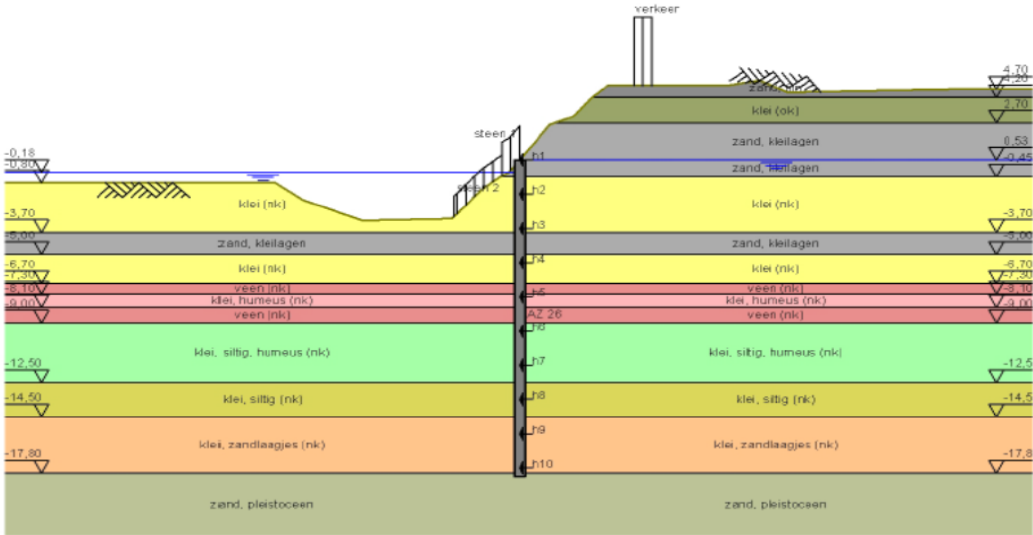


## STERKTEBEREKENING DAMWAND SPUIHAVEN

### Bodemopbouw en grondparameters

Voor de bodemopbouw is de schematisering toegepast zoals gehanteerd in de toetsing afschuiving voorland (Fugro, 2006).



**Figuur 1 Bodemopbouw Spuihaven**

Aan de hand van het beschikbare grondonderzoek en tabel 1 van NEN 6740 zijn per grondlaag de representatieve sterkteparameters vastgesteld en weergegeven in Tabel 1. De conusweerstand volgt uit de Fugro sondering. Daarmee zijn per laag het volumiek gewicht, de cohesie en phi bepaald uit tabel 1 van NEN6740. De horizontale beddingsconstanten zijn ontleend aan tabel 3.3 van CUR 166 6<sup>e</sup> druk. Voor de wrijvingshoek is  $\delta = 2/3 \phi$  aangehouden. Voor de overconsolidatiecoëfficiënt (OCR) is 1,3 aangehouden.

**Tabel 1 Representatieve waarden van grondparameters**

Omschrijving	Conusweerstand [MPa]	Volumiek gewicht droog/nat [kN/m <sup>3</sup> ]	Cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	Phi [°]	Delta [°]	K1 [kN/m3]	K2 [kN/m3]	K3 [kN/m3]
Klei	0.8	17	5	17.5	5.7	2000	800	500
Klei siltig	1-2	18	5	22.5	15	4000	2000	800
Klei humeus	0.6	15	1	15	10	2000	800	500
Klei siltig, humeus	0.8-1	15	1	22.5	15	2000	800	500
Klei zandlaagjes	1-2	18	2	27.5	18.3	4000	2000	800
Veen	0.4	12	2.5	15	10	1000	500	250
Zand met kleilagen	2-8	18/20	0	25	16.7	6000	4000	2000
Zand Pleistoceen	10-22	18/20	0	32.5	21.6	12000	6000	3000
Zand fijn	5	17/19	0	30	20	12000	6000	3000

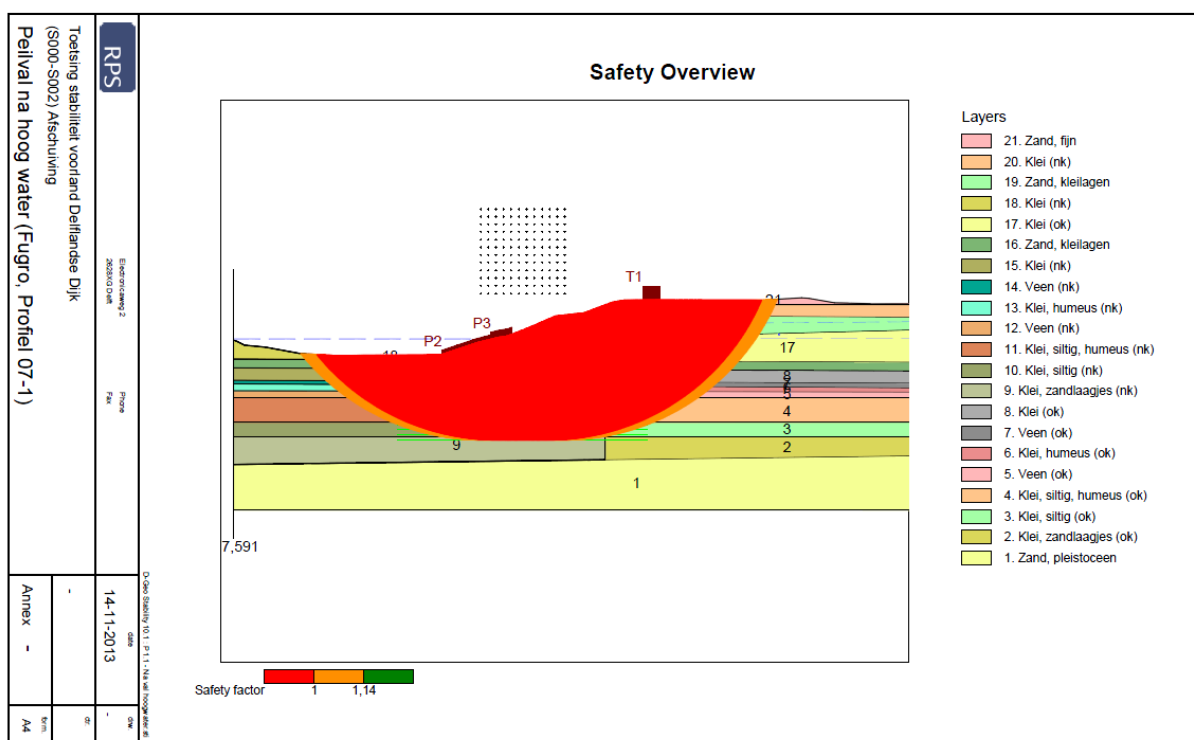
## Belastingen

Verkeersbelasting = 15 kN/m<sup>2</sup> op de kruin (overgenomen uit de toetsingsrapportage)

Gewicht steenbekleding = 4,5 kN/m<sup>2</sup> (effectief gewicht) onder water (tot NAP -0,50 m) en 7,5 kN/m<sup>2</sup> boven water (vanaf NAP -0,50 m). Hierbij wordt uitgegaan van basaltzuilen met een soortelijk gewicht van 29 kN/m<sup>3</sup>, een zuilhoogte van 0,30 m en een correctie i.v.m. ruimte tussen de zuilen van 15%. Dit leidt tot een gewicht van 0,85\*0,3 m \*29 kN/m<sup>3</sup> = 7,5 kN/m<sup>3</sup>. Onder water bedraagt het effectief gewicht dan 0,85\*0,3 m\*19 kN/m<sup>3</sup> = 4,5 kN/m<sup>3</sup>

## Installatiediepte

De minimaal benodigde installatiediepte om een glijcirkel met safety factor 1,14 te realiseren is NAP - 17,50 m (Safety overview D-Geo Stability). Dit is vlak boven het pleistocene zand. Om zettingen te voorkomen is er voor gekozen om de onderkant damwand door te zetten tot in de zandlaag tot NAP - 19,00 m.



Figuur 2 Safety Overview val na hoogwater (zichtjaar 2100)

## Veiligheidsklasse

De damwand valt onder CUR veiligheidsklasse III (primaire dijkversterkingen).

## Corrosie

De beoogde levensduur van de damwand is 100 jaar. In tabel 3 is de te verwachten corrosiesnelheid aangegeven. Hierbij is als uitgangspunt tabel 9.2 en 9.3 uit de CUR 166 6<sup>e</sup> druk gehanteerd.

Tabel 2 Corrosie snelheid

zijde	Corrosie snelheid	Omschrijving	Tabel CUR
Voorzijde	3,50 mm in 100 jaar	Zout water in het intergetijdengebied, rond de waterlijn	9.3
Achterzijde	1,20 mm in 100 jaar	Ongeroerde, schone bodem	9.2

Corrosie leidt tot een reductie van het weerstandsmoment en daarmee dus het maximaal opneembaar moment. Afhankelijk van het type damwand en de corrosiesnelheid kan met het programma 'Durability' berekend worden hoeveel reststerkte de damwand aan het eind van zijn levensduur over heeft. In dit geval is minimaal een AZ26 profiel benodigd voor voldoende stijfheid tijdens het aanbrengen van de 21,5 meter lange planken. Voor een AZ26 profiel bedraagt de reductiefactor 0,69.

### Fasering optredende situaties

De ontwerpsituatie (zichtjaar 2100) betreft 'val na hoogwater', van 4,1 m NAP naar -0,5m NAP. Zandlagen boven de damwand zijn verzadigd, dit is in stage 1 geschematiseerd als een verhoogde grondwaterstand. Het exacte verloop van de freatische lijn is door Fugro berekend met Plaxflow. Voor deze berekening is slechts de waterstand direct grenzend aan de damwand van belang, dit is NAP +2,00 m. In stage 2 zijn de grondwaterstanden aan beide zijden gelijk, dit is de situatie tijdens de gebruiksfase. In stage 3 zijn de krachten op de damwand aangebracht die optreden bij een bijna afschuiving, dit fenomeen is geschematiseerd met 10 horizontale krachten van 18,3 kN verdeeld over de gehele lengte van de damwand.

### Resultaat sterkteberekening damwand

In tabel 3 zijn de sterkte-eigenschappen van het toegepaste AZ26 damwandprofiel weergegeven.

Tabel 3 Sterkte-eigenschappen van het AZ26 profiel

Type	EI [kNm <sup>2</sup> /m']	Moment max [kNm/m']	Moment max na corrosie [kNm/m']	Hoogte [mm]	Doorsnede oppervlak [cm <sup>2</sup> /m']	Weerstandsmoment [cm <sup>3</sup> /m']	Weerstandsmoment na corrosie [cm <sup>3</sup> /m']
AZ26	116570	624	431	427	198	2600	1800

Uit de sterkteberekening met D-Sheetpiling (zie bijgevoegde berekeningsrapportage) volgt dat het maximaal moment bij afschuiving 136 kNm bedraagt. Dit valt ruim binnen het beschikbare maximum opneembaar moment (na corrosie). Hiermee is aangetoond dat het gekozen profiel AZ26 voldoet aan de eisen ten aanzien van de benodigde sterkte voor de ontwerpperiode tot het zichtjaar 2100. De constructie zal dan in 2050 ook voldoen, gezien er dan minder corrosie heeft plaatsgevonden en het moment op de constructie in de situatie 'peil na val' bovendien kleiner is. Gelet op het relatief lage maximum moment zou een AZ18 profiel ook volstaan, maar gezien de lengte (21,5 m) van de plank is dit profiel uitvoeringstechnisch waarschijnlijk niet haalbaar.