hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Helderse Zeewering
Hoe komen we tot een ontwerp van een veilige dijk?

Nota Uitvoeringsontwerp

HWBP planuitwerking Helderse Zeewering Den Helder



Auteur
HHNK - IPM team Den Helder

Registratienummer
26.1106167

Datum
21 september 2026

Versie
2.0

Illustratie Deirdre Eberwijn - info@studio-dee.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

1.1 Projectomschrijving 3
1.2 Doel nota uitvoeringsontwerp 3
1.3 Leeswijzer 4

2 Filtermateriaal 5

3 Afritten 6

4 Trappen 8

5 Ecologische hotspots 9

6 Tijdelijke afrit 10

7 Verkenning optimalisaties 11

7.1 Inleiding 11
7.2 Afronding zuilhoogte 11
7.3 Soortelijk gewicht toplaag 11
7.4 Stabiliteitsfactor toplaag 12

8 Beheer en onderhoud 13

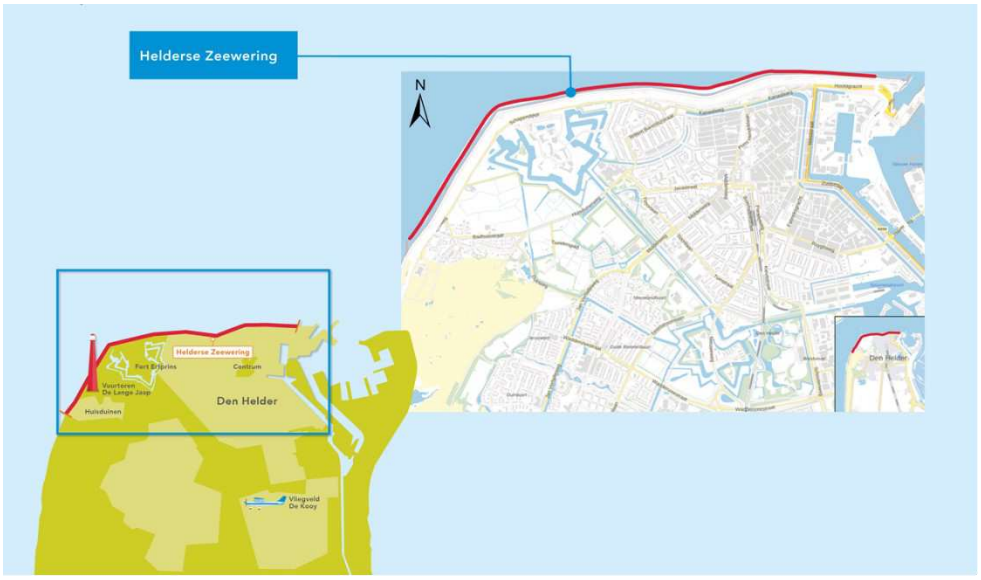
Verwijzingen 14

Bijlage 1: Rekenbestanden 15

1 Inleiding

1.1 Projectomschrijving

De Helderse Zeewering, zie *Figuur 1*, is afgekeurd op één faalmechanisme 'bezwijken asfaltbekleding door ontstaan S-profiel door golfterugtrekking', kortweg ASP. Dit betekent dat de asfaltbekleding aan de buitenzijde van de dijk niet voldoet en versterkt moet worden. Het betreft de onderkant van de dijk. Het project zit nu in de planuitwerkingsfase.

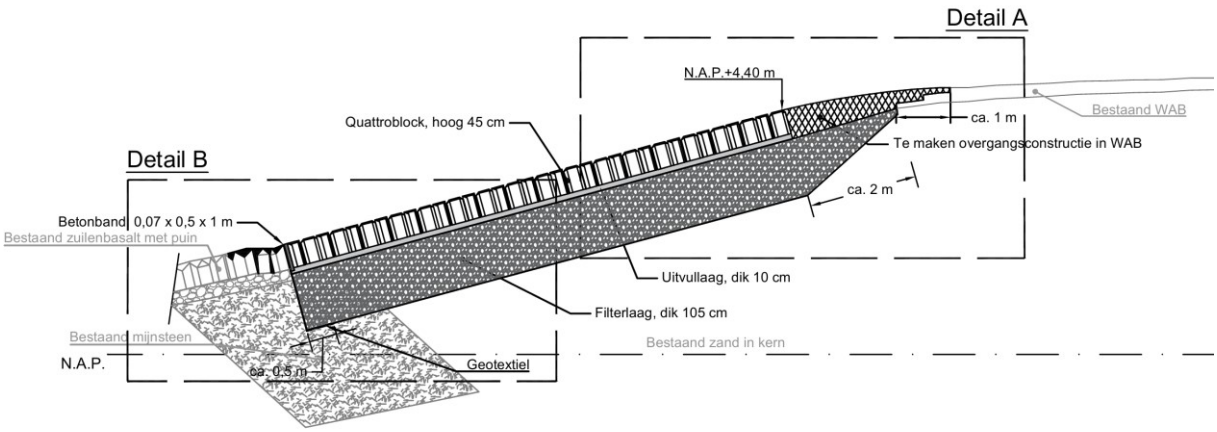


Figuur 1: Overzichtskaart locatie Helderse Zeewering Den Helder.

1.2 Doel nota uitvoeringsontwerp

Het doel van deze nota is het nader uitwerken van het Definitief Ontwerp (DO).

Eerder zijn in het Voorlopig Ontwerp (VO) de keuzes met betrekking tot de principeoplossing gemaakt en globale afmetingen uitgewerkt en zijn in het Definitief Ontwerp (DO) afmetingen nauwkeurig bepaald, ontwerpvakken ingedeeld en afritten en aansluitingen ontworpen.



Figuur 2: Kenmerkend dwarsprofiel van de steenbekleding uit het DO.

In deze nota Uitvoeringsontwerp (UO) zijn de volgende onderdelen nader uitgewerkt:

a. Filtermateriaal van de steenbekleding
b. Zuilhoogtes van de afritten
c. Ontwerp trappen
d. Ontwerp ecologische hotspots
e. Ontwerp tijdelijke afrit bij Hoofdgracht
f. Verkenning van optimalisaties van de toplaag

1.3 Leeswijzer

De rapportage bestaat uit de volgende hoofdstukken:

Hoofdstuk	**Inhoud**
2. Filtermateriaal	Beschrijft de eisen aan het filtermateriaal van de steenbekleding.
3. Afritten	Beschrijft de optimalisatie van de zuilhoogtes in de afritten.
4. Ecologische hotspots	Beschrijft het ontwerp van de ecologische hotspots.
5. Trappen	Beschrijft het ontwerp van de taludtrappen.
6. Tijdelijke afrit	Beschrijft het ontwerp van de tijdelijke afrit bij de Hoofdgracht.
7. Verkenning optimalisaties	Beschrijft de verkenning van de effecten van toegestane optimalisaties.

2 Filtermateriaal

In het DO is uitgegaan van een toplaag van Basalton Quattroblocks op een granulaire laag bestaande uit een uitvullaag van steenslag en filterlaag van mijnsteen. Tussen het zand (basismateriaal) en het mijnsteen was geen geotextiel voorzien. Omdat er op het gebied van verwerkbaarheid, verdichting, doorlatendheid en klink risico's aan mijnsteen kleven en er op den duur problemen als gevolg van verwering van de mijnsteen kunnen voordoen, is er in het UO uiteindelijk voor gekozen om geen mijnsteen toe te passen. Dit heeft als gevolg dat er een geotextiel tussen de filterlaag en het zand toegepast moet worden.

Met Steentoets is nagegaan of bovenstaande wijziging gevolgen heeft voor de in het DO bepaalde opbouw van de steenzettingsconstructie per sectie/vak. Wanneer voor de filterlaag wordt uitgegaan van steenslag met een D15 van 2 mm en een porositeit van 0,4 **wijzigt de opbouw** van de steenzettingsconstructie van de verschillende secties/vakken **niet**. Dit betekent dat kan worden uitgegaan van de opbouw in het DO:

- Sectie 1 (vakken 1 t/m 11)
    - 45 cm hoge Basalton Quattroblocks
    - 10 cm dikke uitvullaag (D15=17 mm, porositeit=0,4)
    - Geotextiel
    - 105 cm dikke filterlaag (D15=2 mm, porositeit=0,3)
    - Geotextiel
- Sectie 2 (vakken 12 t/m 15)
    - 30 cm hoge Basalton Quattroblocks
    - 10 cm dikke uitvullaag (D15=17 mm, porositeit=0,4)
    - Geotextiel
    - 55 cm dikke filterlaag (D15=2 mm, porositeit=0,3)
    - Geotextiel
- Sectie 3 (vakken 16 t/m 32)
    - 30 cm hoge Basalton Quattroblocks
    - 10 cm dikke uitvullaag (D15=17 mm, porositeit=0,4)
    - Geotextiel
    - 35 cm dikke filterlaag (D15=2 mm, porositeit=0,3)
    - Geotextiel

Eisen aan het materiaal:

- Inwasmateriaal toplaag: basalt steenslag 4/32
- Uitvullaag: basalt steenstag 14/32
- Filterlaag: steenslag 0/16 en LA ≤25
- Geotextiel: Geopex S22NW

Rekenbestand:
`Steentoets v23.1.1_2100_Quattroblocks_UO.xlsm`

3 Afritten

Ook voor de afritten in vakken 1, 14 en 32 **wijzigt de opbouw** van de steenzettingsconstructie **niet** als geen mijnsteen wordt gebruikt.

Voor afrit 1 in sectie 1 werd in het DO gekomen tot 55 cm hoge Basalton STS+ met een soortelijk gewicht van 2.700 kg/m^3. Het maken van 55 cm hoge zuilen blijkt echter een uitdaging. In het UO is daarom nagegaan bij welk soortelijk gewicht 50 cm hoog Basalton STS+ voldoet. Dit bleek 2.850 kg/m^3 te zijn.

Voor de afritten 14 en 32 is nagegaan of het gebruik van een hoger soortelijk gewicht kan leiden tot een andere opbouw. Dit bleek het geval. Hieronder is per afrit de opbouw van de constructie ter plaatse van de afritten weergegeven als voor de Basalton STS+ een soortelijk gewicht van 2.850 kg/m^3 wordt gebruikt:

- Afrit vak 1, sectie 1
    - Afrit en talud
        - 50 cm hoge Basalton STS+
        - 10 cm dikke uitvullaag.
        - een filterlaag en geotextiel (dit is niet noodzakelijk maar wordt vanuit maakbaarheid en aansluiting wel toegepast zoals in de rest van het vak)
    - Talud
        - 45 cm hoge Basalton Quattroblocks
        - 10 cm dikke uitvullaag
        - *115* cm dikke filterlaag (10 cm dikker dan elders in vak 1)
        - Geotextiel
- Afrit vak 14, sectie 2
    - Afrit en talud
        - 40 cm hoge Basalton STS+
        - 10 cm dikke uitvullaag
        - een filterlaag en geotextiel (dit is niet noodzakelijk maar wordt vanuit maakbaarheid en aansluiting wel toegepast zoals in de rest van het vak)
    - Talud
        - *35* cm hoge Basalton Quattroblocks (5 cm hoger dan elders in vak 14)
        - 10 cm dikke uitvullaag
        - *50* cm dikke filterlaag (5 cm dunner dan elders in vak 14, maar vanuit maakbaarheid wordt dezelfde dikte toegepast als in de rest van het vak)
        - Geotextiel
- Afrit vak 32, sectie 3
    - Afrit en talud
        - 35 cm hoge Basalton STS+
        - 10 cm dikke uitvullaag
        - een filterlaag en geotextiel (dit is niet noodzakelijk maar wordt vanuit maakbaarheid en aansluiting wel toegepast zoals in de rest van het vak)
    - Talud
        - 30 cm hoge Basalton Quattroblocks
        - 10 cm dikke uitvullaag
        - 35 cm dikke filterlaag
        - Geotextiel (Geopex S22NW)

Merk op dat de Basalton STS+ over de volledige hoogte moeten worden ingegoten met gietasfalt! De eigenschappen van de uitvullaag, filterlaag en geotextiel zijn gelijk aan de eigenschappen die zijn gebruikt voor het ontwerp van de Basalton Quattroblocks per sectie.

De afrit kan worden beschouwd als subvak binnen het betreffende vak.

Rekenbestanden:

Steentoets v23.1.1_2100_Quattroblocks_UO - afrit 1.xlsm
Steentoets v23.1.1_2100_Quattroblocks_UO - afrit 14.xlsm
Steentoets v23.1.1_2100_Quattroblocks_UO - afrit 32.xlsm

4 Trappen

In sectie 1 wordt in vak 4 het kader van inpassing een ‘zwemtrap’ gemaakt. In sectie 3 worden als meekoppelkans van de gemeente Den Helder vier trappen geplaatst in het verlengde van bestaande dijkovergangen in vakken 17, 20, 24 en 29 om de kreukelberm toegankelijk te maken voor recreanten.

- Met Steentoets is nagegaan welke bekledingsopbouw voldoet. Daarbij is voor de materialisatie zo veel mogelijk aangesloten bij de materialen die elders in de sectie toegepast worden. Voor alle trappen geldt dat dezelfde zuilen als bij de afritten in sectie kunnen worden toegepast: 35 cm hoge Basalton STS+ 2.850 kg/m^3 volledig ingegoten
- 10 cm dikke uitvullaag.
- een filterlaag en geotextiel (dit is niet noodzakelijk maar wordt vanuit maakbaarheid en aansluiting wel toegepast zoals in de rest van het vak)

Merk op dat zowel de treden als een strook van 0,5-1 m langs de treden in deze opbouw uitgevoerd worden.

Om het risico op uitglijden te verminderen wordt de toplaag van de toe te passen zuil voorzien van een slijtlaag met steenslag 4/8.

Rekenbestand:
`Steentoets v23.1.1_2100_Quattroblocks_UO – trappen.xlsm`

5 Ecologische hotspots

In sectie 3 worden naast de trappen in vakken 17, 20, 24 en 29 ecologische hotspots gecreëerd. Vanwege de zuurtegraad en de microporiën (vochtvasthoudend vermogen) zijn zuilen van basalt geschikter voor de vestiging van korstmossen dan zuilen van beton . Er is daarom gekozen om voor deze hotspots een strook van circa 0,5 m breed met basaltuilen te maken. Deze strook loopt van NAP +2,2 m tot NAP +4,2 m.

HHNK heeft basalzuilen 40/50 op voorraad. Met Steentoets is per vak nagegaan of een zuilhoogte van 40 cm toereikend is voor het maken van de ecologische hotspots naast de trappen. Voor de basaltzuilen is daarbij het volgende aangenomen:

- open oppervlak = 12%
- karakteristieke opening = 70 mm
- soortelijk gewicht = 2.700 kg/m^3

Verder wordt aangenomen dat de spleten tussen de zuilen minimaal voor de helft worden ingewassen en dat de interactie tussen de stenen goed is (=goede klemming).

Uit de analyse met Steentoets blijkt dat een zuilhoogte van 40 cm voldoet als deze op een 10 cm dikke uitvullaag en minimaal 10 cm dikke filterlaag wordt geplaatst. Om de totale dikte van de constructie gelijk aan de voor sectie 3 bepaalde dikte van de constructie met Basalton Quattroblocks te maken wordt een 25 cm dikke filterlaag toegepast. Zoals bij de rest van het vak wordt een geotextiel tussen de filterlaag en het zand toegepast om materiaaltransport vanuit de ondergrond tegen te gaan.

Rekenbestand:
`Steentoets v23.1.1_2100_Quattroblocks_UO – ecologische hotspots.xlsm`

6 Tijdelijke afrit

In sectie 3 wordt een tijdelijke afrit aangelegd om het transport naar de buitenberm te faciliteren. De afrit wordt op het bestaande boventalud van de dijk gemaakt en loopt van de kruin naar de buitenberm. Een oprit van de binnenteen naar de kruin is al aanwezig.

De tijdelijke afrit mag de erosiebestendigheid van de dijk niet nadelig beïnvloeden. Daarbij is de volgende opbouw van belang:

- 15 cm fundering
- 20 cm WAB. Aansluiten op bestaande kleilaag door middel van een kielspit.
- Ter plaatse van de rijbaan: toepassen 5 cm DL-A 8

De tijdelijke afrit mag de stabiliteit van de dijk niet nadelig beïnvloeden. Alleen voor STBU is een effect te verwachten. Dat is in beeld gebracht in '*Controle op stabiliteit STBU van de te maken afrit bij de Hoofdgracht (26.0982721)*'. Conclusie is dat de afrit geen effect heeft op STBU.

7 Verkenning optimalisaties

7.1 Inleiding

In de inschrijvingsleidraad wordt de aannemer de mogelijkheid geboden om een toplaag met een lagere stabiliteitsfactor en/of hoger soortelijk gewicht aan te bieden. Tevens wordt de mogelijkheid geboden om af te wijken van de standaard zuilhoogtes. Dit mag uitsluitend binnen de kaders van waterveiligheid, levensduur en risico's. De inschrijver moet dat aantonen met analyses met Steentoets.

Deze 'optimalisaties' hebben mogelijk effect op de laagdikte van de toplaag en/of het filter. Om inzicht te krijgen in het effect voor de laagopbouw, zijn in de volgende paragrafen een aantal voor de hand liggende optimalisaties uitgerekend.

7.2 Afronding zuilhoogte

Bij het bepalen van de hoogte van de Basalton Quattroblocks is de hoogte afgerond op 5 cm, dat is de standaard hoogte van de producent. Als optimalisatie zou een tussenliggende hoogte toegepast kunnen worden. Daarvoor zou aan de producent gevraagd worden om andere mallen te vervaardigen voor afwijkende zuilhoogtes. In deze paragraaf worden de rekenresultaten getoond voor zuilhoogtes afgerond op 1cm.

Per sectie is voor het vak met de kleinste factor "g/t" nagegaan wat de minimaal benodigde hoogte van de toplaag is. Voor vak 1 van sectie 1 zou een 43 cm hoge zuil volstaan. Voor sectie 2 (vak 12) en 3 (vak 24) kunnen geen kleinere zuilhoogtes worden toegepast.

Conclusie: Alleen voor sectie 1 zou een kleinere zuilhoogte toegepast kunnen worden. Met 2 cm is de winst in hoogte echter beperkt. Daarom is ervoor gekozen om bij het UO uit te gaan van standaard hoogte.

Rekenbestand:
`Steentoets v23.1.1_2100_Quattroblocks_UO - optimalisatie.xlsm`

7.3 Soortelijk gewicht toplaag

Bij het bepalen van de dikte van de Basalton Quattroblocks is uitgegaan van een standaard soortelijk gewicht van 2.300 kg/m^3. Als optimalisatie kan een hoger soortelijk gewicht leiden tot lagere zuilen. In deze paragraaf wordt het verschil in zuilhoogte in beeld gebracht bij een hoger soortelijk gewicht.

Per sectie is voor het vak met de kleinste factor "g/t" nagegaan wat de minimaal benodigde hoogte van de toplaag bij een soortelijk gewicht van 2.600 kg/m^3 is. Voor vak 1 van sectie 1 zou een 35 cm hoge zuil volstaan. Voor sectie 2 (vak 12) en 3 (vak 24) volstaat een respectievelijk 27 en 25 cm hoge zuil.
NB Voor sectie 2 zou bij toepassing van 27 cm hoge zuilen eventueel ook een 5 cm dunnere filterlaag kunnen worden toegepast

Conclusie: Als wordt uitgegaan van standaard zuilhoogtes kan bij sectie 2 geen kleinere zuilhoogte worden toegepast als wordt uitgegaan van een soortelijk gewicht van 2.600 kg/m^3. Voor sectie 1 en 3 kan respectievelijk een 10 en 5 cm kleinere zuilhoogte worden toegepast. Bij sectie 2 kan

alleen winst geboekt worden als geen standaard zuilhoogtes worden gebruikt (de winst is dan 3 cm (en 5 cm voor de filterlaag).

Rekenbestand:
`Steentoets v23.1.1_2100_Quattroblocks_UO – optimalisatie.xlsm`

7.4 Stabiliteitsfactor toplaag

In het DO is uitgegaan van een toplaag van Basalton Quattroblocks. Echter in het bestek wordt de optie geboden dat de aannemer Rona®Ton XL kan toepassen. Deze toplaag heeft een lagere stabiliteitsfactor. Om inzicht te krijgen in de laagdiktes bij deze optie, is per sectie nagegaan wat de opbouw van de steenzettingsconstructie dan wordt. Gebruik van Rona®Ton XL leidt tot de volgende opbouw:

- Sectie 1
    - 50 cm hoge Rona®Ton XL
    - 10 cm dikke uitvullaag (D15=17 mm, porositeit=0,4)
    - Geotextiel
    - 95 cm dikke filterlaag (D15=2 mm, porositeit=0,3)
    - Geotextiel
- Sectie 2
    - 35 cm hoge Rona®Ton XL
    - 10 cm dikke uitvullaag (D15=17 mm, porositeit=0,4)
    - Geotextiel
    - 50 cm dikke filterlaag (D15=2 mm, porositeit=0,3)
    - Geotextiel
- Sectie 4
    - 35 cm hoge Rona®Ton XL
    - 10 cm dikke uitvullaag (D15=17 mm, porositeit=0,4)
    - Geotextiel
    - 30 cm dikke filterlaag (D15=2 mm, porositeit=0,3)
    - Geotextiel

Conclusie: Gebruik van Rona®Ton XL leidt tot een 5 cm hogere zuil. Bij sectie 1 kan daarentegen wel een 10 cm dunnere filterlaag worden toegepast. Bij secties 2 en 3 kan 5 cm dunnere filterlaag worden toegepast. Merk op dat de keuze voor een hoger soortelijk gewicht tot een optimalisatie van de laagdiktes kan leiden.

Rekenbestand:
`Steentoets v23.1.1_2100_RonaTon XL_UO.xlsm`

8 Beheer en onderhoud

Voor het beheer en onderhoud zijn de volgende aspecten van belang:

- Aanwezigheid voegvulling toplaag (hoeveelheid en materiaaleigenschappen) van steenslag en gietasfalt.
- Traptreden worden glad, dit moet periodiek geïnspecteerd worden en zo nodig schoongemaakt worden. Dit is neergelegd bij zwemvereniging en gemeente.
- In het stormseizoen is het risico te groot dat de leuning bij de zwemtrap door de golven beschadigd wordt of het zetsteen beschadigt. Daarom moet de leuning in het stormseizoen verwijderd zijn.
- Inspecteren op gebroken stenen. Reserve stenen op voorraad hebben om te kunnen repareren (quattroblock is toch een special)
- Aansluiting zetsteen op asfalt: zetsteen kan verzakken en gaat het wijken, dan ingieten.

Bovenstaande aspecten worden nader uitgewerkt in het B&O plan.

Verwijzingen

[1] HHNK, „Technische uitgangspuntennota. HWBP planuitwerking Helderse Zeewering Den Helder, V3. Registratienummer: 25.08730,” 2026.

Bijlage 1: Rekenbestanden