5 m. Dit kan zowel plaatsvinden op het duin als op het strand. Het restprofiel zal niet noemenswaardig afwijken van het vóór de krater aanwezige profiel; er wordt geen zand verwijderd. Het betreft een lokale verandering. Wel kan de ontstane krater het erosieproces beïnvloeden (verstoring zanddynamiek). Herstel van de krater is gemakkelijk uitvoerbaar en dient binnen 14 dagen plaats te vinden door herbeplanting van helmgras op de duinen en het binnen enkele dagen aanvullen van de kraters met zand met een korreldiameter van 330 µm of meer. Het effect op erosie is daarmee gemitigeerd.

5.3.3.4 Ondergrondse effecten

De beoordeling van de ondergrondse effecten richt zich in het geval van de zachte zeewering op het volgende:

- Trillingen door heien of trillen van funderingspalen of damwanden, met als gevolg grondversnellingen, wateroverspanning en gevolgen voor de aansluiting van de bekleding op de fundering;
- Belastingtoename door kranen, transporten of opslag van materialen;
- Afname van de sterkte door ontgravingen.
- Morfologische veranderingen bij het fundament in het water (door aanzanding of erosie) tijdens de exploitatiefase.

Voor de zachte zeewering zijn de effecten van het inbrengen van de monopalen geanalyseerd. Deze zijn acceptabel klein. De effecten van de tijdelijke werkzaamheden en ontgravingen zijn indirect van belang omdat deze plaatsvinden in het strand en niet in het duin. De beoordeling is te vinden in BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ.

De verwachte morfologische veranderingen zijn bestudeerd door Svasek en Deltares en samengevat in BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0007-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ.

Mastbreuk boven de grond zal optreden vòordat de monopaal fundering bezwijkt. Het maatgevend faalmechanisme is local buckling of geringe scheefstand. Het faalmechanisme van overall instabiliteit van de monopaal is niet maatgevend. De mast zal zelf eerder falen. Er is daarom geen effect te verwachten van het falen van het fundament in de zin dat het mogelijk is dat er een ondergronds gat achter ontstaat dat een bedreiging kan zijn voor de waterkerende functie.

De conclusie voor de betrouwbaarheid van de fundering van de windturbines is dat deze gelijk kan zijn aan wat vereist wordt bij onshore fundamente: CC2. De faalkans die bij deze categorie hoort is $1,4 \times 10^{-6}$ per jaar. Deze vereiste rekentechnische betrouwbaarheid is aanzienlijk groter dan de faalfrequentie van de mast, en zal deze daarom niet merkbaar vergroten. Ook is deze kans voldoende klein om te voldoen aan de meest eenvoudige toets van 1% kans van falen bij een stormconditie van 10^{-4} per jaar.

5.3.4 Effecten van erosiebescherming rondom monopalen

De mogelijke invloed van de harde erosie bescherming rondom de monopalen op de veiligheid van de waterkering is beoordeeld aan de hand van XBeach berekeningen van (Svasek Hydraulics, 2020c). In de berekeningen zijn de maximale erosiekuilen bij de ontwerp bodem opgenomen uit de analyse van (Deltares, 2020a), en vervolgens de erosiebescherming zoals in paragraaf 5.1.2 beschreven toegevoegd. De berekening laat zien dat de invloed van deze bescherming op de afslagvolumes nihil is. Daarmee is bevestigd dat deze erosiebescherming op geen enkele manier de veiligheid van de waterkering negatief zal beïnvloeden, deze erosiebescherming ligt immers op een zodanige diepte dat deze geen invloed heeft op het zandtransport langs en dwars op de kust.

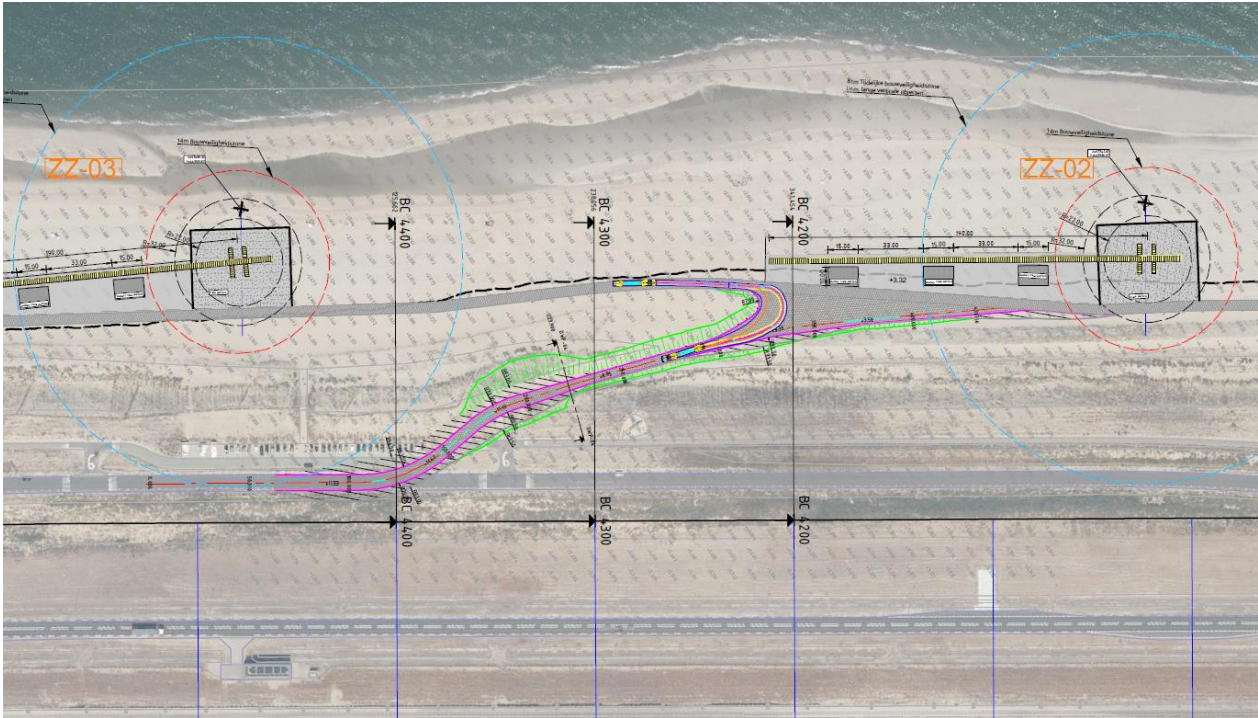
Het aanbrengen van erosiebescherming is ons inziens niet in strijd met de eis uit RWS memo 46.4 Watervergunning Zachte Zeewering Windpark MV2 d.d. 23 mei 2019: "Behoudens de windturbinefundaties mogen er geen andere permanente harde elementen zoals steenzettingen en verhardingen op het strand zijn". Deze eis beoogt het risico van ontgroning door de harde elementen op het strand (anders dat de windturbines zelf) uit te sluiten. De erosiebescherming wordt niet op het strand maar diep onder het afslagprofiel aangebracht. Met de berekeningen van (Svasek Hydraulics, 2020c) is aangetoond dat er geen negatieve effecten op morfologische processen en geen extra erosie zijn te verwachten indien deze erosiebescherming tijdens een storm ontbloeit komt te liggen. De aanwezigheid van de bescherming vermindert substantieel het zandverlies door lokale erosie (scour) rondom de windturbines.

5.3.5 Effecten van de duinovergangen op de veiligheid zachte zeewering

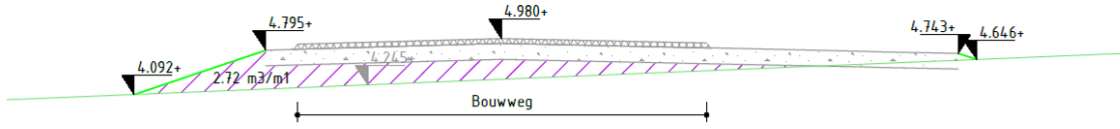
Voor transport van materiaal zullen nieuwe duinovergangen gerealiseerd worden en de bestaande duinovergangen bij P5 en P6 aangepast.

In Figuur 34 is de duinovergang tussen ZZ-02 en ZZ-03 getoond als voorbeeld. Bij de raaien BC-4200, BC-4300 en BC-4400 zijn dwarsdoorsnedes te zien in Figuur 35. Er wordt per duinovergang netto zand toegevoegd aan het duin. Dit is ook te zien in Figuur 35 voor de genoemde dwarsdoorsnedes: in de raaien BC-4200 en BC-4300 wordt zand toegevoegd ten opzichte van het huidige profiel (2019). Dit zand wordt aangevoerd van buiten het kustfundament en is van voldoende kwaliteit (D_{50} van minimum 330 μm).

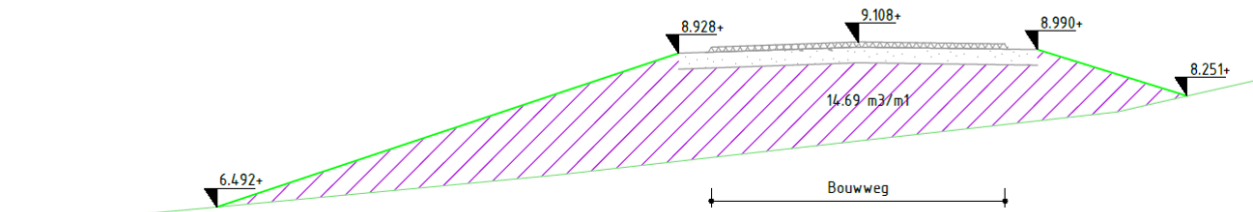
In het geval dat wel een stuk van het duin moet worden afgegraven voor de aanleg van de duinovergangen (zoals in BC-4400, zie Figuur 35), wordt het afgegraven zand aan de landzijde van de duinovergang in het duin geplaatst (zie Figuur 36). Zo veranderen het volume en de aanwezige buffers in het duin niet, en heeft deze ingreep geen negatief effect op de veiligheid en standzekerheid van de waterkering.



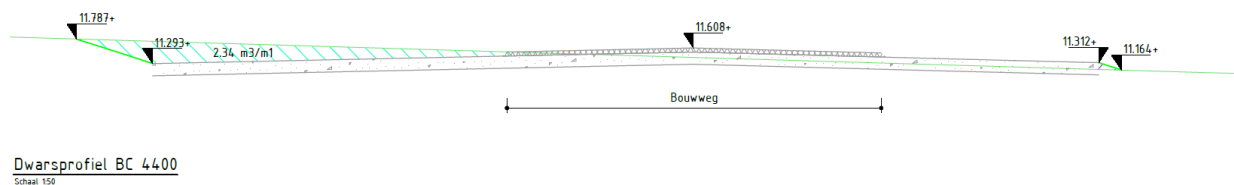
Figuur 34. Voorbeeld van de duinovergang tussen ZZ-02 en ZZ-03.



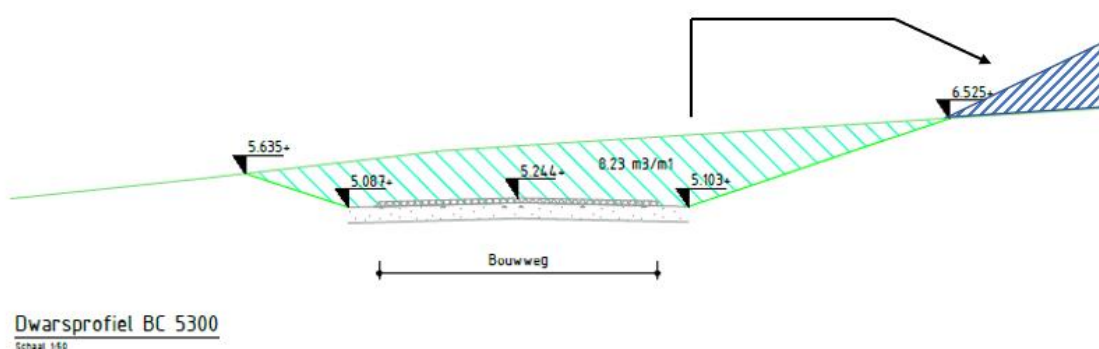
Dwarsprofiel BC 4200
Schaal 1:50



Dwarsprofiel BC 4300
Schaal 1:50



Figuur 35. Dwarsdoorsnedes op de raaien BC-4200, BC-4300 en BC-4400 van de duinovergang tussen ZZ-02 en ZZ-03. Volume wat wordt toegevoegd is paars gearceerd, volume wat wordt afgegraven is groen gearceerd.



Figuur 36. Illustratie van het verplaatsen van het afgegraven volume naar de landzijde van de duinovergang.

Door het netto toevoegen van zand nemen de aanwezige buffers bij alle strandovergangen toe. De maximale hoogte van het duin wordt niet substantieel verlaagd door de aanleg van de duinovergangen. De waterveiligheid is dus niet in het geding rond de duinovergangen.

5.3.6 Effecten van de kraanopstelplaatsen op de veiligheid zachte zeewering

Vergelijkbaar met de bepaling van de morfologische effecten van de windturbines (zie paragraaf 5.3.3) heeft (Svasek Hydraulics, 2020d) ook de morfologische effecten van de kraanopstelplaatsen bepaald met behulp van het numerieke model XBeach. Hiervoor zijn twee configuraties gebruikt:

- 1) De zuidelijke zes kraanopstelplaatsen (ter hoogte van ZZ-06 tot ZZ-12) zijn aanwezig, de windturbines niet. Dit correspondeert met de periode in het voorjaar van 2022;
- 2) Alle twaalf kraanopstelplaatsen en windturbines zijn aanwezig. Dit betreft een worst-case waarbij de werkzaamheden tegen de verwachting in flink uitlopen en de kraanopstelplaatsen niet zijn verwijderd (volgens de planning staan in de herfst slechts 4 van de 12 kraanopstelplaatsen op het strand).

De kraanopstelplaatsen zijn in het model opgenomen als niet-erodeerbare elementen met afmetingen van 40 bij 50 m en een hoogte van 3,3 m NAP. Er is in het model geen rekening gehouden met ca 2,500 m³ zand tussen de damwanden in elke kraanopstelplaats dat tijdens storm (deels) door de golven naar het achterliggende duin kan worden verplaatst.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor twee ontwerpstormen met een overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 per jaar. Dit zijn dezelfde stormen als gebruikt bij het bepalen van de effecten van de windturbines. Er is gerekend met de bodemligging gemeten in 2019.

De resultaten zijn samengevat in Tabel 14. De berekeningen laten zien:

- een toename van de duinafslag van maximaal 12,5 m³/m tussen de windturbines ZZ-02 en ZZ-03 en tussen ZZ-03 en ZZ-04 (afstand van ca 900m);
- een grotere toename van de duinafslag ten zuiden van de windturbine ZZ-12 van ca. 45 m³/m over een afstand van 1 km.

Dit maximale effect treedt op in de situatie met twaalf kraanopstelplaatsen, 12 windturbines en storm B en is geïllustreerd in Figuur 37. In deze figuur is de erosie/sedimentatie van de referentiesituatie (geen kraanopstelplaatsen of windturbines) gegeven (bovenste figuur), eenzelfde figuur maar met twaalf kraanopstelplaatsen en twaalf windturbines (midden boven), een verschilfiguur tussen de eindsituaties van beide scenario's (midden onder) en een afslagvolume plot (onderste). Deze laatste geeft per scenario het afslagvolume boven rekenpeil (in al deze gevallen 4,95 m+NAP), en het verschil daartussen. Een negatief verschil betekent dat er meer afslag is in de situatie met kraanopstelplaatsen en windturbines. Te zien is dat het effect van de platformen geconcentreerd achter deze platformen optreedt.

Tabel 14. Maximum extra afslag voor elk scenario, verdeeld in de gebieden tussen en ten zuiden van de turbines; bron: (Svasek Hydraulics, 2020d)

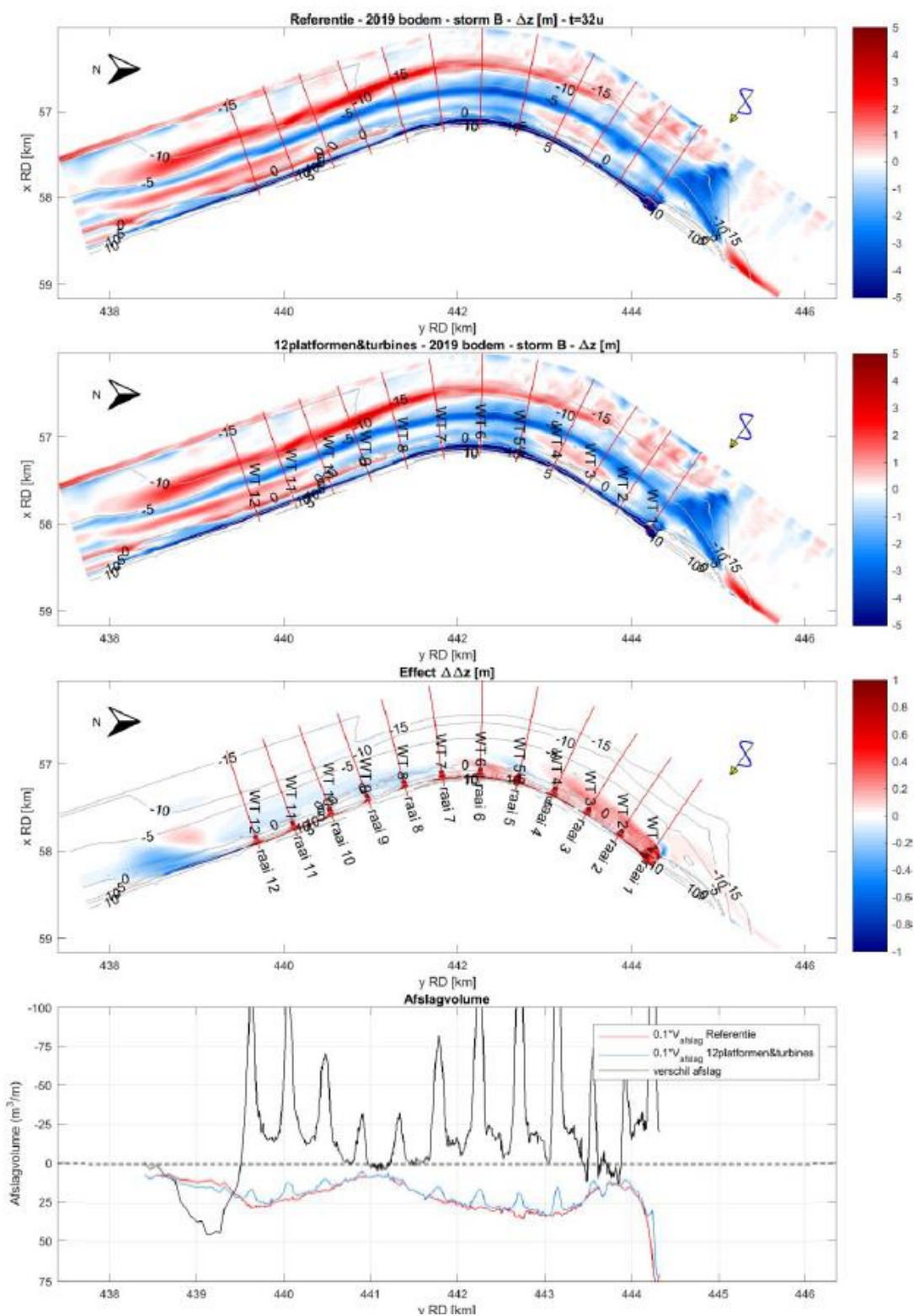
	Maximum extra afslag tussen turbines	Maximum extra afslag ten zuiden van turbines
2019 bodem 6 platformen	6,3 m ³ /m	31,5 m ³ /m
2019 bodem 12 platformen + 12 windturbines	12,5 m ³ /m	45,0 m ³ /m

(Svasek Hydraulics, 2020d) merkt op dat te simulatie tot op zekere hoogte conservatief is omdat er in het model geen zand uit de platformen (kraanopstelplaatsen) zelf kan eroderen, waardoor ter plaatse de blokkade van de duinen groot blijft en op andere locaties minder zand beschikbaar is voor de opbouw van de vooroever. In werkelijkheid zal in ieder geval een deel van het zand uit de platformen eroderen, dit zand kan de berekende duinafslag mogelijk reduceren. Echter de redenen dat voorgaande berekeningen zeer conservatief waren, vallen weg bij de voorliggende configuratie: overdimensioneren van de ingreep om numerieke redenen en het om een slanke paal heenlopen van korte golven. De huidige berekening is daardoor beduidend minder conservatief dan eerdere berekeningen.

Het maximale worst-case effect van de kraanopstelplaatsen van 45 m³/m is groter dan het maximale effect van 20 m³/m van de windturbines. Er vanuit gaande dat de planning wordt gehaald, is het maximale berekende effect kleiner: 31,5 m³/m (let wel: dit effect betreft het gezamenlijke effect van de windturbines en kraanopstelplaatsen). In het duin ligt op alle raaien ruim meer dan 45 m³/m aan reserve. Daarnaast komt deze worst-case situatie met twaalf kraanopstelplaatsen en twaalf windturbines maar kort voor tijdens één stormseizoen. De veiligheid van de waterkering (overschrijdingskans van belasting) bedraagt 10⁻⁴ per jaar. Dit betekent dat de cumulatieve kans dat deze belasting wordt overschreden gedurende de levensduur van de windturbines op de waterkering (25 jaar) 0,25% bedraagt. De tijdelijke situatie waarbij alle kraanopstelplaatsen en windturbines op de waterkering aanwezig zullen zijn gedurende het winterstorm seizoen zal minder dan 3 maanden duren. De cumulatieve kans dat de maatgevende storm in deze periode optreedt bedraagt 0,005%, dus 50 keer kleiner dan de cumulatieve kans voor de permanente situatie. Er is voldoende zand in het duin aanwezig om de extra afslag als gevolg van een maatgevende storm op te

kunnen vangen. In combinatie met de zeer kleine cumulatieve kans van optreden van deze storm in de 3 maanden wanneer de tijdelijke constructies op de waterkering aanwezig zijn, achten we bewezen dat dit geen situatie betreft waarbij de veiligheid van de waterkering in het geding is. De eventuele extra duinafslag ten gevolge van de aanwezigheid van kraanopstelplaatsen tijdens storm zal worden gecompenseerd door de extra 30.000 m³ zand, wat na het verwijderen van de damwanden vrij zal komen, op het strand achter te laten.

XBeach berekeningen (Figuur 37) laten zien dat de duinafslag alleen lokaal tussen enkele windturbines ontstaat. De toeslag van 40 m³/m die over de hele lengte van ZZ wordt toegepast heeft betrekking op de onzekerheid met betrekking tot de locatie van de afslag die afhankelijk is van de golfrichting. Het is echter zeer onwaarschijnlijk dat deze afslag zich over grote delen van ZZ uit zal strekken, en het door Eneco aan te brengen 30.000 m³ nieuwe zand is naar verwachting ruim voldoende om de extra duinafslag ten gevolge van de tijdelijke constructies te compenseren



Figuur 37. Voorbeeld resultaten van afslagberekening: Effect bij ontwerpstorm , op basis van 2019 bodem; erosie/sedimentatie in de referentiesituatie (bovenste figuur), erosie/sedimentatie met 12 kraanopstelplaatsen en 12 windturbines (midden boven), een verschilfiguur tussen de eindsituaties van beide scenario's (midden onder) en een afslagvolume plot (figuur onderaan).

5.3.7 Effecten van de windmolens op de veiligheid overgangszone

Met de overgangszone wordt het gebied aangeduid waar de HZ in de ZZ overgaat. Het toetsingsmechanisme in deze zone is anders dan bij de rest van de zachte zeewering: er wordt niet getoetst op aanwezig volume, maar op duinafslag. De eisen van Rijkswaterstaat met betrekking tot de windturbine in deze zone zijn als volgt geformuleerd (mail van RWS-GPO van 25.03.2020):

1. Het invloedsgebied van de windmolen mag niet samenvallen met het invloedsgebied van de overgangszone. Dat betekent dat het invloedsgebied volledig ten zuiden van raai BC-3700 gelegen moet zijn;
2. Indien het invloedsgebied wél samenvalt met het invloedsgebied van de overgangszone dient aangetoond te worden dat de effecten geen negatieve werking hebben op de volumes zoals genoemd in de keuringsmethodiek (puma-p-mon-mi06 en puma-p-mon-mi07);
3. Indien er wél negatieve effecten zijn dient een compensatiemaatregel te worden ontworpen tot het niveau van een uitvoeringsontwerp, inclusief een voorstel tot wijziging van de keuringsmethodiek.

De windmolen ZZ-01 ligt ten noorden van de raai BC-3700 (Figuur 38), daarmee valt het invloedsgebied van de windturbine binnen het invloedsgebied van de overgangszone. Windmolen ZZ-02 ligt 400m ten zuiden van raai BC-3700 dus ruim buiten de overgangszone. De overige 10 windmolens liggen nog zuidelijker. De effecten van windmolens ZZ-02 t/m ZZ-12 zijn besproken in paragraaf 5.3.3.



Figuur 38. De overgangszone, met ZZ-01.

Aan de noordkant van de overgangszone wordt het strand beschermd tegen golfaanval door een blokkendam. Ten zuiden van de blokkendam begint het onbeschermd strand en treedt stranderosie op. Golven uit de noordwestelijke richting breken op het strand en zorgen voor een zuidwaarts gericht langstransport van sediment. De zuidwaartse aanvoer van sediment langs de blokkendam is heel beperkt,

de stroming is sedimentarm terwijl lokaal voorbij het einde van de blokkendam een grote transportcapaciteit ontstaat. Het gebrek aan evenwicht tussen sedimentaanbod en transportcapaciteit leidt hier tot grote erosie. Ook bij de zuidwestelijke stormen ontstaat bij het einde van de blokkendam veel turbulentie door de brekende golven die het sediment naar de zee afvoeren. Het strand is hier vrij smal. Daardoor bestaat een risico van duindoorkraak. Deze zone wordt door RWS dan ook in stand gehouden middels suppleties.

De windturbine ZZ-01 ligt 120 m ten zuiden van het einde van de blokkendam, en ca 10 m vanaf de duinvoet. De bodemhoogte varieert tussen 1.3 m en 3 m boven NAP, dat wil zeggen dat de windturbine boven de hoogwaterlijn ligt. Dit betekent dat deze windturbine in normale condities op het droge strand staat en geen invloed heeft op het langtransport van sediment. Tijdens een storm kunnen golven deze windturbine wel bereiken. De windturbine is een slanke ronde buis (monopaal) met een diameter van ongeveer 5 m. De afstand vanaf de blokkendam is voldoende groot om deze windturbine buiten de bovengenoemde turbulentiezone te houden. Golven die de windturbine benaderen, voor zover nog niet gebroken op het voorland, zullen om de windturbine heen buigen waardoor erachter een zandruggetje (een salient of een tombolo) zich kan ontwikkelen. Hierdoor zal het strand ernaast iets lager komen te liggen. Dit gedrag is bekend van de harde constructies op het strand, zie paragraaf 5.3.3. De verhouding tussen de buisdiameter en de golflengte is in de orde 1/20 (paaldiameter van 5m en een golflengte van 100-150m), voldoende klein om geen significante invloed te hebben op het golfveld. De ontgrondingskuil die zich voor de windturbine kan ontwikkelen zal geen significante invloed hebben op de invallende golven, ook hier is de verhouding van de ontgrondingskuil diameter tot de golflengte te klein om effect op de golven te hebben. Op grond van deze conceptuele beschouwing lijkt het effect van de windturbine op erosie van het strand en duinen zeer beperkt.

De keuringsmethodiek van PUMA voor de overgangszone is gebaseerd op modellen DurosTA en Unibest-LT. Deze methodiek is niet geschikt om de effecten van relatief kleine obstakels zoals windturbines in beeld te brengen. Als een gelijkwaardig alternatief is daarom gekozen om afslagberekeningen met XBeach model uit te voeren, net als bij de effectbepaling van de overige windturbines op de zachte zeevering (zie paragraaf 5.3.3).

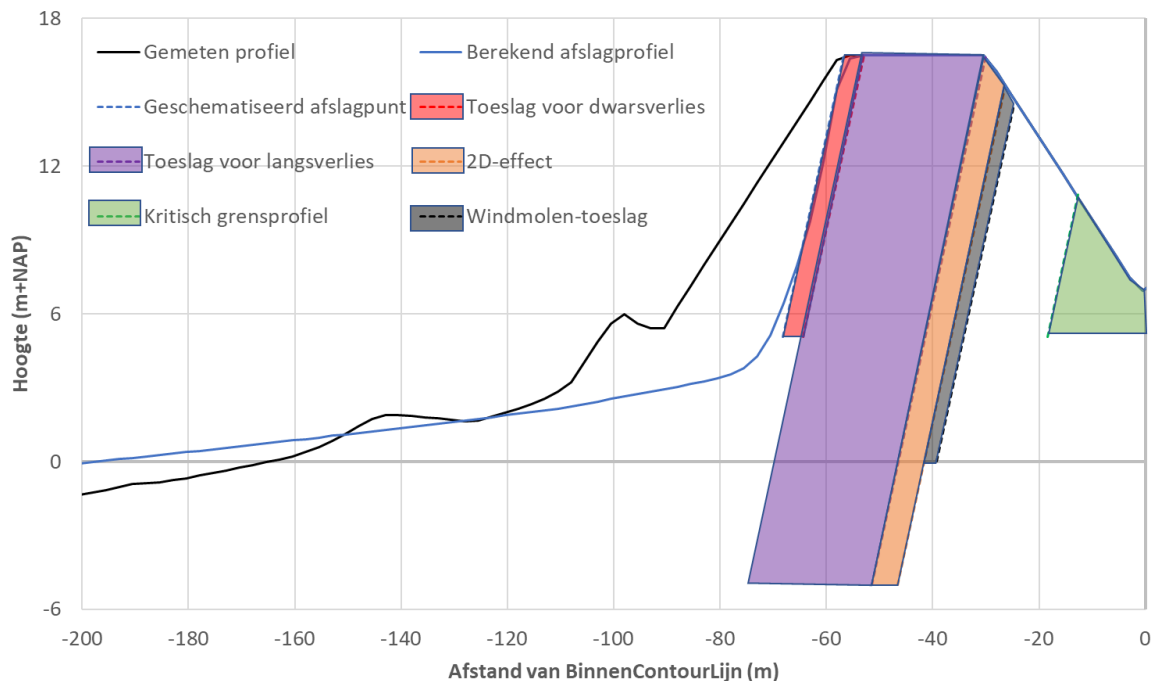
Het effect van de aanwezigheid van de windturbine ZZ-01 tijdens de ontwerp (1/10.000 per jaar) storm is berekend met XBeach door (Svasek Hydraulics, 2020a). De berekeningen laten voor deze locatie geen negatief effect van de windturbine zien.

Op grond van het vóór de tenderfase overeengekomen advies adviseert (Svasek Hydraulics, 2020a) ook voor deze zone om een toeslag van 40 m³/m op het ontwerpprofiel aan te brengen. We merken op dat er in de berekeningen van Svasek voor deze zone geen negatief effect van de windmolens is aangetoond, echter gelet op onzekerheden in de berekeningen (o.a. dat er met slechts twee stormen is gerekend) nemen we dit advies over. Rijkswaterstaat heeft laten weten deze toeslag van 40 m³/m als voldoende zekerheid voor het effect van de windturbines te beschouwen.

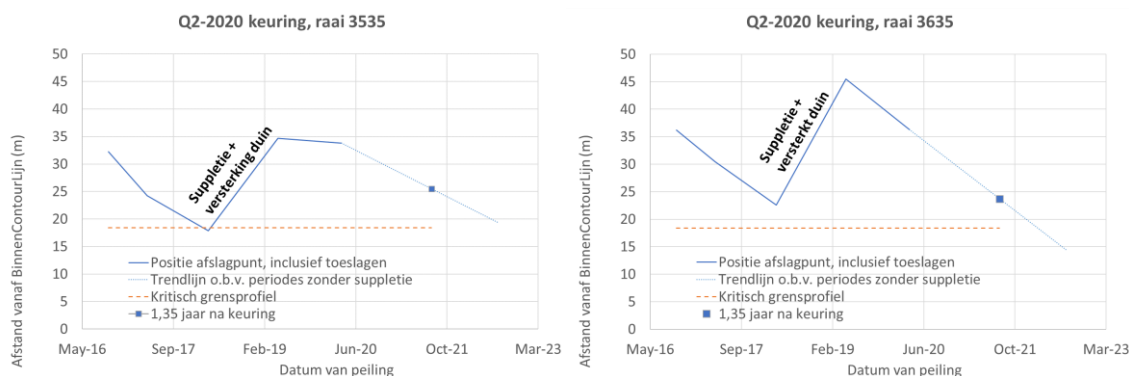
De standzekerheid van de waterkering in de situatie met de windturbines (effect van de windturbines verwerkt als een toeslag van 40 m³/m) is bepaald in (Arcadis, 2020) door middel van berekening met het model DurosTA conform de keuringsmethodiek beschreven in (PUMA, 2019d). De berekening is geïllustreerd in Figuur 39. Als gevolg van de nieuwe toeslag van 40 m³/m schuiven de afslagpunten ca. 3m zeewaarts op.

Uit de berekening blijkt dat het afslagpunt voor de keuringsraaien Kp3535 en Kp3635 na 1,35 jaar (blauw punt in Figuur 40) ook voor een situatie inclusief windmolens nog zeewaarts liggen van het kritieke grensprofiel. Dit houdt in dat er geen suppletie ingepland zou hoeven te worden om nog 1,35 jaar vooruit te komen.

Berekend afslagpunt DurosTA (Q2-2020)



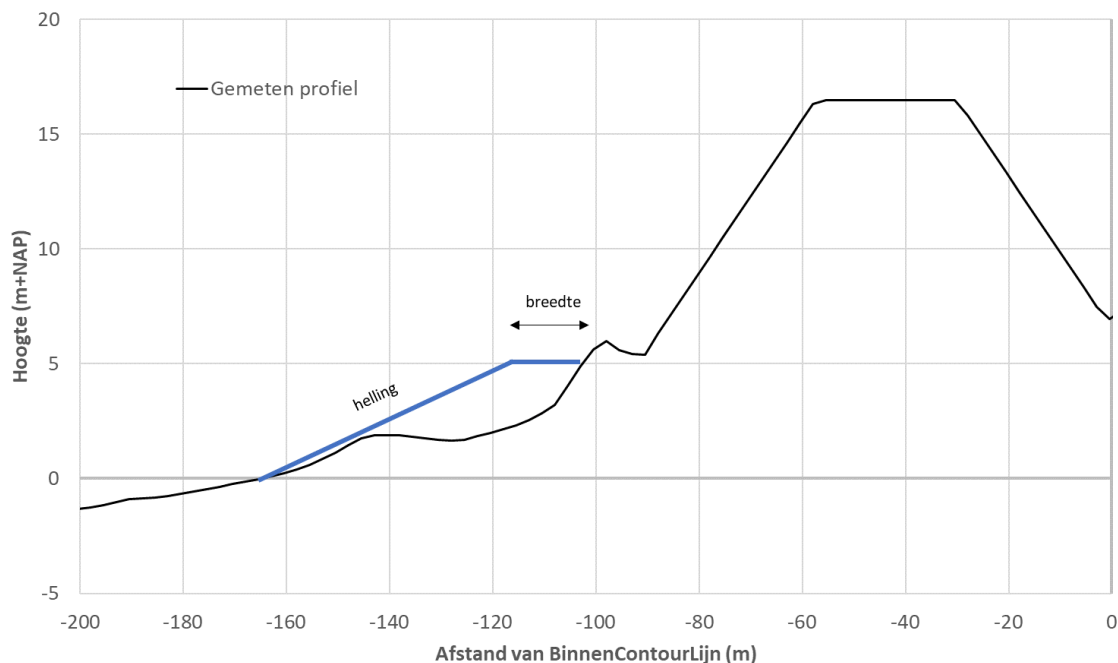
Figuur 39. Beschouwing standzekerheid voor profiel Kp3535, Q2-2020, inclusief toeslag t.b.v. windmolens



Figuur 40. Trendanalyse afslagpunt (inclusief toeslagen) voor raai Kp3535 (links) en Kp3635 (rechts), inclusief toeslag t.b.v. windmolens

Volgens het BIP (PUMA, 2019c) dient bij de suppleties een buffer te worden aangehouden waarmee tenminste 2,35 jaar standzekerheid wordt gegarandeerd. Uit de analyse van (Arcadis, 2020) blijkt dat er in 2020 - om deze buffer te garanderen - een extra suppletie van ca. 35 m³/m zonder windturbines nodig is. Wanneer er rekening wordt gehouden met het effect van de windturbines, neemt het suppletievolume toe met 65 m³/m. Gerekend over een afstand van 200 m betekent dit een extra suppletie van orde 65 m³/m x 200 m = 13.000 m³ zand om het effect van de windturbines te compenseren. Dit zand kan worden aangebracht in de vorm van een zandbanket, zie Figuur 41.

Schematische weergave suppletieprofiel



Figuur 41. Schematisatie van ontwerpsuppletie

Deze berekening toont aan dat met deze extra suppletie van 13.000 m³ de zeekering standzeker is voor het komende 2,35 jaar. Indien het effect van de windmolens later in de keuring wordt ingebracht (de bouw van het windpark is gepland in 2022) zal er een vergelijkbaar volume van extra zand aangevuld dienen te worden. In de volgende keuringen zal steeds rekening moeten worden gehouden met de extra 40 m³/m toeslag in de overgangzone.

Dit betreft een eenmalige suppletie van dit extra zandvolume. (Arcadis, 2020) stelt dat in de jaren erna wordt verwacht dat de 3 m zeewaarts verschoven kustlijn niet zal leiden tot een merkbare verhoging van de onderhoudsbehoefte (een verschuiving van 3 meter kan als nihil worden gezien ten opzichte van de dimensies van het grote systeem). Daarbij dient te worden opgemerkt dat deze 13.000 m³ zand in perspectief dient te worden gezien van de 30.000 m³ nieuw zand dat door Eneco naar MV-2 wordt gebracht ten behoeve van de bouwwerkzaamheden; dit zand zal immers op het strand achterblijven en dienen als aanvulling op het sedimentaire systeem,

(Arcadis, 2020) heeft onderzocht in hoeverre het extra 40 m³/m zand op een ander manier ingebracht zou kunnen worden. De conclusie is dat er binnen de huidige afspraken tussen Havenbedrijf Rotterdam en Rijkswaterstaat geen ruimte aanwezig is om dit zand in het duin aan te brengen. Het aanbrengen van een zandbanket op het strand is wel toegestaan.

5.3.7.1 Voorstel aanpassing methodiek keuringen

Voor de overgangzone wordt eveneens een toeslag van 40m³/m aangehouden om het effect van de windmolens te compenseren. In de keuringsmethodiek dient naast de reeds bestaande toeslagen een extra toeslag van 40 m³/m tussen NAP en kruin van het duin te worden opgenomen.

5.3.8 Effecten op beheer en onderhoud

Analyse van de effecten van de windturbines op de veiligheid tegen overstromen in hoofdstuk 5.3.3 laat zien dat de aanwezigheid van de windturbines een beperkt negatief effect op de veiligheid heeft. Om dit te mitigeren dient over de hele lengte van de Zachte Zeewering (inclusief de overgangszone) een toeslag van 40 m³/m aan het ontwerpprofiel in het Beheer en Instandhoudingsplan te worden toegevoegd. Hiermee wordt de standzekerheid van de waterkering geborgd. Dit leidt niet tot de noodzaak van een aanvullende suppletie, er ligt immers voldoende zand in de duinen over de hele lengte van de Zachte Zeewering. Bovendien wordt ruim 30.000 m³ zand aan de zeewering toegevoegd; dit is het zand dat vrij komt van de kraanopstelplaatsen en taluds van de duinoversteken.

(Svasek Hydraulics, 2019b) geeft aan dat achter de windturbines salient-achtige patronen kunnen ontstaan. Hierdoor zal de plaatsing van de windturbines zorgen voor een netto reductie van de suppletiebehoefte, maar ontstaan er lokaal tussen de turbines ook plekken waar de erosie beperkt toeneemt. Hierdoor zou mogelijk een hogere suppletiebehoefte in de eerste jaren na aanleg kunnen ontstaan. Om deze verandering te onderhouden is in de eerste jaren na aanleg zou 200.000 m³ extra suppletie nodig zijn. (Svasek Hydraulics, 2019b) stelt vervolgens dat het onwaarschijnlijk is dat de voorspelde veranderingen in de suppletiebehoefte daadwerkelijk merkbaar of meetbaar zullen zijn. (Svasek Hydraulics, 2020a) neemt deze conclusies over, echter met een nuancering dat door een kleinere omtrek en een lagere positie van windturbines in het strandprofiel deze effecten kleiner zullen zijn. Op grond hiervan achten we deze aanvullende strandsuppletie niet nodig, mede gezien de conclusie dat deze erosie niet meetbaar zal zijn.

De aanwezigheid van de windturbines op het strand zal nauwelijks tot geen effect hebben op de suppletiestrategie en voor de uitvoering van het onderhoud (zandsuppleties), mits er rekening mee wordt gehouden bij de planning van plaatsing van de spuitmonden en persleidingen. We gaan ervan uit dat de aanwezige erosiekuilen boven water tijdens de suppletiewerkzaamheden worden opgevuld. In het ontwerp van de monopalen wordt rekening gehouden met de (reële) kans van een aanrijding door een bulldozer.

5.3.9 Beheer en Onderhoud door Eneco

5.3.9.1 Dagelijkse inspectie

De beheerder van de het windpark zal ervoor zorgdragen dat de strandsituatie in de directe nabijheid van de windturbines dagelijks geïnspecteerd wordt. Indien hij grote ontgrondingskuilen constateert die zich potentieel tot gevaarlijke situaties zouden kunnen ontwikkelen zal hij opdracht geven aan de gecontracteerde aannemer om die uiterlijk binnen 14 dagen op te vullen met het zand van het naast liggende strand. Er wordt een dunne zandlaag geschraapt om geen nieuwe kuilen te maken. Er wordt geen nieuw zand aangebracht, het geërodeerde zand uit de ontgrondingskuilen blijft in het systeem (op het strand of op de vooroever).

5.3.9.2 Inspectie eind stormseizoen

Aan het einde van het stormseizoen zal ieder jaar een inspectie van de strandligging bij de windturbines worden uitgevoerd. We stellen voor om deze inspectie gezamenlijk uit te laten voeren door de beheerders van Eneco en Rijkswaterstaat. Tijdens deze inspectie wordt bepaald welke ontgrondingskuilen opgevuld dienen te worden. Het opvullen wordt gedaan door de door Eneco gecontracteerde aannemer die deze werkzaamheden binnen 14 dagen uit gaat voeren op de wijze zoals beschreven in de vorige paragraaf. Eneco zal de procesafspraken met Rijkswaterstaat maken en deze vastleggen in het later op te stellen site beheer plan.

5.3.9.3 Strandsuppleties

De onderhoudssuppleties van MV-2 worden uitgevoerd tot een nader te bepalen straal vanaf de windturbine. Eneco is contractueel verantwoordelijk voor het strandonderhoud direct naast de windturbine. Door het loskoppelen van het onderhoud naast de windturbines van het reguliere strandonderhoud zouden naast de windturbines verschillen in de bodemhoogte ten opzichte van het naastliggende strand kunnen ontstaan, wat onwenselijk is en mogelijk tot gevaarlijke situaties kan leiden. We stellen voor dat Eneco afspraken maakt met dezelfde aannemer die de reguliere suppleties uitvoert om zijn werkzaamheden voort te zetten tot aan de windturbines. De hieruit voortvloeiende extra kosten worden door Eneco gedragen.

5.3.9.4 Onderhoud duinovergangen

De 5 m brede duinovergangen worden door Eneco aangelegd ten behoeve van de bouwwerkzaamheden. Deze duinovergangen worden vervolgens in stand gehouden als toegangswegen voor de hulpdiensten en voor klein onderhoud aan de windturbines. De volledige breedte van 5 m is dan niet nodig en kan worden teruggebracht tot de breedte van een stelcon plaat (2,5 m). Voor het groot onderhoud van windturbines zal weer de volledige wegbreedte nodig zijn. Aangezien het moment van dit onderhoud nauwelijks ruim van tevoren te plannen is, zal de verbreding worden aangebracht wanneer dat nodig is. Daarbij wordt rekening gehouden met de eisen zoals beschreven in paragraaf 5.4. Eneco gaat de afspraken daartoe maken met een aannemer.

5.3.10 Werkzaamheden bij windkracht 7

Tijdens de werkzaamheden zal los materieel (bulldozers, kranen etc) en materialen op het strand aanwezig zijn. Overeenkomstig eis m.b.t. het verwijderen van materieel bij naderend onstuimig weer zullen deze bij een waarschuwing van windkracht 7 of meer van het strand worden verwijderd. Eerste waarschuwing voor naderend onstuimig weer is 72 uur van te voren beschikbaar maar is nog onbetrouwbaar. De opeenvolgende voorspellingen worden steeds betrouwbaarder. Op grond van de eerste waarschuwing wordt het ontruimingsprotocol in werking gesteld en organisatie in paraatheid gebracht. Indien de waarschuwing wordt bevestigd wordt, wordt het materieel tijdig van het strand weggehaald. Eneco gaat een ontruimingsprotocol⁷ opstellen waarmee aan de bovengenoemde eis wordt voldaan.

Analyse van windgegevens gemeten op MV-2 in de periode 2003-2018 in Tabel 15 laat zien dat de cumulatieve frequentie van overschrijding van windkracht 7 (=14 m/s) in het stormseizoen niet hoger dan 14% ligt; in februari en maart is deze frequentie zelfs lager. Deze gegevens zijn afkomstig uit de analyse van windmetingen die in (PONDERA, 2020) zijn gerapporteerd.

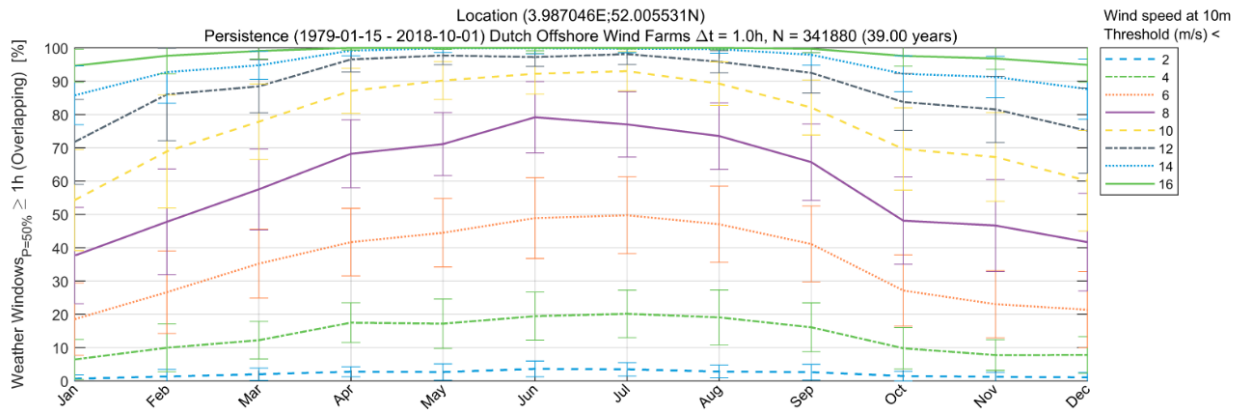
Tabel 15. Cumulatieve overschrijdingsfrequentie van windkracht 7 op Maasvlakte 2

Wind Speed (m/s)	Cumulative Frequency distribution											
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
14	14%	9%	6%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	14%	14%	14%

Dit beeld wordt bevestigd in de analyse van windmetingen die op de website Metocean On Demand is beschikbaar (database van RVO voor Dutch Offshore Wind). De persistentie van windsnelheid (d.w.z. windsnelheid die langer dan een uur aanhoudt) lager dan 14 m/s in het stormseizoen (blauwe lijn in Figuur 42) varieert tussen 85% en 100%.

⁷ Dit type getrapte waarschuwing en opeenvolgende acties worden offshore toegepast, maar tevens ook in de sluitingsprotocollen van stormvloedkeringen

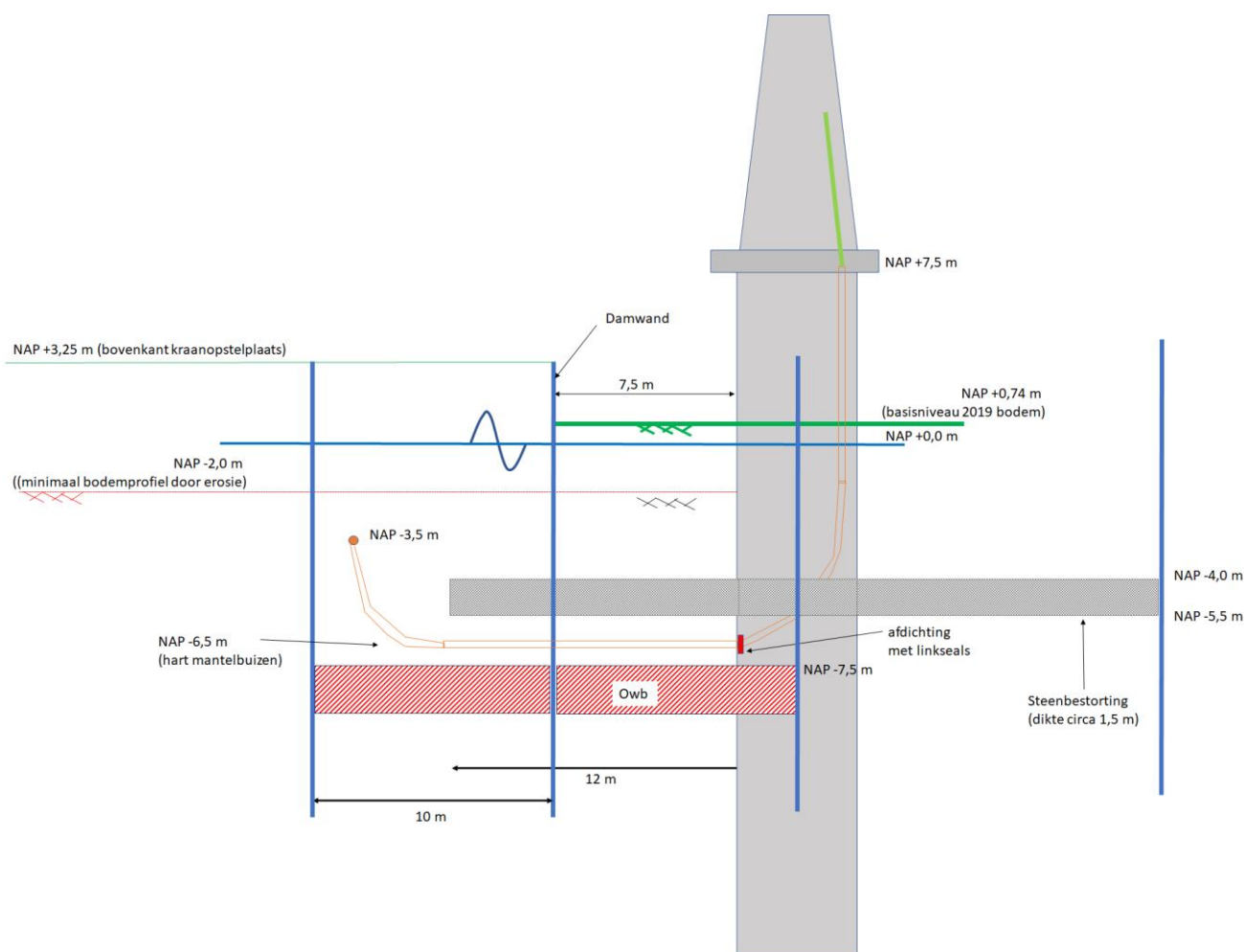
Hieruit blijkt dat de werkbaarheid tijdens het stormseizoen redelijk goed is. Het betreft echter meerjarige statistiek; tijdens de uitvoering kan de aannemer worden geconfronteerd met tegenvallend slecht weer. Om deze reden zijn in de bouwplanning ruime marges voor tegenvallers aangehouden.



Figuur 42. Persistentie windsnelheid offshore van MV-2; bron: Metocean On Demand database

5.3.11 Dekking kabels en leidingen

De HDD (Horizontal Directional Drilling) kabelbundels worden geplaatst tussen de windturbines en de duin, beneden de afgeleide laagste bodemligging (zie paragraaf 5.3.2), waarbij een dekking van 1,5 m wordt aangehouden om het risico van blootlegging te allen tijde te voorkomen. Rondom de monopalen wordt een erosiebescherming aangebracht die blootlegging van de kabels door lokale erosiegaten (scour) voorkomt.



Figuur 43. Schematische weergave aansluiting kabels op windturbine ZZ-05.

Voor het ontwerp van de parkbekabeling en de HDD boringen wordt gebruik gemaakt van de vigerende normen, dit is in detail beschreven in het rapport BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001- WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeewering.

In de NEN3651 en NEN3650-1 zijn eisen opgenomen waar leidingen aan moeten voldoen. De NEN3651 gaat specifiek in op de situatie van leidingen ter plaatse van waterstaatswerken. De NEN3656 "Eisen voor stalen buisleidingsystemen op zee" is hier niet van toepassing. Deze norm is pas geldig vanaf Lowest Astronomical Tide (LAT) en verder zeewaarts.

In- en uittredepunten HDD's

Overeenkomstig de NEN3651 dienen bij HDD's de in- en uittredepunten buiten de veiligheidszone te liggen. De veiligheidszone bestaat daarbij normaliter uit een stabiliteitszone en een verstoringzone. Voor zeeweringen die gevormd worden door duinen is geen sprake van een normale veiligheidszone.

Voor de HDD's parallel aan de zeewering liggen de in- en uitredepunten op de kraanopstelplaatsen op het strand. Voor de HDD's kruisend met de zeewering liggen enkel de intredepunten op de kraanopstelplaatsen op het strand. Ondanks dat dit niet volledig in lijn is met de NEN3651 wordt deze situatie wel acceptabel geacht omdat de risico's tijdens de uitvoeringsfase op het moment van aanbrengen van de HDD's en tijdens de gebruiksfase nihil en beheersbaar zijn.

Voor de installatie van de windturbines op het strand worden tijdelijke kraanopstelplaatsen aangelegd, één bij elk van de twaalf windturbines. Tijdens de uitvoeringsfase wordt er vanaf één kraanopstelplaats naar een volgende kraanopstelplaats geboord. Voor de kruisende HDD's met de zeewering wordt er eveneens vanaf een kraanopstelplaats onder de zeewering richting de Maasvlakteweg geboord.

De pilotboringen van de HDD's zijn daarbij maatgevend omdat in deze fase de boorspoeldrukken maximaal zullen zijn. Het bentoniet zandmengsel moet namelijk tijdens deze boorfase naar het intredepunt worden getransporteerd middels een overdruk. De boorspoeldruk is dan ook maximaal nabij het uitredepunt. Een eventuele blowout zou kunnen optreden. Het risico op een dergelijke blowout is te voorkomen door de boorspoeldrukken te minimaliseren of het verzwaren van het maaiveld ter plaatsen van het uitredepunt en toch voortgang te hebben tijdens de boring. Indien er toch een blowout optreedt is het risico voor de dijkstabiliteit nihil. Het uitredepunt en blowoutzone liggen namelijk op voldoende afstand van de teen van de zeewering. De lengte van de blowoutzone zal enkele meters voor het uitredepunt liggen. De stabiliteit van de zeewering zal niet in het geding komen.

Gronddekking i.r.t. erosie

Na realisatie liggen de mantelbuizen ter plaatse van het strand en de zeewering volledig beneden het laagst mogelijke erosieprofiel door meerjarige morfologische effecten en stormen. In paragraaf 3.13.2 van BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001 zijn de aangehouden niveaus maaiveld / bodemniveaus gegeven ten gevolge van erosie. In [ref. 8] is nader ingegaan op de beoordeling van de waterveiligheid van de zachte zeewering.

De mantelbuizen beïnvloeden de waterveiligheid niet. Omdat de mantelbuizen drukloos zijn treedt een verstoringzone van de leiding niet op. Van een stabiliteitszone zoals bij rivierdijken is geen sprake omdat het hier een duin betreft. Het uiteindelijke profiel na erosie is immers stabiel.

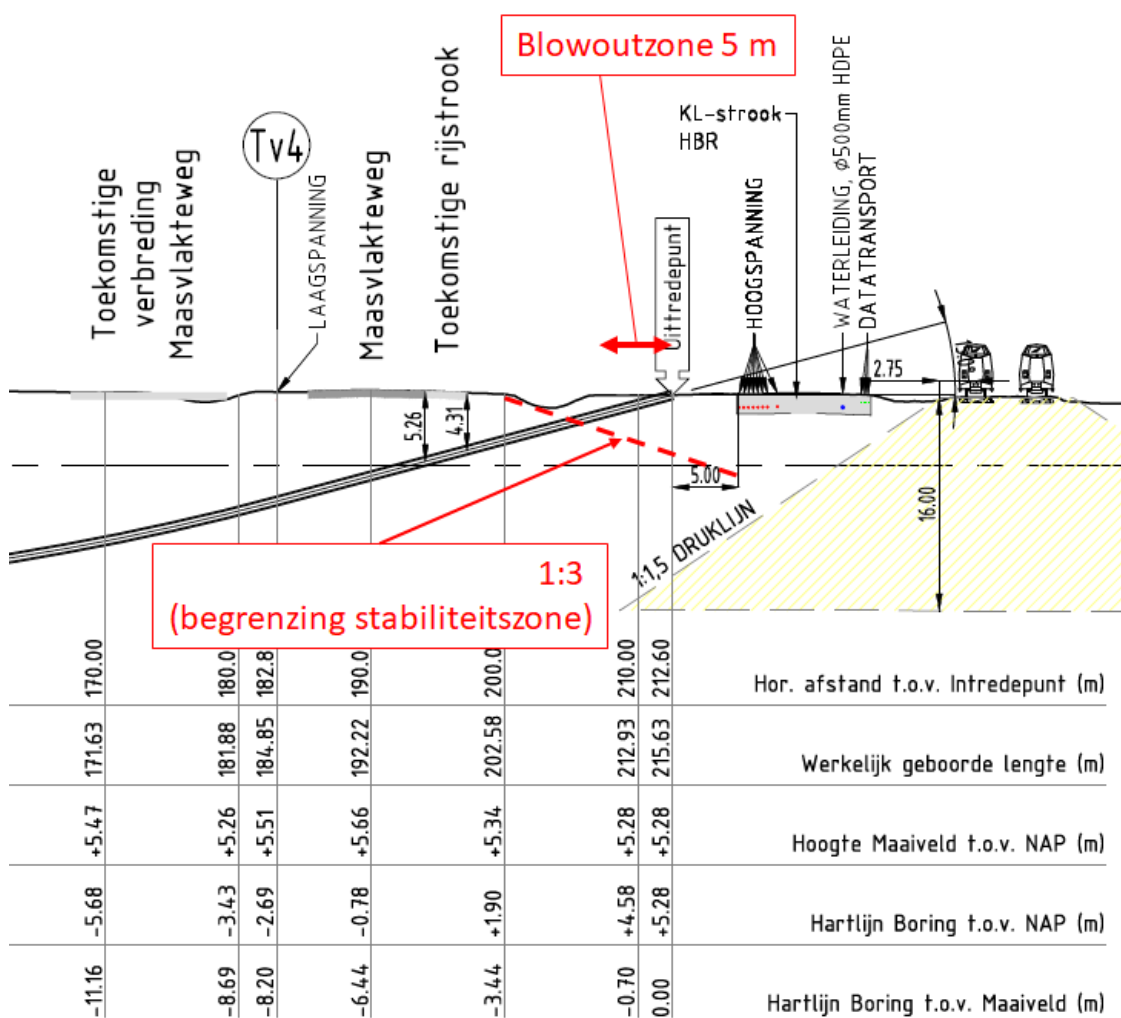
Gronddekking i.r.t. waterstaatswerk

Overeenkomstig de NEN3651 dient de gronddekking ter plaatse van de tenen van het waterstaatswerk ten minste 3 m te bedragen en ter plaatse van de kruin 10 m. Voor de HDD bundelboringen tussen de windmolens op het strand is deze eis niet van toepassing omdat er niet onder de kruin van het waterstaatswerk (zachte zeewering) wordt geboord. Tevens is er geen duidelijk aanwijsbare teen van de zeewering aanwezig.

Voor de kruisende HDD bundelboringen met de zeewering wordt ruimschoots voldaan aan de in de NEN vereiste gronddekkingen (zie bijlage 1 van BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001).

Overeenkomstig de NEN3651 zijn tevens eisen gesteld ten aanzien van de dekking voor wegkruisingen met een HDD. Voor de kruising van de Maasvlakteweg en Prinses Maximaweg geldt een dekking van tenminste: 6x buitendiameter leiding + 0,5 m verhardingslaag. Dit resulteert in een minimaal benodigde dekking van 4,7 m, waarbij voor de buitendiameter van de leiding de boorgangdiameter is gehanteerd. Ter plaatse van de Prinses Maximaweg wordt hier ruimschoots aan voldaan. Voor de huidige Maasvlakteweg is de dekking op het hart van de boorgang circa 5,3 m. De dekking op de bovenzijde van de boorgang is daardoor circa 4,9 m. De dekking ten opzichte van de toekomstige rijstrook is 4,3 m (hart boorgang). In Figuur 44 zijn deze dekkingen aangegeven. Omdat deze toekomstige rijstrook mogelijk pas later wordt aangebracht is deze gronddekking acceptabel. Eventueel kan de gronddekking worden vergroot door de uitredelocatie te verdiepen.

Ter plaatse van het uittredepunt dient de blowoutzone buiten de stabiliteitszone van de Maasvlakteweg te liggen. Voor de stabiliteitszone kan hier worden uitgegaan van het grondmassief dat begrensd wordt door een vlak onder een helling 1:3 vanaf de rand van de berm van deze weg. Overeenkomstig Figuur 44 ligt de blowoutzone (5 m, zie paragraaf 5.3.1 van BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001) net buiten de stabiliteitszone en wordt voldaan aan de eis.



Figuur 44. Gronddekking HDD bundelboring onder zeewering (uittredepunt ten oosten van Maasvlakteweg)

Relatieve sterkte

De relatieve sterkte eis waarbij de leidingen binnen de veiligheidszone 20% sterker dienen te zijn dan daarbuiten is hier niet van toepassing. Deze eis is gekoppeld aan de inwendige druk in de leiding. De mantelbuizen zijn drukloos.

Importantiefactor

Conform de NEN3651 hoeft een importantiefactor niet te worden aangehouden voor leidingen die zijn aangebracht door middel van een HDD en voor kruisingen met wegen. Voor leidingen in een open ontgraving zou dit wel moeten binnen de veiligheidszone. Omdat de mantelbuizen buitendijks volledig binnen de veiligheidszone zijn gelegen is gekozen om de importantiefactor volledig achterwege te laten. Van eventuele risico's voor de waterveiligheid voor de zeewering is immers geen sprake. Indien een mantelbuis bezwijkt zal er zand en water de mantelbuis inlopen. Dit zal niet resulteren in een beïnvloeding van de zeewering

Kwel

Voor de HDD bundelboringen op het strand is er geen verhoogd risico op kwel langs de aangelegde mantelbuizen. Aanvullende maatregelen zijn niet benodigd. De HDD doorsnijdt immers geen afsluitende grondlaag. De HDD's blijven boven de kleilaag.

Voor de HDD bundelboringen onder de zeewering is in paragraaf 5.3.4 van BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001 beoordeeld in hoeverre maatregelen noodzakelijk zijn. De HDD doorsnijdt hier eveneens geen afsluitende grondlaag en blijft boven de kleilaag. Maatregelen kunnen bestaan uit het plaatsen van kwelschermen of drillgroutproppen nabij de in- en uittredepunten.

5.4 Eisen

In het risicobeheersplan en de verificatiematrix voor het windpark MV-2 zijn eisen opgenomen ten aanzien van de veiligheid van de zachte zeewering. Deze eisen zijn overgenomen in Tabel 16, waarbij is aangegeven in welk hoofdstuk van het rapport BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0002-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ de desbetreffende eis wordt behandeld.

In Tabel 17 zijn de eisen opgenomen ten aanzien van de monopalen, parkbekabeling en duinovergangen, waarbij in de rechterkolom is aangegeven, in welk achterliggen rapport de desbetreffende eis wordt behandeld.

Tabel 16. Eisen met betrekking tot de veiligheid van de zachte zeewering. De genoemde hoofdstuknummers gaan over het rapport BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0002-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ.

Nr.	Omschrijving eis	Bron	Verificatie
1	Aangetoond dient te worden dat –de wijze van- het plaatsen, exploiteren en ontmantelen van het windpark het minimale veiligheidsniveau van de zeewering niet vermindert. Toelichting: Onder de veiligheidsnorm wordt verstaan de gemiddelde overschrijdingskans van de hoogste waterstand, die ter plaatse kan voorkomen. De bescherming tegen overstroming van MV2 hangt samen met het aanlegniveau van de terreinen en de faalkans van de harde en zachte zeewering. In de concessie voor de aanleg van MV2 wordt uitgegaan van een overschrijdingsrisico van 1:10.000, deze norm komt overeen met het beschermingsniveau voor de primaire waterkeringen rondom in dijkkring 14.	16. Aanpak weringveiligheid Windpark Maasvlakte 2	3
2	De belangrijkste voorwaarde van RWS is dat het veiligheidsniveau van de zeewering niet negatief wordt beïnvloed door de plaatsing van windturbines.	46.4 Memo watervergunning Zachte Zeewering	3
3	Ontwerpeisen voor plaatsen windturbines - Voor het ontwerp en de dimensionering van funderingen dient per turbine te worden uitgegaan van het minimum gegarandeerde veiligheidsprofiel alsmede erosie ter plaatse. - In het kader van kustlijn­zorg: 0 Zandverlies als gevolg van menselijk handelen moet zoveel mogelijk worden beperkt.	46.4 Memo watervergunning Zachte Zeewering	3 / 4
4	Behoudens de windturbine­funderaties mogen er geen andere permanente harde elementen zoals steenzettingen en verhardingen op het strand zijn	46.4 Memo watervergunning Zachte Zeewering	8
5	Compenserende maatregelen zoals zand­buffers worden in grof zand (d ₅₀ >250µ) uitgevoerd en dienen beplant te zijn met helm­gras.	46.4 Memo watervergunning Zachte Zeewering	3.5 / 3.6
6	Kabels en leidingen op het strand moeten onder de minimale bodem­ligging en onder het afslag­profiel liggen	46.4 Memo watervergunning Zachte Zeewering	8

7	Het zand dat als zandbanket wordt aangebracht en het zand dat voor het construeren door exploitant van de turbines nodig is, wordt van buiten het kustfundament betrokken en is en blijft na aanbrengen eigendom van de Staat.	46.4 Memo watervergunning Zachte Zeewering	3.5 / 3.6
8	Exploitant is verantwoordelijk voor onderhoud binnen een nader te bepalen cirkel rondom de turbines. Dit betreft onderhoud als gevolg van scour en veiligheid.	46.4 Memo watervergunning Zachte Zeewering	5
9	Voor of tijdens stromen van windkracht 7 mogen er geen voertuigen, materieel en materialen aanwezig zijn op de wering	46.4 RWS Memo watervergunning ZZ	3
EISEN t.a.v. DUINOVERGANGEN			
10	Het bestaande duinprofiel mag niet dusdanig worden verlaagd of versmald dat de waterveiligheidsfunctie in het geding komt of dat de aanwezige zandbuffers geminimaliseerd/verlaagd worden. De exploitant dient te bepalen op basis van zijn ontwerp welke compenserende maatregelen dienen te worden genomen om de waterveiligheid te waarborgen. Dit ontwerp behoeft voorafgaand aan de werkzaamheden instemming van de beheerder .	105. Eisen voor extra duinovergangen 20 september 2019	3.5
11	Buiten het stormseizoen mogen de duinen lokaal verlaagd worden. De exploitant bepaalt de effecten en eventueel benodigde compenserende maatregelen van deze duinverlaging waarbij de waterveiligheid te allen tijde gewaarborgd wordt.	105. Eisen voor extra duinovergangen 20 september 2019	3.5
12	Op- en afritten worden geconstrueerd met zand dat betrokken wordt van buiten het fundament van de zeewering of andere materialen. Hierbij geldt dat het zand van minimaal dezelfde kwaliteit moet zijn als het zand van de zeewering.	105. Eisen voor extra duinovergangen 20 september 2019	3.5

Tabel 17. Eisen met betrekking tot de monopalen, parkbekabeling en duinovergangen.

Nr.	Omschrijving eis	Verificatie
Zachte zeewering		
M2.4.1	Exploitant dient als fundering van de windturbines op de Zachte Zeewering monopiles toe te passen met de volgende specificaties: i) de paal heeft ter hoogte van het maaiveld een diameter van maximaal 5,5; ii) zonder erosiebescherming rondom de fundering.	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-S-0001-WP MV2 Monopile concept design report
M2.3.11	Exploitant dient te borgen dat de buitenzijde van de monopiles glad zijn en dat de platforms van de turbines op een hoogte van 5,5 meter boven het strand gelegen zijn.	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-S-0001-WP MV2 Monopile concept design report

M2.4.1	<p>Exploitant dient ter erosiebescherming van de fundering van de windturbines op de Zachte Zeewering de volgende maatregelen te treffen:</p> <p>i) de locatiebeheerder voert vanaf VD dagelijks inspectie uit op erosiegaten;</p> <p>ii) de locatiebeheerder herstelt erosiegaten indien nodig;</p> <p>iii) Na iedere herstelactie brengt de locatiebeheerder schriftelijk rapport uit bij de beheerder.</p>	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ
M2.4.2	<p>Exploitant dient de bekabeling tussen turbines en inkoopstation uit te voeren met de volgende specificaties:</p> <p>i) tussen turbines: de bekabeling volgens de meest directe route van turbine naar turbine;</p> <p>ii) per 'string' van 3 of 4 turbines wordt met één kabel het duin doorkruist en het inkoopstation geleid.</p>	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeewering
M2.4.2	<p>Exploitant dient de bekabeling tussen turbines en inkoopstation aan te leggen in mantelbuizen met HHD (gestuurde boringen) op een diepte 1,5 m onder het 1:10.000 jaar afslagprofiel</p>	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeewering
M2.4.3	<p>Exploitant dient de monopiles aan te brengen met een vibro-hamer.</p>	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-S-0001-WP MV2 Monopile concept design report
M2.3.10	<p>Exploitant dient tijdens de bouw van de turbines op de Zachte Zeewering twee verkeersregelaars ten tijde van transporten in te zetten.</p> <p>Exploitant dient uiterlijk 1 jaar voor VD 3 extra duinovergangen te realiseren, die:</p> <p>(i) vergelijkbaar zijn met de overgang nabij de parkeerplaats bij P6, en;</p> <p>(ii) voldoen aan de specificaties van de hulpdiensten zoals vastgelegd in document 110.1 en;</p> <p>(iii) gelegen zijn pal tegen de duin, zoals bij de duinovergang bij de parkeerplaats bij P6, en;</p> <p>(iv) een helling kennen van maximaal 8%, en;</p> <p>(v) waarvan de schuine wanden van de op- en afritten zijn beplant met helmgras, en;</p> <p>(vi) waarvan langs de hellingen parallel aan het strand zijn voorzien van wilgentenenschermen.</p>	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-L-0001-WP MV2 BLVC-plan
ME_0614	<p>De Exploitant dient de van toepassing zijnde Hulpdiensten minimaal 10 werkdagen voor ingangsdatum van een gewijzigde bereikbaarheidssituatie als gevolg van Werkzaamheden te informeren door een gedetailleerde beschrijving en een visuele uitwerking. Gewijzigde bereikbaarheid is ten minste van toepassing bij beperkingen in PVR, omleidingen als gevolg van (gedeeltelijke) afsluitingen, Verkeersstops en verkeerssystemen met een verhoogde kans op vertragingen voor de doorgang van Hulpdiensten.</p>	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-L-0001-WP MV2 BLVC-plan

M2.3.10	Opdrachtnemer dient de 3 duinovergangen af te sluiten voor publiek en uitsluitend te gebruiken voor transport van materieel en turbineonderdelen.	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-L-0001-WP MV2 BLVC-plan
ME_0501	Bij de uitvoering van de Werkzaamheden dient de Exploitant alle voorschriften van kabel- en leidingbeheerders in acht te nemen en aantoonbare overeenstemming te bereiken met de betreffende kabel- en leidingbeheerder voor de Werkzaamheden in de nabijheid van kabels en leidingen of voor de werkzaamheden die de functionaliteit van kabels en leidingen kan verstoren.	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeewering
ME_0617	Exploitant dient kabels en leidingen op Terrein HBR zoveel als redelijkerwijs mogelijk in te passen in de daarvoor bestemde leidingenstroken, of daarmee op aanwijzing van Havenbedrijf Rotterdam te bundelen.	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeewering
ME_0618	Exploitant dient voor boringen, ontgravingen, bovengrondse passages en tracés onder water(bodems) op het terrein van het Havenbedrijf Rotterdam voorafgaand schriftelijke instemming van Havenbedrijf Rotterdam te verkrijgen.	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeewering
ME_0619	Exploitant dient open ontgravingen tot NAP op het terrein van het Havenbedrijf Rotterdam blijvend mogelijk te houden in verband met de mogelijke aanleg van ondergrondse infrastructuur en inspecties of herstel daarvan.	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling windturbines op zachte zeewering

6 Bibliography

- Arcadis. (2020). *Beschouwing omtrent standzekerheid en suppletie ten behoeve van windmolens in de Zachte Zeewering van Maasvlakte 2, C06041.000040me01, juli 2020.*
- Deltares. (2015). *Achtergronddocument toetschema duinafslag.*
- Deltares. (2020a). *Ontgroning rondom windturbines van windpark Maasvlakte 2, 11205329-000-HYE-0003, mei 2020.*
- Deltares. (2020a). *Ontgroning rondom windturbines van windpark Maasvlakte 2, 11205329-000-HYE-0003, mei 2020.*
- PUMA. (2018). *Samenvatting keuringen en ervaringen Instelperiode: Volume morfologische schillen.*
- PUMA. (2019a). *Keuringsformulier PUMA-KF-ZZ-2019-04 Volume in morfologische schillen.*
- PUMA. (2019c). *Werk- en Keurplan Beheer- en instandhouding in de Onderhoudsperiode, PUMA-B&O-WP-BIP.*
- PUMA. (2019d). *Zachte Zeewering: Keuringsmethodiek voor Zachte Zeewering ten noorden van Kp3.700, puma-p-mon-mi06.*
- RVO. (2014). *Handboek Risicozonering Windturbines v3.1.*
- STOWA. (sd). Opgehaald van <https://www.stowa.nl/publicaties/handreiking-windturbines-waterkeringen-techniek>
- Svasek Hydraulics. (2019b). *Effecten Windturbines op MV2 op stormafslag, lange termijn morfologie en eolisch transport.*
- Svasek Hydraulics. (2020a). *Morfologische effecten van windturbines op MV2 configuratie Eneco April 2020, 2034/U20125/C/LSpa.*
- Svasek Hydraulics. (2020b). *Memo: minimum bodem na afslag 1:10000 storm. Referentie 2034/U20140/B/BvL.*
- Svasek Hydraulics. (2020c). *Memo: Morfologische effecten erosiebescherming rond windturbines in XBeach simulaties MV2, 2034/U20177/LSpa, juni 2020.*
- Svasek Hydraulics. (2020d). *Memo: Morfologische effecten van windturbines en bouwplatformen op MV2 configuratie Eneco april 2020.*

BIJLAGE 2

Overzicht achterliggende rapporten en tekeningen

Aanvraag Waterwetvergunning Windpark Maasvlakte 2



BIJLAGE 3

Machtigingsformulier

Aanvraag Waterwetvergunning Windpark Maasvlakte 2

BIJLAGE 4

Uittreksel KvK

Aanvraag Waterwetvergunning Windpark Maasvlakte 2

Overzicht achterliggende rapporten en tekeningen

In deze bijlage is een overzicht weergegeven van alle achterliggende rapporten, waar ook naar verwezen wordt in hoofdstuk 4 en 5 van Bijlage 1.

Nr.	Rapporten en tekeningen
1	BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-G-0005-WP MV2 Bouwfasering HZ
2	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0003-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid HZ
3	Tauw_R001-1275811BXB-V02-nja-NL_Windpark MV2 Monitoringsplan
4	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0004-WP MV2 Rapportage VO HZ kraanopstelplaatsen
5	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0005-WP MV2 Rapportage VO HZ fundering
6	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0006-WP MV2 Rapportage VO ZZ kraanopstelplaatsen
7	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-G-0007-WP MV2 Rapport beoordeling waterveiligheid ZZ <i>Deltares 2020a 11205329-000-HYE-0003 - Ontgroning rondom windturbines van windpark Maasvlakte 2_Eindrapport</i> <i>Svasek 2020a 2034-U20125-C-LSPA_Morfogische_Effecten_Windmolens_MV2</i> <i>Svasek 2020b 2034-U20140-B-BvL_ inschatting_minium_bodem_obv_Xbeach_1op10000som</i> <i>Svasek 2020c 2034-U20177-A-LSPA_Morfogische_Effecten_Erosiebescherming_MV2</i> <i>Svasek 2020d 2034-U20167-B-LSPA_Morfogische_Effecten_Bouwfase_MV2</i>
8	BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-G-0008-WP MV2 Resultaten Plaxis 3D EEM berekening
9	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0001-WP MV2 Fundatie HZ 1-9 vormtekening
11	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0002-WP MV2 Fundatie HZ 10 vormtekening
12	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-S-0001-WP MV2 Monopile concept design report
13	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-S-0004-WP MV2 Monopile concept design drawing
14	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0001-WP MV2 Tekening kraanopstelplaatsen per locatie HZ
15	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0002-WP MV2 Tekening kraanopstelplaatsen per locatie ZZ
16	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0003-WP MV2 Situatie tekening
17	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0004-WP MV2 Situatie tekening (detailtekening)
18	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0006-WP MV2 Bouwopritten HZ
19	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0101-WP MV2 Situering permanente objecten HZ
20	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0102-WP MV2 Situering permanente objecten ZZ
21	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-C-0103-WP MV2 Situatie tekening permanente objecten
22	BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-E-0001-WP MV2 VO parkbekabeling
23	BG8375-RHD-ZZ-XX-DR-D-0001-WP MV2 Trace tekeningen bekabeling
24	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0001-WP MV2 VO Parkbekabeling Zachte Zeewering
25	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-D-0003-WP MV2 Ontwerp parkbekabeling windturbines harde zeewering
26	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-L-0001-WP MV2 BLVC plan
27	BG8375-RHD-ZZ-XX-RP-F-0001-WP MV2 Integraal veiligheidsplan <i>[verstuurd op 10 juli]</i>

