



# Kadeverbetering Alkmaardermeer

Uitwerking DO per traject



# Kadeverbetering Alkmaardermeer

Uitwerking DO per traject

Opdrachtgever: Hoogheemraadschap

Referentie: R-01

Revisie: 2

Datum: 31 juli 2018

**Iv-Infra b.v.**

Ingenieursbureau met Passie voor Techniek



Titel document: Kadeverbetering Alkmaardermeer

Ondertitel document: Uitwerking DO per traject

Referentie: R-01

Revisie: 2

Datum: 31 juli 2018

Opdrachtgever: Hoogheemraadschap

Projectnummer opdrachtgever:

Project: HHNK, opstellen PPWW waterkering Alkmaardermeer

Opgesteld door:	C.T.J.D.M. Steenbergen	Paraaf:
	J. Fila	Paraaf:
Gecontroleerd door:	M. v.d. Neut/ A. v. Sabben	Paraaf:
Goedgekeurd door:	M. v.d. Neut	Paraaf:



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1.	Aanleiding	7
1.2.	Doel	8
1.3.	Leeswijzer	8
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>9</b>
2.1.	Kadeklasse en veiligheidsklasse	9
2.2.	Levensduur	10
2.3.	Normhoogte en ontwerphoogte	10
2.4.	Geometrie	11
2.5.	Geotechnische schematisering	11
2.6.	Geotechnische sterkteparameters	12
2.7.	Hydraulische uitgangspunten	13
2.8.	Belastingen	14
2.9.	Corrosie damwanden	14
<b>3</b>	<b>Jachthaven 't Hoorntje</b>	<b>15</b>
3.1.	Indeling sectie	15
3.1.1.	Resultaten toetsing	15
3.2.	Uitwerking DO per kadevak	16
3.2.1.	Kadevak DWK-4250-01n	16
3.2.2.	Kadevak DWK-4260-01-1a	16
3.2.3.	Kadevak DWK-4260-01-1b	18
3.3.	Uitvoeringssaspecten en aandachtspunten vervolgfase	21
<b>4</b>	<b>Sluisbuurt te Uitgeest</b>	<b>22</b>
4.1.	Indeling sectie	22
4.1.1.	Resultaten toetsing	22
4.2.	Uitwerking DO per kadevak	23
4.2.1.	Kadevak DWK-4310-01c	23
4.3.	Uitvoeringsaspecten en aandachtspunten vervolgfase	35
<b>5</b>	<b>Zeilschool 't Stokpaardje te Uitgeestermeer</b>	<b>36</b>
5.1.	Indeling sectie	36
5.1.1.	Resultaten toetsing	37
5.2.	Uitwerking DO per kadevak	37
5.2.1.	Kadevak DWK-4310-01e	37
5.3.	Uitvoeringsaspecten en aandachtspunten vervolgfase	38



<b>6</b>	<b>Lagendijk te Uitgeest</b>	<b>39</b>
6.1.	Indeling sectie	39
6.1.1.	Resultaten toetsing	39
6.2.	Uitwerking DO per kadevak	40
6.2.1.	Kadevak DWK-4310-01h	40
6.3.	Uitvoeringsaspecten en aandachtspunten vervolgfase	48
<b>7</b>	<b>Dorp de Woude</b>	<b>49</b>
7.1.	Indeling sectie	49
7.1.1.	Resultaten toetsing	50
7.2.	Uitwerking DO per kadevak	51
7.2.1.	Kadevak DWK-4420-01-3b	51
7.2.2.	Kadevak DWK-4420-01-3c	55
7.2.3.	Kadevak DWK-4420-01-3d	57
7.2.4.	Kadevak DWK-4420-01-3e	58
7.3.	Uitvoeringsaspecten en aandachtspunten vervolgfase	65
<b>8</b>	<b>Referenties</b>	<b>66</b>
<b>BIJLAGEN</b>		<b>67</b>
<b>A.</b>	Berekeningsrapport kadevak DWK-4260-01-1b (Jachthaven 't Hoorntje) – onverankerde stalen damwand – D-Sheet Piling	67
A.1.	Berekeningsrapportage SWECO	68
A.2.	Berekeningsrapportage IV-Infra	69
<b>B.</b>	Berekeningsrapport kadevak DWK-4310-01c (Sluisbuurt te Uitgeest) – verankerde houten damwand – D-Sheet Piling	71
B.1.	Berekeningsrapportage SWECO	72
B.2.	Berekeningsrapportage Iv-infra	73
<b>C.</b>	Berekeningsrapporten kadevak DWK-4310-01h (Lagendijk te Uitgeest) – houten palenrij – D-Geo Stability en D-Sheet Piling	76
C.1.	Huidige stabiliteit, D-Geo Stability	77
C.2.	Stabiliteit met tuimelkade zonder palenrij, D-Geo Stability	78
C.3.	Stabiliteit met tuimelkade en palenrij, D- Geo Stability	79
C.4.	Sterkteberekening houten palenrij, D-Sheet Piling	80
C.5.	Sterkte-eigenschappen houten palen	81
<b>D.</b>	Berekeningsrapport kadevak DWK-4420-01-3b (Dorp de Woude) –onverankerde stalen damwand – D-Sheet Piling en D-Foundations	82
D.1.	Sterkeberekening stalen damwand, D-Sheet Piling	83
D.2.	Berekening verticaal draagvermogen, D-Foundations	84
<b>E.</b>	Waterwinplaats brandweer kadevak DWK-4420-01-3c (Dorp de Woude)	85
<b>F.</b>	Berekeningsrapporten kadevak DWK-4420-01-3e (Dorp de Woude) – verankerde houten plankenbeschoeiing – D-Sheet Piling	86
F.1.	Sterkteberekening houten damwandplanken, D-Sheet Piling	87



F.2.	Toetsing ankers	88
F.3.	Sterkte-eigenschappen houten damwandplanken	89

# 1 Inleiding

## 1.1. Aanleiding

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) is beheerder van ruim 1.000 km regionale waterkering, waaronder de boezemkades rond het Alkmaardermeer. De waterkering rond het Alkmaardermeer is opgedeeld in strekkingen met oplossingen in landelijk gebied en strekkingen met oplossingen in stedelijk gebied. Uit de uitgevoerde toetsing volgt dat deze kades niet alle aan de gestelde norm voldoen en zijn afgekeurd op verschillende toetssporen. De landelijke trajecten zijn eerder al versterkt, de resterende vijf te versterken stedelijke trajecten zijn weergegeven in Figuur 1-1.



Figuur 1-1: Overzicht vijf stedelijke strekkingen



HHNK heeft Iv-Infra gevraagd om voor de afgekeurde strekkingen in stedelijk gebied te komen tot een Definitief ontwerp, een Projectplan Waterwet en een RAW bestek. Voor verschillende strekkingen zijn reeds ontwerpen opgesteld, deze zijn als uitgangspunt gebruikt om tot gevraagde producten te komen. Eerder is een memo [9] opgesteld waarin een overzicht wordt gegeven van de scope per traject, de beschikbare gegevens, reeds uitgewerkte ontwerpen en omgevingsonderzoeken.

## **1.2. Doel**

In dit rapport wordt het DO voor alle strekkingen gepresenteerd en uitgewerkt voor de strekkingen waarvoor in een eerdere fase nog geen ontwerp is uitgewerkt.

## **1.3. Leeswijzer**

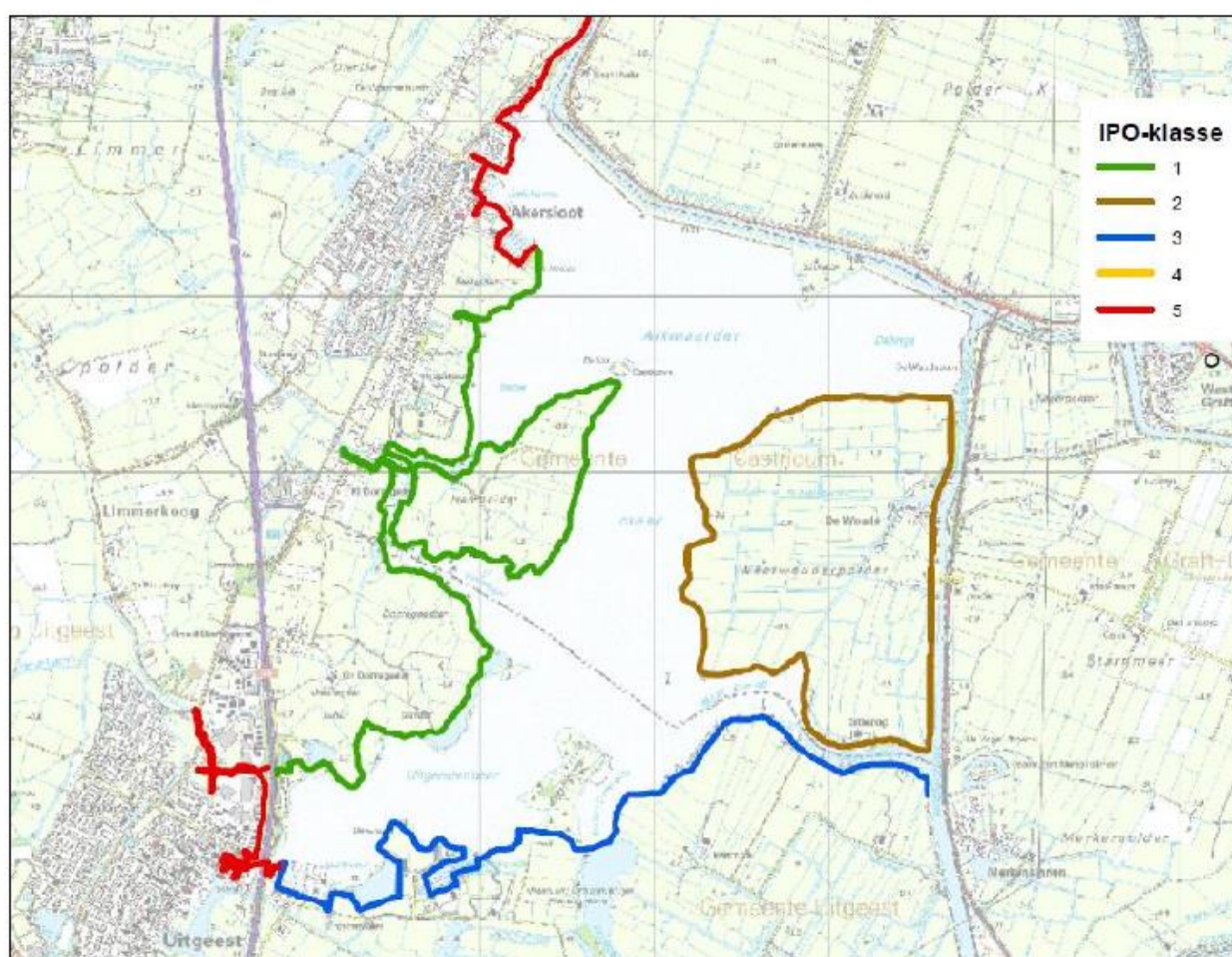
In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten gegeven om te komen tot een DO per strekking. In de hieropvolgende hoofdstukken 3 tot en met 7 wordt per traject het DO besproken, onderverdeeld per kadevak. Voor de kadevakken waarvoor in een eerdere fase nog geen DO is uitgewerkt wordt dit hier uitgewerkt. In hoofdstuk 8 zijn de referenties gegeven.



## 2 Uitgangspunten

### 2.1. Kadeklasse en veiligheidsklasse

De boezemkades rond het Alkmaardermeer zijn ingedeeld in verschillende IPO-klassen.



Figuur 2-1: Indeling per IPO-klasse rond het Alkmaardermeer

De veiligheidsklassen voor de beschouwde strekkingen zijn gegeven in Tabel 2-1.



Tabel 2-1: Indeling veiligheidsklasse per kadevak

Kadevak	IPO-klasse [-]	Veiligheidsnorm [per jaar]	Schadefactor [-]	RC-klasse [-]
DWK-4250-01n	V	1/1000	1.0	II
DWK-4260-01-1a en b	V	1/1000	1.0	II
DWK-4310-01-c, f, g en h	V	1/1000	1.0	II
DWK-4420-01-3	II	1/30	0.85	I

De maatgevende omstandigheid bij falen van een damwand is bij laag water. In dergelijke gevallen keert het huidige maaiveld voldoende. De schade is daarom gering, dus dit valt onder RC1. RC1 is daarnaast gelijk aan de oude CUR-klasse 2, wat voorheen het voorschrift voor regionale keringen was. Op basis van voorgaande redenering is op wens van het waterschap veiligheidsklasse RC1 aangehouden in de damwandberekeningen.

## 2.2. Levensduur

Ten aanzien van de ontwerplevensduur voor de verschillende materialen worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Stalen damwand: 100 jaar.
- Houten damwand: 30 jaar.
- Grondoplossing: 30 jaar.
- Ophogen van een bestaande constructie: 15 jaar.

## 2.3. Normhoogte en ontwerphoogte

Voor de verschillende kadevakken worden de normhoogtes en ontwerphoogtes gehanteerd als gegeven in onderstaande tabel. Hierbij wordt uitgegaan van de volgende zettingen voor de verschillende materialisaties.

- Stalen damwand: 1 mm/jaar.
- Houten damwand: 3 mm/jaar.
- Grondoplossing: 3 mm/jaar.
- Ophogen van een bestaande constructie: 3 mm/jaar.

Voor een nieuwe stalen of houten damwand, of het ophogen van de bestaande damwand is het uitgangspunt dat de aanleghoogte gelijk is aan de ontwerphoogte. Voor grondoplossingen wordt gerekend met een toeslag van 5 cm ten gevolge van primaire zetting en klink (geen extreme ophogingen). Uitgangspunt hierbij is dat de ophoging bij de uitvoering goed wordt verdicht.



Tabel 2-2: Overzicht normhoogtes, ontwerphoogtes en aanleghoogtes per kadevak

Traject	Kadevak	Beoogde oplossing	Normhoogte [m+NAP]	Ontwerphoogte [m+NAP]	Aanleghoogte [m+NAP]
<b>Jachthaven 't Hoorntje</b>	DKW-4250-01n	Grondoplossing	0,2	0,3	0,35
	DWK-4260-01-1a	Ophogen bestaande damwand	0,2	0,25	0,25
	DWK-4260-01-1b	Nieuwe stalen damwand	0,2 (incl. toeslag effect steigers als golfbreker)	0,2	0,2
<b>Sluisbuurt te Uitgeest</b>	DWK-4310-01c	Nieuwe houten damwand	0,1	0,2	0,2
		Eventueel ophogen damwand reeds vernieuwde deel		0,15	0,15
<b>Zeilschool 't Stokpaardje te Uitgeestermeer</b>	DWK-4310-01e	Grondoplossing	0,2	0,25	0,25
		Verhogen bestaande damwand		0,25	0,25
<b>Lagendijk te Uitgeest</b>	DWK-4310-01h	Grondoplossing	0,2	0,3	0,35
		Houten palenrij		n.v.t.	n.v.t.
		Ophoging bestaande kunstwerk		0,25	0,25
<b>Dorp de Woude</b>	DWK-4420-01-3b	Stalen damwand	0,1	0,2	0,2
		Houten damwand		0,2	0,2
	DWK-4420-01-3c	Grondoplossing (ophogen kruin)	0,1	0,2	0,25
	DWK-4420-01-3d	Grondoplossing (ophogen weg)	0,1	0,2	0,25
DWK-4420-01-3e	Grondoplossing (ophogen weg)	0,1	0,2	0,25	

## 2.4. Geometrie

De geometrie wordt gebaseerd op de aangeleverde gegevens en inmetingen, dit wordt indien van toepassing beschouwd per sectie.

## 2.5. Geotechnische schematisering

Voor de geotechnische schematisering wordt per kadevak uitgegaan van het beschikbare geotechnisch lengteprofiel [4].



## 2.6. Geotechnische sterkteparameters

De sterkteparameters voor de verschillende grondlagen zijn aangehouden conform de parameterset van HHNK [1] (bepaald bij een rekpercentage van 5%). De rekenwaarden van de sterkteparameters worden gehanteerd in de stabiliteitsberekeningen. De karakteristieke waarden van de sterkteparameters worden doorgaans bepaald bij een rekpercentage van 2%. Deze waarden zijn niet beschikbaar, daarom wordt een reductiefactor van 10% gehanteerd op karakteristieke waarden die worden toegepast in de D-Sheet Piling berekeningen.

Tabel 2-3: Geotechnische sterkteparameters - karakteristieke waarden en rekenwaarden

Materiaal	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{droog}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_{kar}$ [kPa]	$\phi_{kar}$ [°]	$c_{kar}^*$ [kPa]	$\phi_{kar}^*$ [°]	$c_{reken}$ [kPa]	$\phi_{reken}$ [°]
Ophoogklei***	16,0	16,0	1,5	20	-	-	1,3	17,6
Klei_dijkmateriaal h	13,9	6,9	1,1	27,4	1,0	25,0	0,9	24,3
Klei-dijkmateriaal z_s	16,7	11,5	0,0	36,2	0,0	33,4	0,0	32,4
Klei_bovenveen s_z_h	15,4	9,3	0,0	34,8	0,0	32,0	0,0	31,1
Hollandveen_o_dijk - DM	10	1,8	1,5	23,8	1,4	21,7	1,3	20,9
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	9,9	1,5	2,6	22,8	2,3	20,7	2,2	20,1
Hollandveen_o_dijk – VW (ZO)	9,8	1,6	1,6	21,1	1,4	19,2	1,3	18,5
Hollandveen_o_dijk – NZ_kanaal	9,9	2,2	0,0	27,0	0,0	24,6	0,0	23,9
Hollandveen_n_dijk	9,8	1,4	0,5	23,5	0,5	21,4	0,4	20,7
Kleiig veen	11,5	4,0	2,5	21,3	2,3	19,3	2,1	18,7
Klei_onderveen s_z_h_o_dijk	15,4	9,1	2,9	30,7	2,6	28,1	2,4	27,3
Klei_onderveen s_z_h_n_dijk	15,3	9,0	1,7	28,0	1,5	25,6	1,4	24,8
Klei_onderveen s_h2_o_dijk	13,9	6,9	1,1	29,3	1,0	26,8	1,0	26,0
Klei_onderveen s_h2_n_dijk	14,0	7,1	1,1	27,4	1,0	25,0	0,9	24,3
Klei_onderveen s_h2 <-5,5m NAP	14,1	7,7	0,0	19,3	0,0	17,5	0,0	16,9
Klei_wadzanden_gelaagd o_dijk	16,3	10,5	0,0	26,1	0,0	23,8	0,0	23,1
Zand**	19	17	0,0	30,0	-	-	0,0	26,7

Bijmenging (k2 = matig kleiig, s = siltig, z = zandig, h = humeus)  
 Locatie (o = onder de dijk, n = naast de dijk)  
 Bij het Hollandveen onder de dijk is daarnaast nog onderscheid gemaakt tussen DM = droogmakerij,  
 VW (NW) = veenweidegebied noordwest, VW (ZO) = veenweidegebied zuidoost en NZ\_kanaal = Noordzeekanaal.  
 \* Aangezien bovenstaande sterkteparameters bepaald zijn behorende bij een vervorming van 5%, is er een reductiefactor van 10% gehanteerd voor de karakteristieke waarden in de D-Sheet Piling berekeningen.  
 \*\* Karakteristieke sterkteparameters voor zand los aangehouden op basis van de conusweerstand conform EC7.  
 \*\*\* Karakteristieke sterkteparameters ingeschat op basis van EC7.

Voor de wandwrijvingshoek is voor veen een waarde van  $0 \cdot \phi$ , voor klei een waarde van  $0,5 \cdot \phi$  en voor zand een waarde van  $2/3 \cdot \phi$  aangehouden.



De beddingsconstanten voor de grondlagen die zijn geschematiseerd in de berekeningen zijn aangehouden volgens CUR 166 [10]. Voor de waarden van de schelpfactoren voor de grondlagen waarin wordt gestaffeld zijn de waarden ingeschat aan de hand van CUR228 tabel 2.2 [11].

Tabel 2-4: Aangehouden beddingsconstanten en schelpfactoren

Grondsoort	Schelpfactoren [-]	K1 [kN/m <sup>3</sup> ]	K2 [kN/m <sup>3</sup> ]	K3 [kN/m <sup>3</sup> ]
Ophoogklei	-	2000	800	500
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	1,3	1000	500	250
Klei_dijkmateriaal h	1,5	2000	800	500
Klei_onderveen s_z_h_n_dijk	1,5	2000	800	500
Zand	1,8	12000	6000	3000

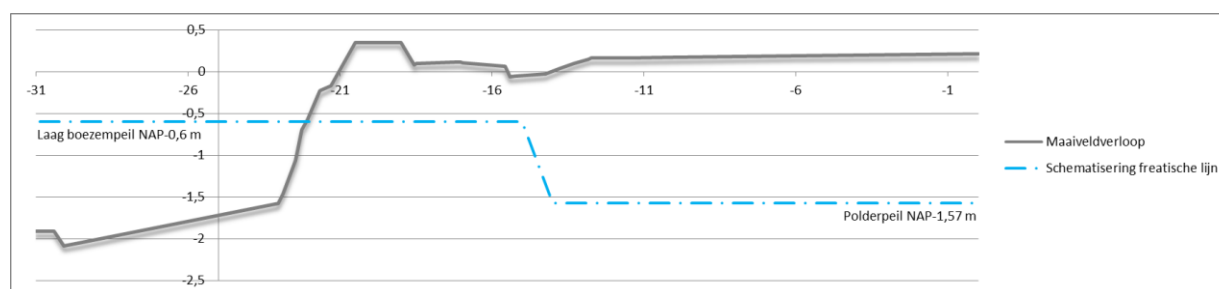
## 2.7. Hydraulische uitgangspunten

De hydraulische randvoorwaarden per kadevak zijn overgenomen vanuit de toetsing van Antea Group [3] en zijn gegeven in Tabel 2-5.

Tabel 2-5: Hydraulische randvoorwaarden per kadevak

Kadevak	stijghoogte [m +NAP]	streefpeil [m+NAP]	peil bij droogte [m +NAP]	MBP [m +NAP]	polderpeil winter [m +NAP]	polderpeil zomer [m +NAP]
DWK-4250-01 n	-1,1	-0,5	-0,6	0,00	-1,50	-1,50
DWK-4260-01-1a en b	-1,1	-0,5	-0,6	0,00	-1,50	-1,50
DWK-4310-01 c, f, g en h	-1,1	-0,5	-0,6	0,00	-1,57	-1,57
DWK-4420-01-3	-1,1	-0,5	-0,6	0,00	-1,44	-1,42

Voor de stijghoogte in de diepere watervoerende pakketten is een conservatieve waarde aangehouden van NAP-1,10 m. Het laagst voorkomende boezempeil is aangehouden op NAP-0,6 m [3]. Ten behoeve van de berekening van STBU voor kadevak DWK-4310-01h is onderstaande schematisering van de freatische lijn aangehouden conform [3].



Figuur 2-2: Schematisering freatische lijn t.b.v. bepaling STBU kadevak DWK-4310-01h



## 2.8. Belastingen

Op trajecten waar een verharde weg op de kade aanwezig is wordt gerekend met een bovenbelasting van  $13 \text{ kN/m}^2$  over een breedte van 2,5 m. Op trajecten waar een onverharde weg of fietspad op de kade aanwezig is, wordt gerekend met een bovenbelasting van  $5 \text{ kN/m}^2$  over een breedte van 2,5 m. De bovenbelasting per kadevak is gegeven in onderstaande tabel. Per kadevak waar berekeningen voor zijn gemaakt is de in rekening te brengen bovenbelasting separaat beschouwd.

Tabel 2-6: Bovenbelasting per kadevak.

Kadevak	Bovenbelasting [kN/m <sup>2</sup> ]
DWK-4420-01-3b en c	5
DWK-4420-01-3d	13
DWK-4250-01n	5
DWK-4260-01-1a en b	5
DWK-4310-01 c, f, g en h	13 <sup>1</sup>
DWK-4420-01-3b t/m e	13 <sup>2</sup>

## 2.9. Corrosie damwanden

Voor het ontwerp van stalen damwandconstructies wordt voor de verschillende grondlagen gerekend met de materiaalafname als van gevolg corrosie als gegeven in CUR166 tabel 9.2 en 9.3 [10]. Een overzicht van de gehanteerde afroestingswaarden in verschillende omgevingen voor een levensduur van 100 jaar is gegeven in Tabel 2-7. De reductiefactoren op de sterkte en stijfheid van de damwand zijn bepaald met behulp van Durability [14].

Tabel 2-7: Corrosietoeslagen stalen damwand over 100 jaar

Grondsoort	Materiaalafname als gevolg van corrosie per zijde [mm]
Atmosferische zone	1,0
Permanent onder waterzone	3,5
Ongeroerde schone bodem (klei)	1,2
Zure bodem (veen)	3,25
Ongeroerde schone bodem (zand)	1,2

<sup>1</sup> Op dit traject ligt de kade langs bedrijventerreinen en langs de jachthaven waar mogelijk met zwaar verkeer wordt gereden. Bij het definitief ontwerp kan hiervan afgeweken worden mits voldoende onderbouwd.

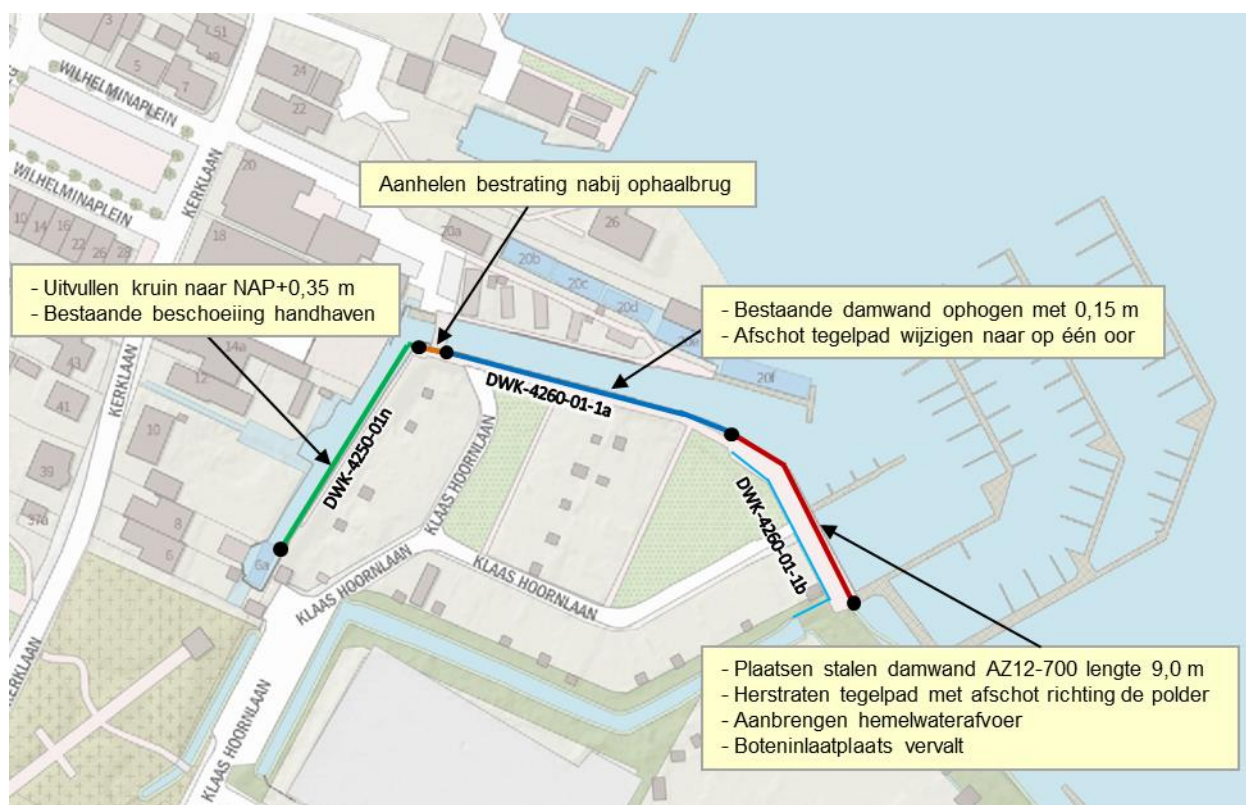
<sup>2</sup> Op dit traject is op de kruin van de kade een weg aanwezig. Normaliter wordt, bij aanwezigheid van een asfaltverharding op de kruin van de kade, rekening gehouden met een verkeersbelasting van  $13 \text{ kN/m}^2$ . Op De Woude kan alleen verkeer komen via de Pont Akersloot. De veerpont heeft een maximum gewicht dat leidt tot een lagere maximale verkeersbelasting op de kruin. Bij het uitwerken van de definitief ontwerp kan, indien wenselijk, onderbouwd afgeweken worden van de hier gepresenteerde waarde.

## 3 Jachthaven 't Hoorntje

### 3.1. Indeling sectie

In onderstaande figuur is een indeling gegeven van het traject dat dient te worden versterkt. Het gaat om de volgende drie kadevakken:

- DWK-4250-01n
- DWK-4260-01-1a
- DWK-4260-01-1b



Figuur 3-1: Indeling kadevakken met beoogde oplossingen Jachthaven 't Hoorntje

#### 3.1.1. Resultaten toetsing

De kruin van de waterkering is gemiddeld 15 centimeter te laag.

De visuele staat van de damwanden voor kadevak 4250-01n en 4260-01-1a oogt goed. Deze damwand is op korte termijn niet aan vervanging toe. De damwand van traject 4260-01-1b oogt slecht.

De waterkering moet voldoen aan veiligheidsklasse 5 conform de IPO-normering, dat resulteert in een stabiliteitsnorm van minimaal 1,05. De binnenwaartse stabiliteit van de waterkering wordt goedgekeurd op basis van restbreedte met een stabiliteitsfactor van SF 1,88. De buitenwaartse stabiliteit in combinatie met

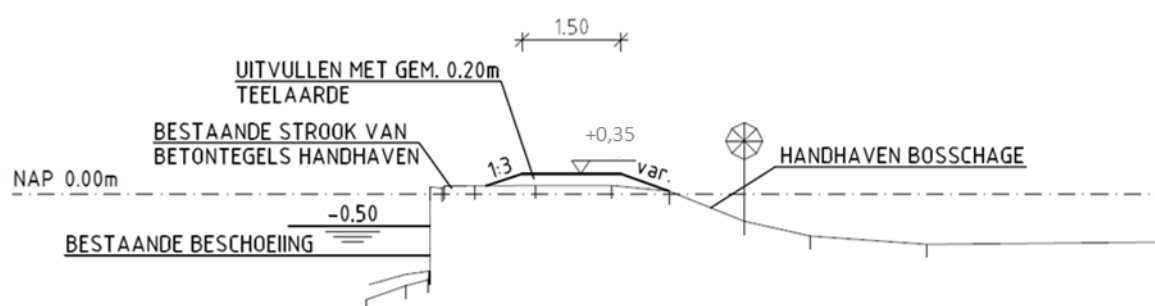
de damwand wordt beschouwd in de definitief ontwerp. Het faalmechanisme Piping is als niet relevant beschouwd omwille van de grondslag.

## 3.2. Uitwerking DO per kadevak

In onderstaande paragrafen is per kadevak het DO uitgewerkt.

### 3.2.1. Kadevak DWK-4250-01n

Voor dit kadevak is in een eerdere fase het ontwerp uitgewerkt [1]. Het gaat om een grondoplossing tot een aanleghoogte van NAP+0,35 m door middel van grondaanvulling van gemiddeld 0,2 tot 0,25 m op de bestaande kade. Op deze wijze wordt de kruin van de bestaande kering boven normhoogte gebracht. Het straatwerk richting de ophaalbrug wordt opnieuw gelegd en aangesloten op de kadeverbetering.



Profiel 4250-01N (Sander Recreatie)  
Schaal 1:100

Figuur 3-2: Oplossing kadevak DWK-4250-01n

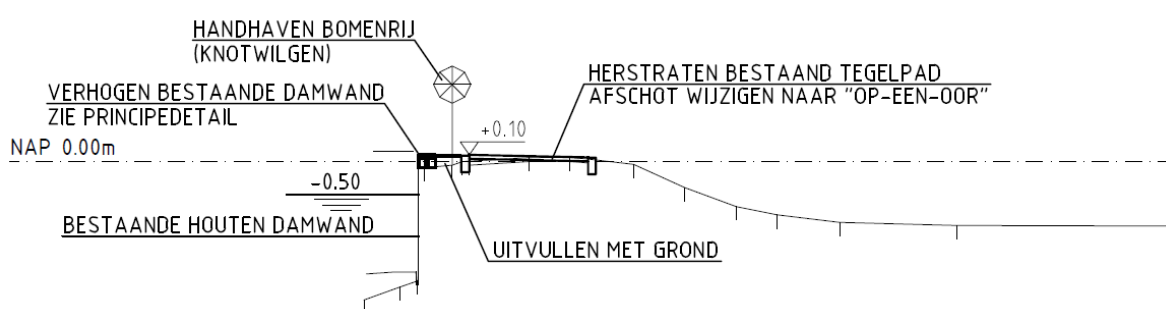
Aandachtspunt bij het definitief ontwerp is de invloed van de ophoging op de stabiliteit van de bestaande damwand. Door Grontmij is voor kadevak DWK4260-01-1a (waar dezelfde bestaande houten damwand aanwezig is) een analyse uitgevoerd voor het beschouwen van de invloed van de ophoging van de kade op de bestaande houten damwand. Hieruit blijkt dat de huidige damwand niet voldoet op sterkte en stabiliteit indien wordt opgehoogd achter de damwand. Hierbij moet worden opgemerkt dat de sterkte van planken is ingeschat en tevens de huidige situatie waarschijnlijk niet voldoet in de berekening. Een nadere analyse van de huidige beschoeiing lijkt niet zinvol, gezien de onzekerheden over de eigenschappen en de huidige sterkte van de houten planken. De staat van de planken is bij de zichtbare delen van de constructie ook goed. Daarnaast is in de berekening niet meegenomen dat er een tegel van 50 cm breed blijft liggen tussen de bestaande damwand en de ophoging. Gezien de geringe ophoging en voorgaande is de verwachting dat de invloed op de stabiliteit minimaal is en worden in overleg met het waterschap geen aanvullende maatregelen getroffen.

### 3.2.2. Kadevak DWK-4260-01-1a

Voor dit kadevak is een eerdere fase het ontwerp uitgewerkt [1]. Het gaat om een ophoging van de bestaande damwand tot een aanleghoogte van NAP+0,25 m waarbij een houten balk van gemiddeld 15 cm dikte op de bestaande houten damwand (waarvan de huidige visuele staat goed is) wordt bevestigd. Op deze wijze wordt de kruin van de bestaande kering boven normhoogte gebracht. De aansluiting van kadevak

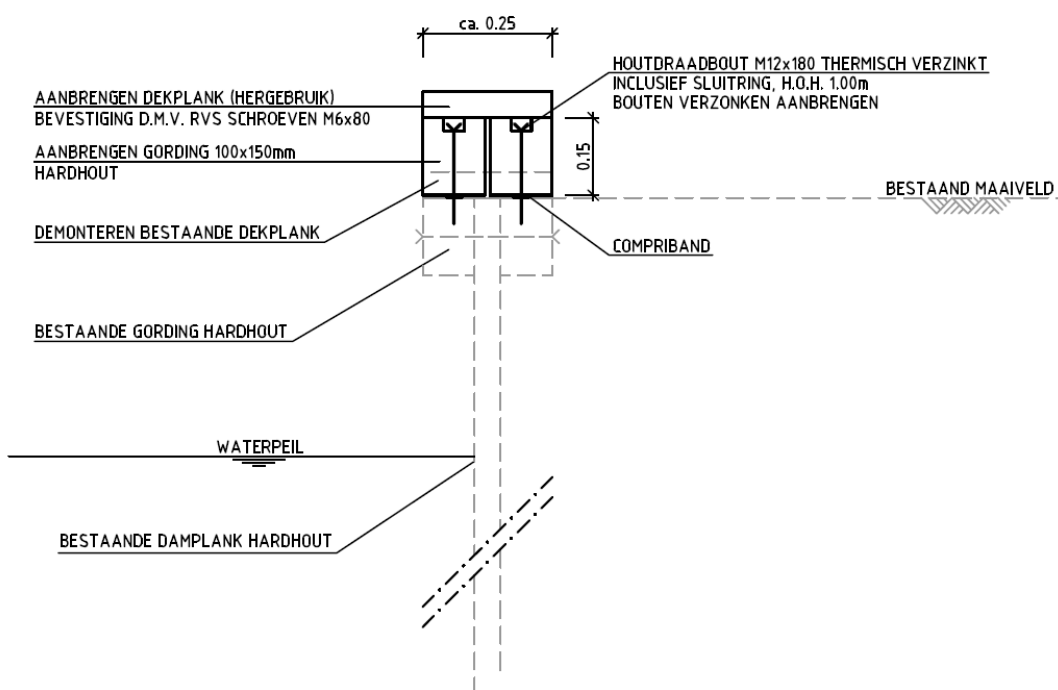


4250-01n naar 4260-01-1a wordt gemaakt in het herstraten van de bestrating bij de brug. Het tegelpad langs de damwand moet in de nieuwe situatie opnieuw onder afschot worden aangesloten op de verhoogde damwand. Het tegelpad watert dan af in de richting van de polder. Wat betreft de stabiliteit van de bestaande houten damwand geldt hetzelfde als hiervoor is genoemd voor kadevak DWK-4250-01n. Geadviseerd wordt om de aanvulling achter de damwand gewichtsneutraal uit te voeren waarbij de belasting op en hierdoor de stabiliteit van de huidige constructie niet zal wijzigen ten opzichte van de huidige situatie.



Profiel 4 260-01-1A1 (Sander Recreatie)

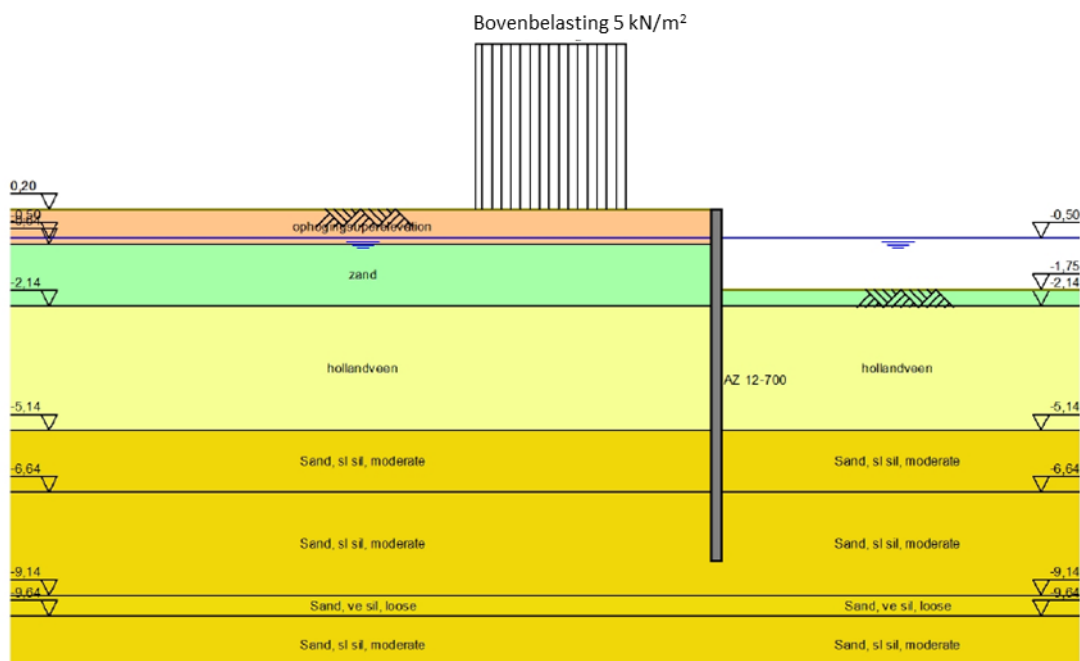
Schaal 1:100



Figuur 3-3: Oplossing kadevak DWK-4260-01-1a met detail

### 3.2.3. Kadevak DWK-4260-01-1b

Voor dit kadevak is in een eerdere fase door SWECO [5] een stalen onverankerde damwand berekend. De stalen damwand wordt onderdeel van de waterkering. Het achterliggende tegelpad wordt op afschot richting de polder gelegd. Het gehanteerde rekenmodel is weergegeven in Figuur 3-4. Het volledige berekeningsrapport is opgenomen in Bijlage A.1.



Figuur 3-4: Rekenmodel stalen damwand kadevak DWK-4260-01-1b conform ontwerp SWECO [5]

Een aanvullende berekening is opgesteld, aangezien in de eerdere berekening het draagvermogen niet is getoetst en er vraagtekens waren van het waterschap ten aanzien van de input in de eerder opgestelde berekeningen. De berekening voor de op draagkracht ontworpen damwand is in bijlage A.2.2 uitgewerkt. De uitgangspunten t.a.v. belastingen e.d. zijn overgenomen van de berekening van SWECO, aangezien deze eerder zijn afgestemd met het waterschap.

Daarnaast is een aanvullende berekening opgesteld voor een stalen damwand, die niet zettingsvrij berekend is. Hierbij is een marge aangehouden bovenop de normhoogte, waardoor de damwand enigszins mag verzakken. De bestaande steigers voor dit kadevak hebben een reducerend effect op de golfhoogte ter plaatse van de damwand, waardoor een aanleghoogte van NAP+0,20 m gehanteerd wordt. Deze berekening is hieronder uitgewerkt.

#### Bodemopbouw

De grondopbouw is bepaald op basis van het geotechnisch lengteprofiel [4] en sondering 9, uitgevoerd door MOS Grondmechanica b.v. [5]. Een overzicht van de bodemopbouw is gegeven in Tabel 3-1.



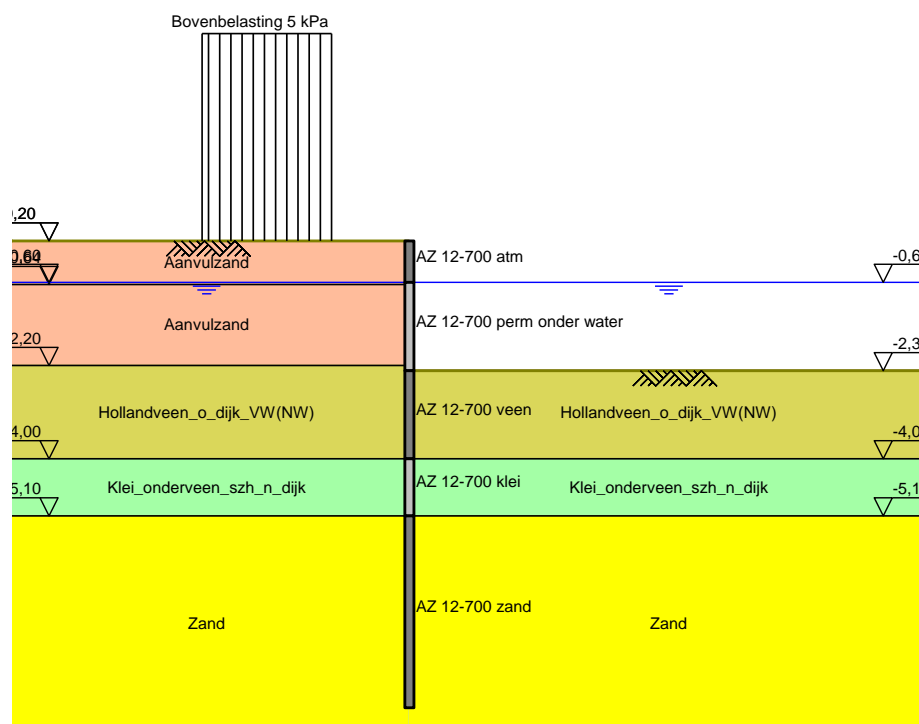
Tabel 3-1: Gehanteerde bodemopbouw Jachthaven 't Hoorntje

Bodemopbouw	b.k. laag [m +NAP]	Laagdikte [m]
Aanvulzand	0,2	0,84
Zand	-0,64	1,56
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-2,2	1,8
Klei_onderveen_s_z_h_n_dijk	-4,0	1,1
Zand	-5,1	-

### Rekenmodel

Het gehanteerde rekenmodel is weergegeven in Figuur 3-5. Het volledige berekeningsrapport is opgenomen in Bijlage A.2.1. Op deze kade kan geen zwaar verkeer komen. Aangezien in de normale situatie auto's niet dicht op de kaderand kunnen komen, wordt gerekend met een bovenbelasting van 5 kPa over een breedte van 2,5 m beginnend op een afstand van 1,50 m vanaf de damwand. De waterstand aan de boezemzijde is aangehouden op laag boezempeil. Aan de actieve zijde is de waterstand tevens aangehouden op laag boezempeil waarbij een drainage moet worden aangebracht in de damwand op NAP-0,6 m. Dit kan door gaten in de damwandkassen aan de brengen in iedere kas van  $\varnothing$  100 mm. Op deze hoogte is de invloed op de sterkte en stijfheid verwaarloosbaar. Een marge op een eventueel groter waterstandsverschil wordt in D-Sheet Piling meegenomen volgens de RC-klasse.

Het uitgangspunt is dat er geen boten afmeren aan de kade. In het rekenmodel zijn geen bolder-, afmeer- en aanvaarbelastingen opgenomen.



Figuur 3-5: Rekenmodel stalen damwand kadevak DWK-4260-01-1b



De eigenschappen van de toe te passen constructie zijn gegeven in Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Eigenschappen onverankerde stalen damwand

Eigenschap	Waarde
Damwandtype	AZ12-700 (S240) met gaten Ø100 mm op NAP-0,6 m in ieder kas
Kopniveau	NAP+0,2 m
Teenniveau	NAP-8,8m
Planklengte	9,0 m

### Toetsing sterkte

De uitvoer van het D-Sheet Piling model is weergegeven in Tabel 3-3. De volledige uitvoer is gegeven in Bijlage A.2.1.

Tabel 3-3: Resultaten damwand kadevak DWK-4260-01-1b

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-115,10	70,92	0,0	46,0	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-114,48	69,61	0,0	45,5	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	51,5	-62,44	31,09	0,0	22,6	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-74,92	37,31			
2	EC7(NL)-Step 6.3		<b>-130,99</b>	<b>85,55</b>	<b>0,0</b>	<b>51,7</b>	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		-130,97	84,94	0,0	51,6	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	60,9	-70,79	36,76	0,0	24,7	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-84,95	44,12			
Max			<b>-130,99</b>	<b>85,55</b>	<b>0,0</b>	<b>51,7</b>	---

Het maatgevend moment op ca. NAP-6,2 m is gelijk aan 131,0 kNm/m. De representatieve waarde van de normaalkracht als gevolg van negatieve kleeft op dit niveau is verwaarloosbaar klein en wordt niet opgenomen in de sterktoetsing.

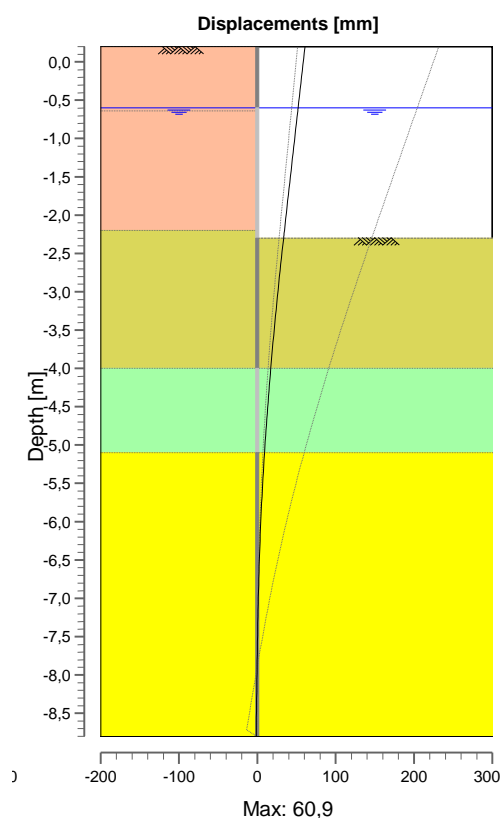
De maximale spanning in de damwand met gestaffelde planken voldoet op sterkte met u.c. = 0,87, zie de berekening hieronder voor een onderbouwing:

$$\sigma_{s;d} = \frac{M_{s;d}}{W_{corr}} = \frac{130,99 * 10^6}{0,78 * 1205 * 10^3} = 139 \text{ N/mm}^2 < 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (voldoet)}$$

Het gekozen damwandprofiel voldoet voor de gekozen staalkwaliteit (S240).

### Toetsing vervorming

De berekende vervorming is gelijk aan 60,9 mm op de kop van de damwand. Zie Figuur 3-6. In [12] wordt voor stabiliteitsschermen in een primaire waterkering een grenswaarde van 100 mm gesteld. Hier gaat het om een regionale kering. De berekende vervorming voldoet aan de grenswaarde en wordt acceptabel geacht.



Figuur 3-6: Vervorming damwand kadevak DWK-4260-01-1b

### Toetsing verticaal draagvermogen

Het verticaal draagvermogen is beschouwd waarbij een berekening uitwijst dat langere planken (ca. 13 m) moeten worden toegepast dan nu in de berekening is aangehouden om de constructie zettingsvrij aan te kunnen brengen. Met de gekozen lengtes van de planken van 9,0 m zal de constructie niet zettingsvrij zijn. Er is gerekend met de aanleghoogte van de damwandplanken van NAP+0,2 m waarin een marge zit verwerkt op de normhoogte. Op wens van het waterschap worden de planken daarom niet zettingsvrij aangebracht.

### 3.3. Uitvoeringssaspecten en aandachtspunten vervolgfase

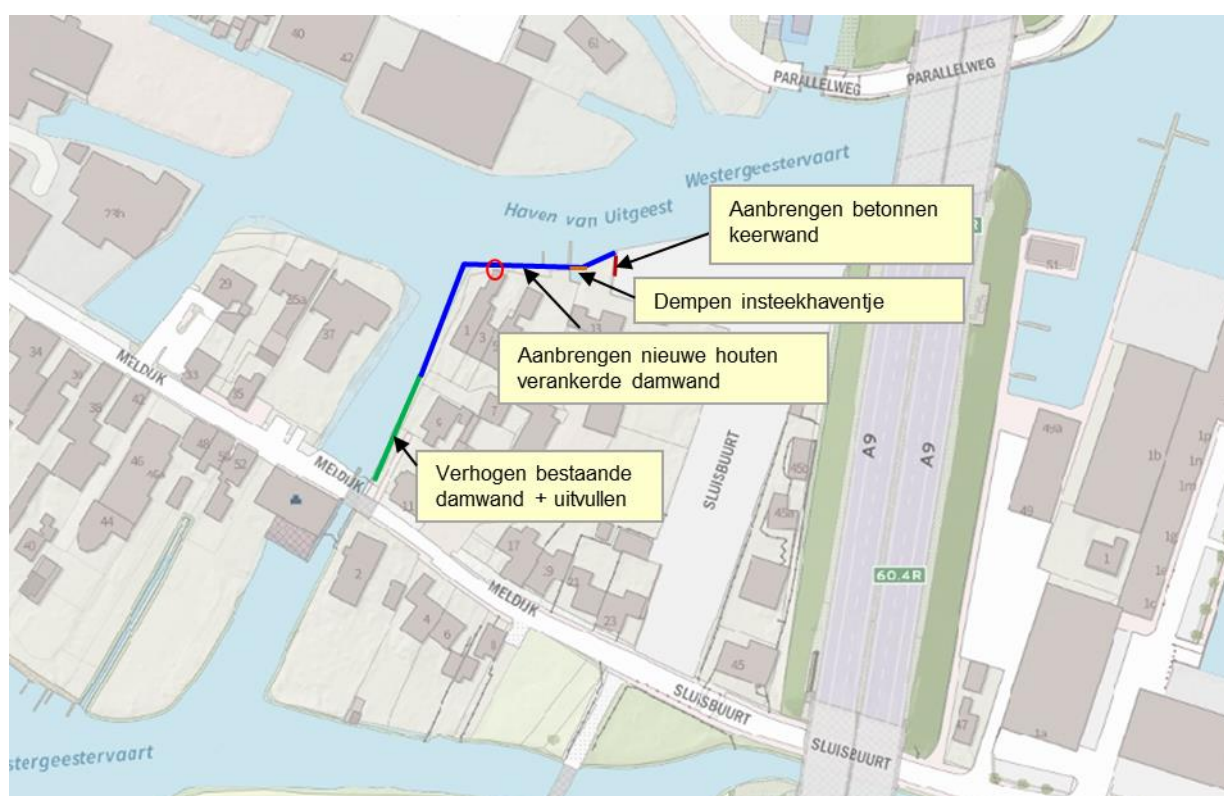
Uitgangspunt voor het aanbrengen van de stalen damwandplanken in kadevak DWK-4260-01-1b is dat deze vanaf de boezem worden aangebracht waarbij rekening gehouden dient te worden met de beperkte diepgang. De aangrenzende aanlegsteigers zullen tijdelijk verwijderd moeten worden. Het ophogen van de bestaande damwand met aanvulling kan vanaf de landzijde plaatsvinden. De uitvoeringswijze dient in de vervolgfase door de aannemer te worden beschouwd.

## 4 Sluisbuurt te Uitgeest

### 4.1. Indeling sectie

In onderstaande figuur is een indeling gegeven van het traject dat dient te worden versterkt. Het gaat om het volgende kadevak:

- DWK-4310-01c.



Figuur 4-1: Indeling kadevakken met beoogde oplossingen Sluisbuurt te Uitgeest

#### 4.1.1. Resultaten toetsing

De kruin van de waterkering is gemiddeld 10 centimeter te laag. De visuele staat van de damwanden en beschoeiingen oogt voor de eerste 35 meter vanaf de Meldijk gezien goed. Het resterende traject tot het terrein van watersport Ike oogt matig en er is bekend dat de damwand op enkele plaatsen onderloops is. Dit houdt in dat er grond onder de damwand weg vloeit, oftewel dat de damwand niet alle grond aan de landzijde kan keren. Dit is voor de stabiliteit van de damwand niet als relevant beschouwd, echter kan hier wel overlast door worden ervaren.

De waterkering moet voldoen aan veiligheidsklasse 5 conform de IPO-normering, dat resulteert in een stabiliteitsnorm van minimaal 1,05. De binnenwaartse stabiliteit van de waterkering wordt goedgekeurd op basis van restbreedte met een stabiliteitsfactor van SF 1,69. De buitenwaartse stabiliteit in combinatie met

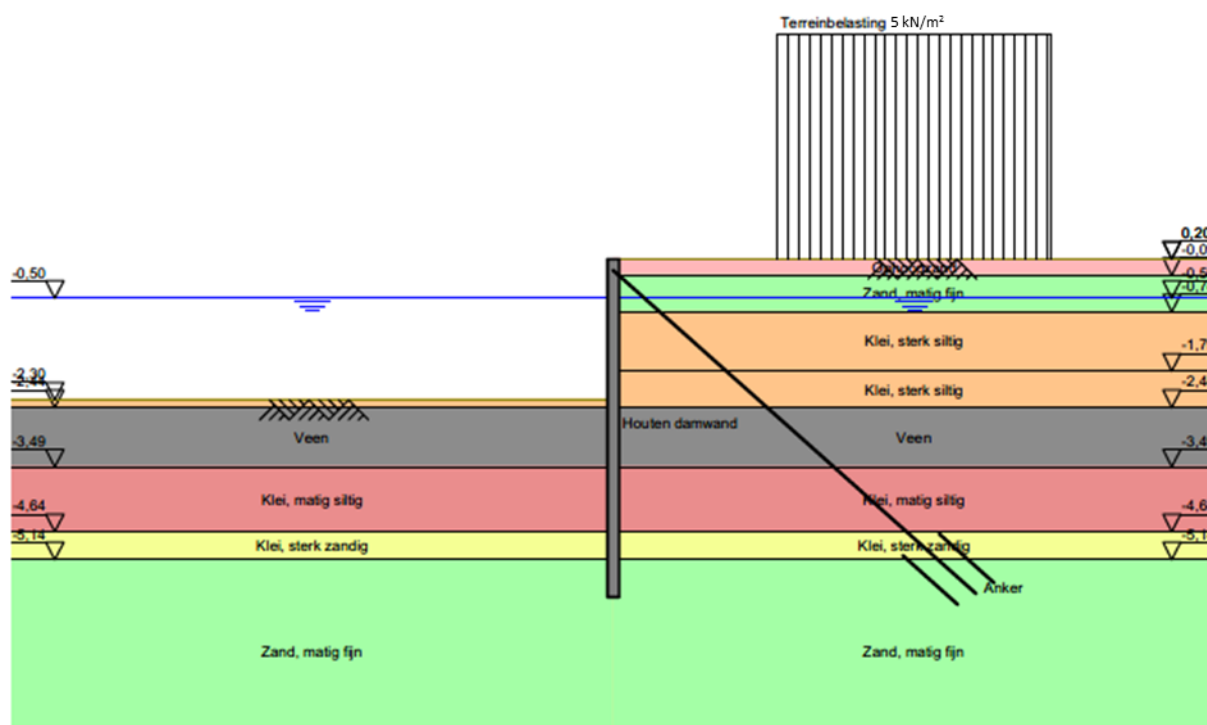
de damwand wordt visueel stabiel beschouwd op basis van de condities van de damwand. Het faalmechanisme Piping is als niet relevant beschouwd omwille van de grondslag.

## 4.2. Uitwerking DO per kadevak

In onderstaande paragrafen is per kadevak het DO uitgewerkt.

### 4.2.1. Kadevak DWK-4310-01c

Voor dit kadevak is in een eerdere fase een ontwerp uitgewerkt. Uitgangspunt hierbij was dat langs het gehele kadevak een houten verankerde damwand wordt toegepast. Het ontwerp hiervan is uitgewerkt door SWECO [6]<sup>3</sup>. Het gehanteerde rekenmodel is weergegeven in Figuur 4-2 (waarbij bovenbelastingen en overige uitgangspunten zijn afgestemd met het waterschap). Het volledige berekeningsrapport is opgenomen in Bijlage B.1.



Figuur 4-2: Rekenmodel houten verankerde damwand kadevak DWK-4310-01c conform ontwerp SWECO [6]

Het insteekhaventje wordt gedempt (zie Figuur 4-1). De verankering steekt op een diepte van 6 m –mv ca. 3,3 m uit de rand van de kade. Deze ruimte is overal aanwezig langs de kade, behalve bij de hoek van het gebouw als rood omcirkeld in Figuur 4-1. Hier is op maaiveldniveau slechts ca. 1,65 m beschikbaar tussen de kaderand en de belending. Dit zou betekenen dat het anker hier ongeveer op 2,9 m – mv de gevellijn kruist en dan nog 1,65 m horizontaal doorloopt onder het gebouw. Omdat de verankering niet mag worden

<sup>3</sup> Bij dit eerdere ontwerp is uitgegaan van de lokale grondopbouw en geen zandaanvulling die straks lokaal aanwezig is ter plaatse van het gedempte insteekhaventje. Een controleberekening is gemaakt met een zandaanvulling achter de damwand.



doorgezet onder het gebouw op de hoek van het kadevak, wordt het anker hier lokaal ingepast. Ter plaatse van het raakvlak met het gebouw (rood omcirkeld) wordt ervoor gekozen de ankers lokaal schuin op de damwand te plaatsen (in het horizontale vlak). De verticale hoek kan dan beperkt blijven tot 60 graden, waardoor de verticale belasting niet toeneemt. Dit is nader uitgewerkt op de DO-tekening.

De eigenschappen van de houten verankerde damwand, ankers en ankerording zijn gegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4-1: Eigenschappen verankerde houten damwand, ankers en ankerording conform OUD ontwerp SWECO [6]

Eigenschap	Waarde
<b>Damwand</b>	
Damwandtype	Hout
Kopniveau	NAP+0,2 m
Teenniveau	NAP-6,2 m
Planklengte	6,0 m
Plankdikte	70 mm
Sterkteklasse	D70
Duurzaamheidsklasse	1
<b>Ankers</b>	
Type anker	Leeuwenanker 100 (schroefinjectieanker)
Boorkop	250 mm
Ankerhoek	60 graden
Aangrijpingspunt anker	NAP+0,0 m
Hart op hart afstand ankers	2,0 m
Bovenkant groutlichaam	NAP-4,0 m
Lengte groutlichaam	4,0 m
Totale lengte anker	6,62 m
<b>Gording boezemzijde</b>	
Afmetingen l*b*h	4500 mm * 150 mm * 200 mm
Sterkteklasse	D70
Duurzaamheidsklasse	1
<b>Gording landzijde</b>	
Afmetingen l*b*h	4500 mm * 150 mm * 200 mm
Sterkteklasse	D70
Duurzaamheidsklasse	1

Een aanvullende berekening is opgesteld voor het ontwerp van de verankerde houten damwand (toetsing ter plaatse van de reguliere snede en een berekening ter plaatse van het gedempte insteekhaventje). Een overzicht van deze berekening is hieronder weergegeven.





### Bodemopbouw

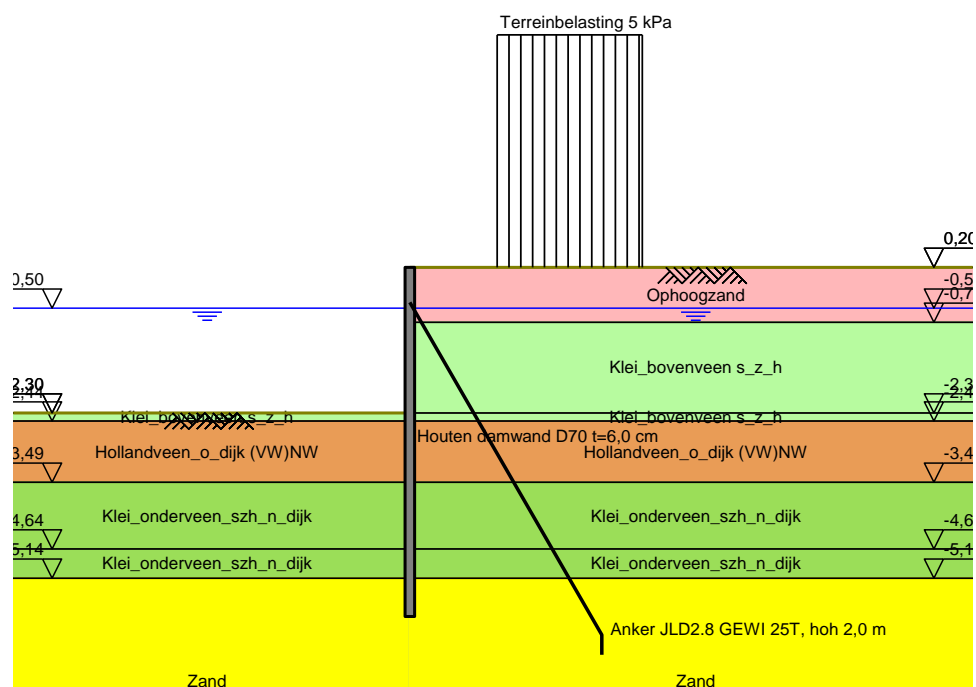
In opdracht van HHNK zijn in een eerdere fase een drietal boringen uitgevoerd ter bepaling van de grondopbouw [6]. Boring 2 heeft de minst stijve bodemopbouw en is daarmee maatgevend. De maatgevende belasting op de verankerde houten damwand bevindt zich ter plaatse van het gedempte insteekhaventje (aanvulling). Een overzicht van de gehanteerde bodemopbouw is gegeven in Tabel 4-2.

Tabel 4-2: Aangehouden bodemopbouw op basis van GTL

Bodemopbouw	b.k. laag [m +NAP]	Laagdikte [m]
Ophoogzand	0,20	0,94
Klei_bovenveen s_z_h	-0,74	1,70
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-2,44	1,05
Klei_onderveen s_z_h_n_dijk	-3,49	1,65
Zand	-5,14	-

### Rekenmodel reguliere snede

Het gehanteerde rekenmodel is weergegeven in onderstaande figuur. Het volledige berekeningsrapport is opgenomen in Bijlage B.2.1. Door de relatief open structuur van de houten planken wordt de waterstand aan beide zijden gelijk gehouden aan gemiddeld boezempeil. Een optredend waterstandsverschil van 0,25 cm wordt impliciet meegenomen volgens RC1. Aangezien auto's in de normale situatie niet dicht op de kaderand kunnen komen, wordt gerekend met een bovenbelasting van 5 kPa over een breedte van 2,5 m beginnend op een afstand van 1,50 m vanaf de damwand. Het ankerniveau is aangehouden op NAP-0,4 m.



Figuur 4-3: Rekenmodel verankerde plankenbeschoeiing reguliere snede



### Minimale lengte damwand

De minimale damwandlengte is bepaald met behulp van D-Sheet Piling. Hieruit volgt een benodigde planklengte van 6,0 m. De kop van de damwand ligt hiermee op NAP+0,2 m (maaiveld) en de teen op NAP-5,8 m. De damwand verzorgt ook de hoogte en daarom is een plank gekozen die met de teen ca. 1 m in het zand is ingebed. Het verticaal draagvermogen van de houten damwandplanken zijn niet getoetst. De ankerkrachten zijn relatief klein en de damwand staat met de teen in het zand waardoor een eventuele zakking naar verwachting gering zal zijn. Daarnaast is gerekend met de aanleghoogte waarin een marge aanwezig is op de normhoogte. In afstemming met het waterschap worden de planken daarom niet zettingsvrij aangebracht.

### Eigenschappen damwand

De dimensies van de houten damwandplank zijn gekozen op basis van de benodigde sterkte. De eigenschappen van de houten plankenbeschoeiing en verankering zijn gegeven in Tabel 4-5. De sterkteklasse van de damwandplanken is D70. Er is uitgegaan van klimaatklasse 3. De minimaal benodigde dikte van de planken is gelijk aan 6,0 cm. De eigenschappen van de houten damwandplanken zijn gegeven in Bijlage B.2.3. Er is uitgegaan van een verankering met klapankers, gezien de grote vervormingen en optredende momenten in de situatie waarbij geen verankering wordt toegepast.

Er is een tweetal berekeningen uitgevoerd:

- Stijfheid houten damwand in BGT (lage stijfheid)
- Stijfheid houten damwand in UGT (hoge stijfheid)

De berekeningen met UGT stijfheid levert de grootste momenten in de damwandplank op. De berekening met BGT stijfheid levert de grootste ankerkrachten en vervormingen op.

### Toetsing sterkte

De uitvoer van het D-Sheet Piling model is weergegeven in Tabel 4-3. De volledige uitvoer is gegeven in Bijlage B.2.1.

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-12,88	-14,05	60,9	65,2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		-11,69	-13,38	66,7	71,0	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	-21,3	-4,54	-6,51	29,7	34,0	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-5,45	-7,82			
2	EC7(NL)-Step 6.3		<b>-15,93</b>	<b>-15,92</b>	68,5	72,4	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.4		-14,74	-15,35	<b>75,8</b>	<b>79,3</b>	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5	-26,8	-5,41	-7,23	33,1	37,9	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-6,49	-8,68			
Max			<b>-15,93</b>	<b>-15,92</b>	<b>75,8</b>	<b>79,3</b>	Sufficient

Tabel 4-3: Resultaten verankerde houten damwand (UGT eigenschappen damwandplanken)



Het maximale moment gelijk aan 15,9 kNm/m treedt op op een niveau van ca. NAP-2,4 m. De sterktoets van de damwand is als volgt:

$$M_{s;d} \leq M_{r;d}$$

Met  $M_{r;d}$  is de momentcapaciteit van de houten damwandplanken.

$$M_{r;d} = f_{m;d} \cdot W = 17,77 \text{ kNm/m}$$

$$u. c. = \frac{M_{s;d}}{M_{r;d}} = \frac{15,93}{17,77} = 0,90 \text{ (voldoet)}$$

De gekozen damwandplanken voldoen.

#### Toetsing dwarskracht

De maximaal optredende dwarskracht is weergegeven in Tabel 4-3. De toets op dwarskracht is als volgt:

$$\tau_{E,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{15920}{60000} = 0,40 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v;0;d} = 1,92 \text{ N/mm}^2$$

$$u. c. = \frac{\tau_{E,d}}{f_{v;0;d}} = \frac{0,40 \text{ N/mm}^2}{1,92 \text{ N/mm}^2} = 0,21 < 1, \text{ voldoet.}$$

#### Toetsing ankers

Aangezien de meest dichtbijzijnde beschikbare sondering 36 relatief ver (ca. 100 m) van de betreffende locatie gelegen is, kan de waarde van de conusweerstand ter hoogte van het verankeringsselement in het zandpakket niet met zekerheid worden bepaald. Er wordt gerekend met een lagere conusweerstand dan in de dichtstbijzijnde sondering is vastgesteld. Er is gerekend met een conusweerstand van 2 MPa ter hoogte van het verankeringsselement, waarbij een grotere ankervoet is gekozen met een ruime veiligheidsmarge op de houdkracht om het risico van een falend anker te verkleinen. Als ankertype zijn JLD klapankers 2.8 toegepast. De diameter van de ankerstaaf (type GEWI 25T) is 25 mm en de lengte van de ankerstaaf (axiaal) is 6,6 m. De hart op hart afstand van de ankers is 2,0 m. De toetsing van de ankers is opgenomen in Bijlage B.2.2.



Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Anker JLD2.8 GEWI 25T...	
		Force [kN]	State
1	EC7(NL)-Step 6.3	44,15	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.4	43,05	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	25,55	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.3	50,54	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.4	<b>51,24</b>	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	29,68	Elastic

Max		<b>51,24</b>	
-----	--	--------------	--

Tabel 4-4: Resultaten ankerkrachten (BGT eigenschappen damwandplanken)

### Toetsing Kranz-stabiliteit

De constructie is getoetst op Kranz-stabiliteit. In onderstaande afdrucken uit D-Sheet Piling is te zien dat de constructie voor de maatgevende fase (BGT-eigenschappen damwandplanken met bovenbelasting) voldoet op Kranz-stabiliteit.

### Verification anchor force

D-Sheet Piling version 18.1 Date : 7/25/2018 Time: 11:39:07 AM

Problem identification INFR170963 Alkmaardermeer stedelijk  
Damwand Sluisbuurt\_BGT

#### Stage 2: Met belasting

Height of anchor wall : 0,68 [m]  
Anchor wall bottom : -6,46 [m]  
Anchor wall top : -5,78 [m]  
Length of anchor : 6,60 [m]  
Cross section of anchor : 200,50 [mm<sup>2</sup>]

Anchorage is: short anchorage

#### Results Kranz calculation:

WARNING: Kranz calculation is only significant if bottom anchor wall is above bottom sheet piling

Sheet piling active (Ea) : 28,281 [kN]  
Horizontal force (Er) : -244,115 [kN]  
Anchor wall active (Eo) : 54,969 [kN]  
Cohesion x length (Ec) : 0,770 [kN]  
Factor due to angle (Es) : 2,157 [-]

Characteristic Kranz anchor strength  
 $Rkr;k = (Ea - (Er + Eo) + Ec) / Es$  : 101,170 [kN]

WARNING: The characteristic Kranz anchor strength is calculated WITH loads.

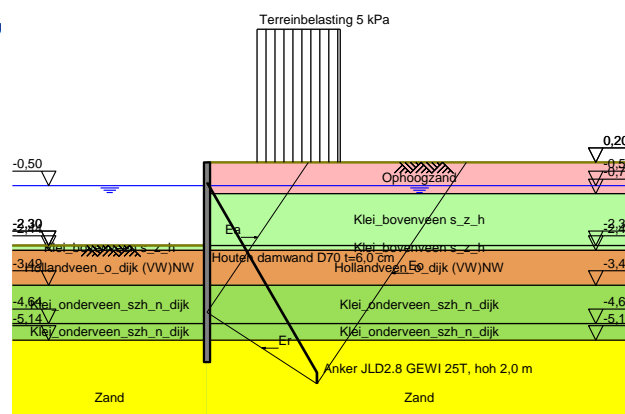
#### Control of anchor (art. 9.7.2(a) NEN 9997-1:2016):

Characteristic Kranz anchor strength (Rkr;k) : 101,170 [kN]  
Actual anchor force CUR (1,5 \* Pmax) : 76,867 [kN]

MET according to CUR/EC7-NL

End of anchor force verification

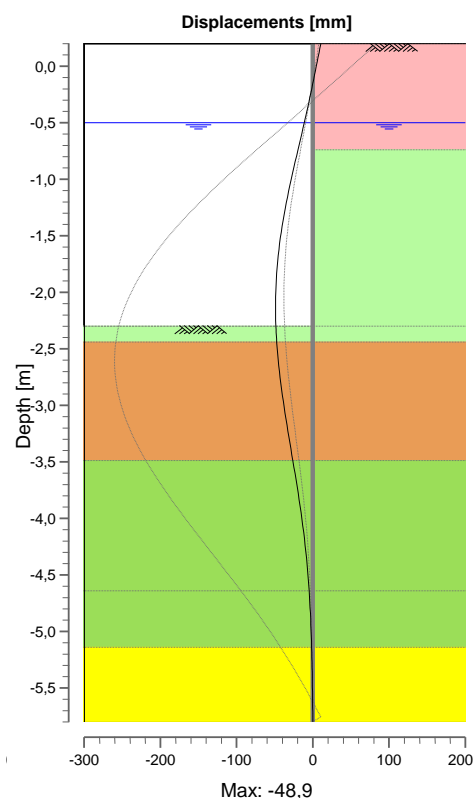
Figuur 4-4: Kranztoets



### Toetsing vervorming

De berekende vervorming in de BGT is gelijk aan 48,9 mm in de buik van de houten damwandplanken op ca. NAP-2,1 m. Zie Figuur 4-5. Er zijn geen vervormingseisen gesteld. De maximale vervorming treedt op onder de waterlijn (op bodemniveau) en wordt vanuit esthetisch oogpunt acceptabel geacht. De maximale

vervorming aan de kop van de damwand is gelijk aan 10,5 mm richting de landzijde. Deze kleine vervorming wordt vanuit esthetisch oogpunt ook acceptabel geacht.

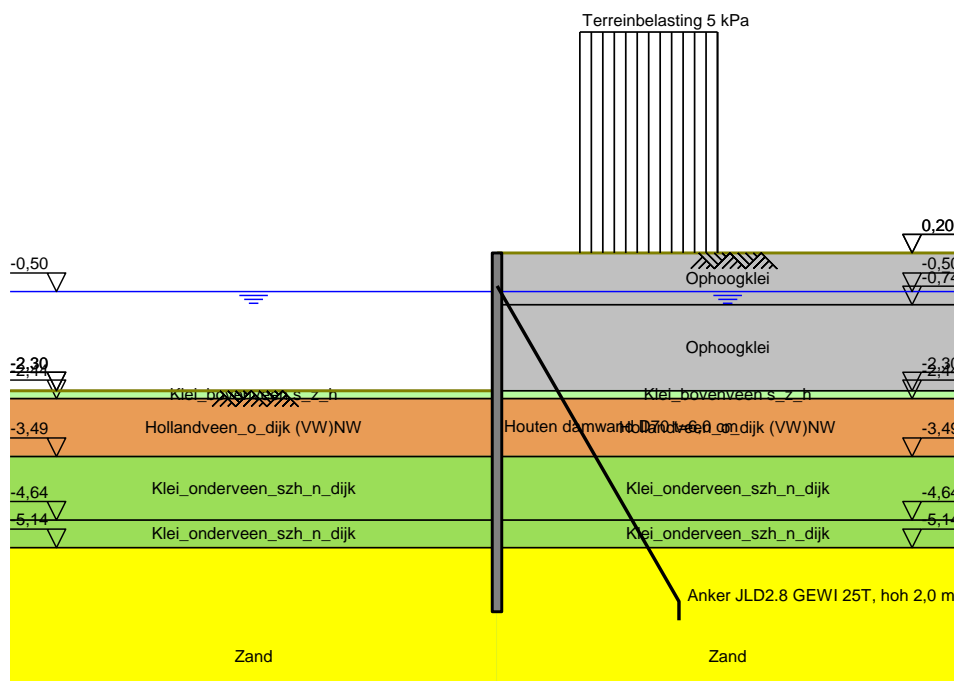


Figuur 4-5: Vervorming BGT houten damwandplanken

#### Berekeningsresultaat houten damwand ter plaatse van gedempt insteekhaventje

Een aanvullende berekening is opgesteld ter plaatse van het gedempte insteekhaventje. Deze berekening is niet uitgebreid gerapporteerd aangezien de berekeningsopzet hetzelfde is als voor de reguliere snede. De resultaten zijn hieronder kort samengevat. Volgens wens van het waterschap wordt het insteekhaventje gedempt met klei (EC2) (om lichtere damwandplanken te kunnen toepassen) en worden eventueel optredende zettingen in een latere fase gecompenseerd.

Uit de berekeningen volgt een 0,5 m langere benodigde planklengte van 6,5 m, eveneens verankerd met een JLD klapanker 2.8. De diameter van de ankerstaaf (type GEWI 25T) is 25 mm. Langs de strekking van de aanvulling is een marge aangehouden op de u.c. van de sterkte van de ankerstang, in verband met mogelijk nazakkende grond op de ankerstangen ten gevolge van de aanvulling. Een overzicht van het rekenmodel is gegeven in Figuur 4-6.



Figuur 4-6: Rekenmodel verankerde plankenbeschoeiing ter plaatse van aanvulling bij insteekhaventje

Een overzicht van de eigenschappen van de houten verankerde damwand ter plaatse van de reguliere snede en ter plaatse van het gedempte insteekhaventje is gegeven in Tabel 4-5.

Tabel 4-5: Eigenschappen verankerde houten damwand ter plaatse van reguliere snede en gedempte insteekhaventje

Eigenschap	Waarde	Waarde
Houten damwand	Reguliere snede	Gedempte insteekhaventje
Kopniveau	NAP+0,2 m	NAP+0,2 m
Teenniveau	NAP-5,8 m	NAP-6,3 m
Planklengte	6,0 m	6,5 m
Plankdikte	0,06 m	0,06 m
Sterkteklasse	D70	D70
Klimaatklasse	3	3
Duurzaamheidsklasse	1	1
<b>Verankering</b>		
Type ankervoet	JLD 2.8	JLD 2.8
Ankerstaaf	GEWI 25T ( $f_y = 500\text{N/mm}^2$ )	GEWI 25T ( $f_y = 500\text{N/mm}^2$ )
h.o.h. afstand ankers	2,0 m	2,0 m
Aangrijpniveau verankering	NAP-0,4 m	NAP-0,4 m
Ankerhoek met maaiveld	60°	60°
Ankerlengte	6,6 m	6,6 m
Horizontaal ruimtebeslag ankers	~ 3,3 m	~ 3,3 m



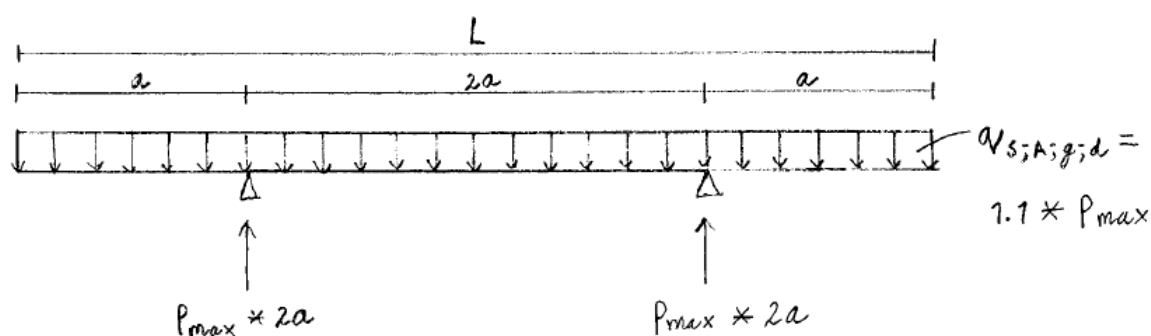
### Dimensionering gording

Een dubbele gording aan de boezemzijde en landzijde wordt toegepast. Als gordingtype wordt een houten balk van 150 mm \* 150 mm gekozen met sterkteklasse D70. De gording wordt afgeschuind aan de bovenzijde i.v.m. duurzaamheid. Hieronder is de gordingberekening opgenomen waarbij is gerekend met het netto-oppervlak waarin afschuiningen niet zijn meegenomen. De maatgevende ankerkrachten vanuit de reguliere snede zijn gehanteerd.

$$W = 2 * \frac{1}{6} * b * h^2 = 2 * \frac{1}{6} * 150 \text{ mm} * (150 \text{ mm})^2 = 1,13 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{R;d} = \frac{f_{m;0;rep} * k_{mod} * k_h}{\gamma_m} = \frac{70 \text{ N/mm}^2 * 0,5 * 1,0}{1,3} = 26,9 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{R;d} = W * \sigma_{R;d} = 30,26 \text{ kNm}$$



Figuur 4-7: Modellerings gording

$$L = 4 \text{ m}$$

$$a = 1 \text{ m}$$

$$q_{S;A;g;d} = 1,1 * P_{max} = 1,1 * 51,24 = 56,36 \text{ kN/m}$$

### Controle moment

$$M_{S;veld;d} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{S;steunpunt;d} = \frac{1}{2} * q_{S;A;g;d} * a^2 = \frac{1}{2} * 56,36 \text{ kN/m} * 1^2 = 28,18 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{S;steunpunt;d}}{M_{R;d}} = \frac{28,18}{30,26} = 0,93 < 1 \rightarrow \text{voldoet}$$



### Controle dwarskracht

$$V_{s;d} = q_{s;A;g;d} * \left(\frac{1}{2} * L - a\right) = q_{s;A;g;d} * a = 56,36 \text{ kN/m} * 1 \text{ m} = 56,36 \text{ kN}$$

$$\tau_{d;max} = 1,5 * \frac{V_{s;d}}{A} = 1,5 * \frac{56,36 \text{ kN/m}}{(2 * 0,150 * 0,150) \text{ m}^2} = 1,88 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v;d} = \frac{f_{v;0;rep} * k_{mod} * \psi_2}{\gamma_m} = 1,92 \text{ N/mm}^2$$

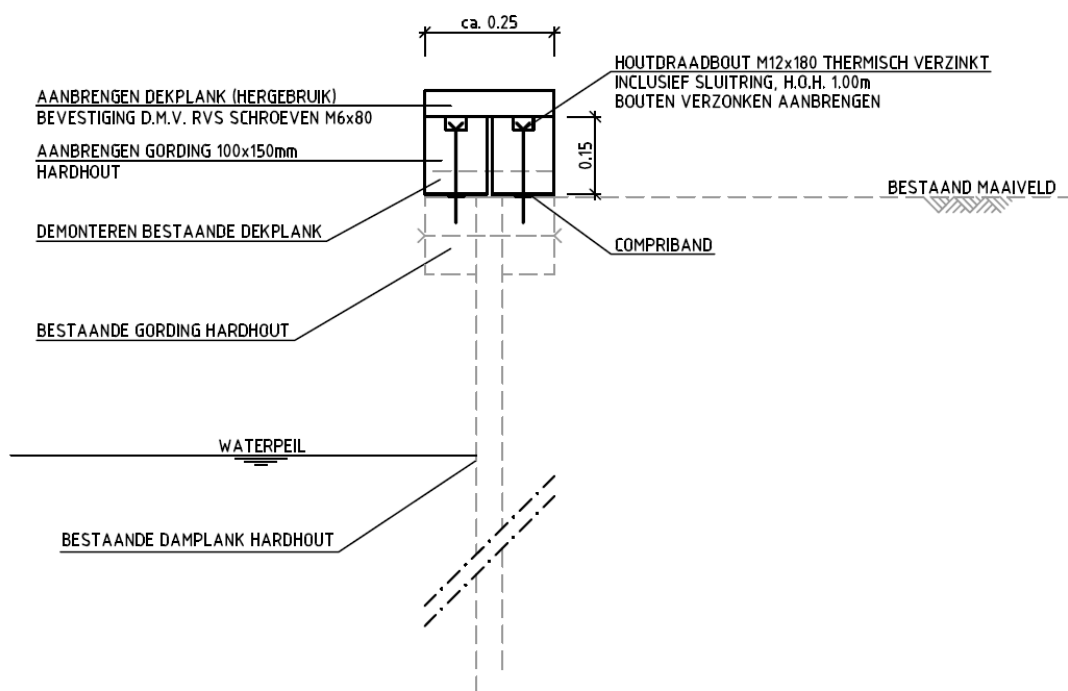
$$\frac{\tau_{d;max}}{f_{v;d}} = \frac{1,88 \text{ N/mm}^2}{1,92 \text{ N/mm}^2} = 0,98 < 1 \rightarrow \text{voldoet}$$

Het verhogen van de levensduur van de houten damwandconstructie wordt bereikt door deze duurzaam te detailleren. Door de juiste detaillering toe te passen worden capillaire naden en horizontale vlakken voorkomen. Tussen de houten damwandplanken en de gording moeten ringen worden aangebracht welke dienen als afstandhouders. Deze ringen dienen een dikte te hebben van minimaal 10 mm en een diameter van circa 80 mm. De bovenzijde van de gordingen dient te worden afgeschuind met een hoek van ongeveer 15 graden ten opzichte van de horizontaal. Door toepassing van deze afschuining veranderen de dimensies van de gording. Aan de bovenzijde van de gording wordt de afschuining toegepast. De netto (rekenkundige) doorsnede van 150 mm x 150 mm dient over te blijven. Aan de onderzijde van de gording dient een waterhol te worden aangebracht om het aflopende water in de gewenste richting te leiden. De afmetingen van de ankerplaat en de dimensies van de boutverbinding gording-damwand dienen in een vervolgfase te worden uitgewerkt.

### Overig deel van de strekking

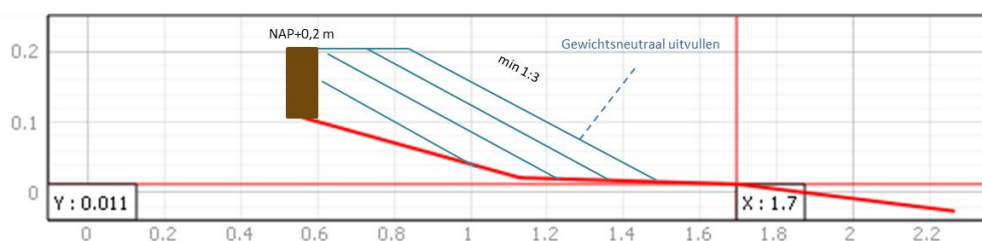
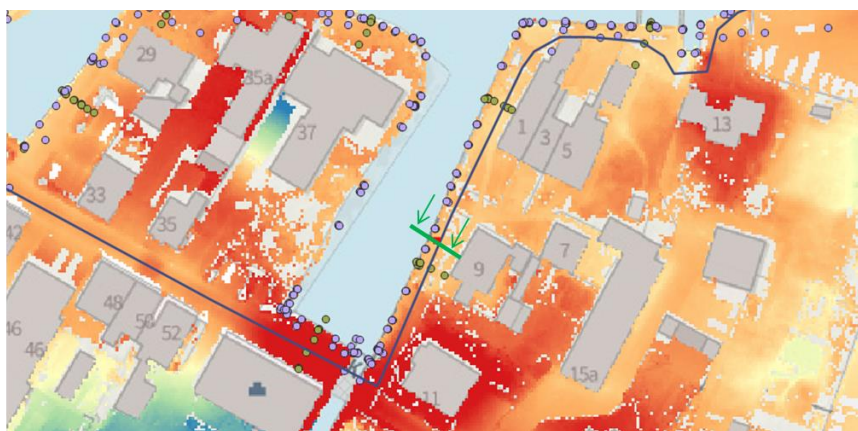
De damwand langs het groen gearceerde deel (ca. 35 m) in Figuur 4-1 is eerder vervangen en hoeft op dit moment niet vervangen te worden. Wel is hier op dit moment een hoogtetekort ter plaatse van deze bestaande damwand van ca. 15 cm. Om deze reden wordt een balk op de bestaande houten damwand bevestigd als in het detail in Figuur 4-8.



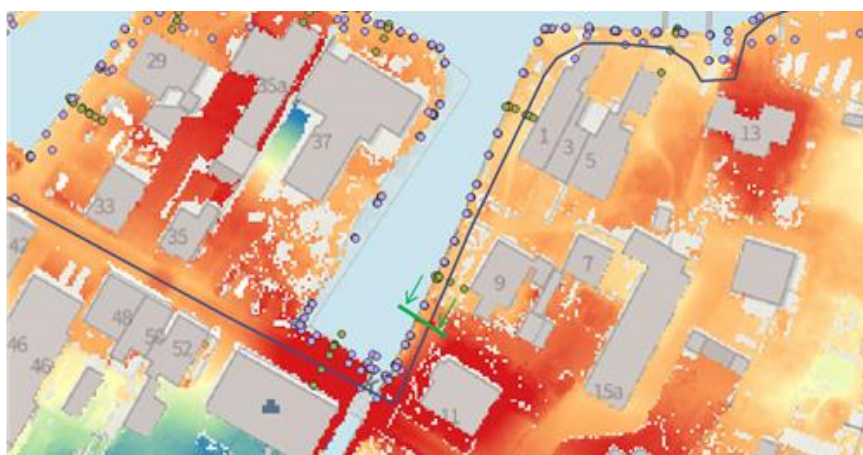


Figuur 4-8: Ophoging van de bestaande damwand langs het paars gearceerde deel van kadevak DWK-4310-01c

Achter de damwand moet er met grond worden uitgevuld naar het bestaande maaiveld. Aan de zuidzijde loopt het maaiveld achter de kade op en aan de noordzijde loopt het maaiveld af. Dit betekent een uitvulling als weergegeven in Figuur 4-9 en Figuur 4-10. Gezien de geringe ophoging en omdat de damwand (waarvan verder geen gegevens bekend zijn) nog niet oud is, is de verwachting dat de invloed op de stabiliteit van de bestaande damwand minimaal is en worden in overleg met het waterschap geen aanvullende maatregelen genomen.



Figuur 4-9: Oplossing ophogen bestaande damwand noordzijde zuidelijke deel kadevak DWK-4310-01c



Figuur 4-10: Oplossing ophogen bestaande damwand zuidzijde zuidelijke deel kadevak DWK-4310-01c



Op de erfgrans tussen Sluisbuurt 13 en Jachthaven Zonjee, wordt een betonnen L-wandje aangebracht om de aansluiting te maken tussen de damwand en het achterland dat op hoogte is. Dit wandje komt met de kop op NAP +0,25 meter. Voor het wandje worden standaard dimensies toegepast en er wordt niet aan gerekend.

In de berekening is voor de diepte van het insteekhaventje de actuele diepte zoals bij de reguliere snede gehanteerd. Dit is goed voor de berekening maar actuele diepte nog opvragen bij HHNK t.b.v. bestek (hoeveelheden).

### 4.3. Uitvoeringsaspecten en aandachtspunten vervolgfase

Het uitgangspunt is dat de houten damwandplanken vanaf de boezem kunnen worden gedrukt. Aandachtspunt bij de uitvoering en tevens voor de bestekfase zijn de ankers in het noordelijke deel van het traject in verband met het raakvlak met de gevellijn van het gebouw. De ophoging van de bestaande damwand kan vanaf de landzijde plaatsvinden. De uitvoeringswijze dient in de vervolgfase door de aannemer te worden beschouwd.

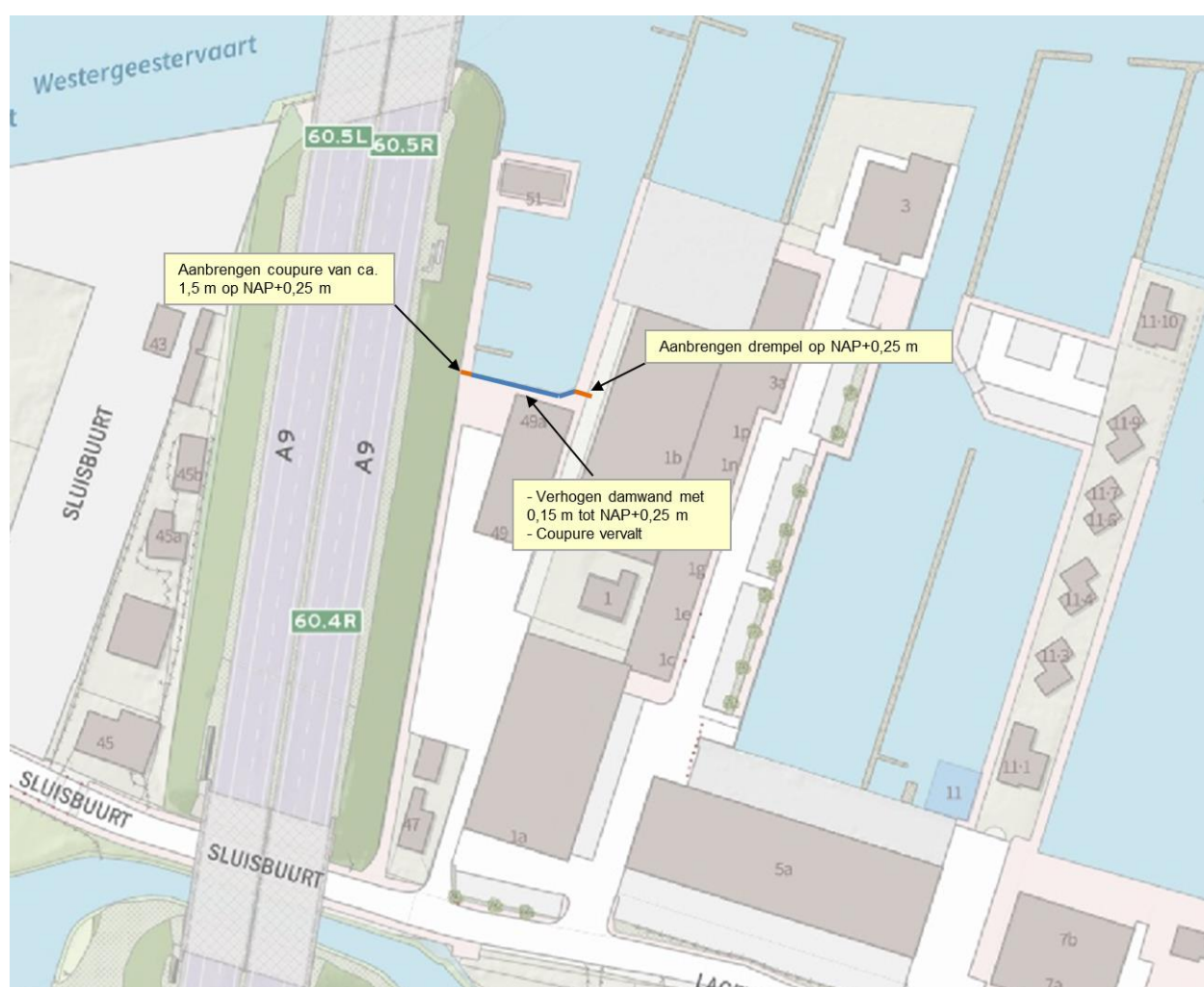
Eventueel kan, ter hoogte van het gedempte insteekhaventje, de bestaande damwand als ankerschot gebruikt worden waarbij extra legankers als versteviging worden toegepast. Dit levert extra sterkte; rekenkundig is dit niet bepaald aangezien de actuele sterkte van de bestaande damwand onbekend is.

## 5 Zeilschool 't Stokpaardje te Uitgeestermeer

### 5.1. Indeling sectie

In onderstaande figuur is een indeling gegeven van het traject dat dient te worden versterkt. Het gaat om het volgende kadevak waarbinnen het traject valt:

- DWK-4310-01e



Figuur 5-1: Indeling kadevakken met beoogde oplossingen Zeilschool 't Stokpaardje te Uitgeestermeer

De locatie van de drempel is mogelijk niet op de juiste locatie ingetekend (ten oosten liggen stelconplaten). Vraag heeft Martijn bij Henk uitgezet. Eventuele wijzingen in de oplossing ten aanzien hiervan ook doorvoeren.



Figuur 5-2: Huidige situatie bestaande damwand

#### 5.1.1. Resultaten toetsing

De hoogte van de waterkering is gemiddeld 15 centimeter te laag. De visuele staat van de damwanden en beschoeiingen oogt redelijk. De waterkering moet voldoen aan veiligheidsklasse 5 conform de IPO-normering, dat resulteert in een stabiliteitsnorm van minimaal 1,05. De binnenwaartse stabiliteit van de waterkering wordt goedgekeurd op basis van restbreedte met een stabiliteitsfactor van SF 1,69. De buitenwaartse stabiliteit in combinatie met de damwand wordt visueel stabiel beschouwd op basis van de condities van de damwand. Het faalmechanisme piping wordt als niet relevant beschouwd omwille van de grondslag.

## 5.2. Uitwerking DO per kadevak

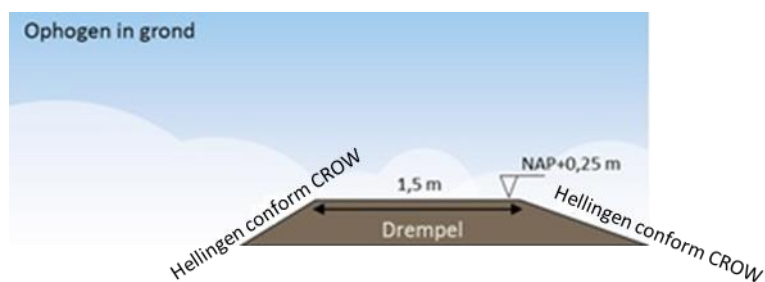
In onderstaande paragrafen is per kadevak het DO uitgewerkt.

### 5.2.1. Kadevak DWK-4310-01e

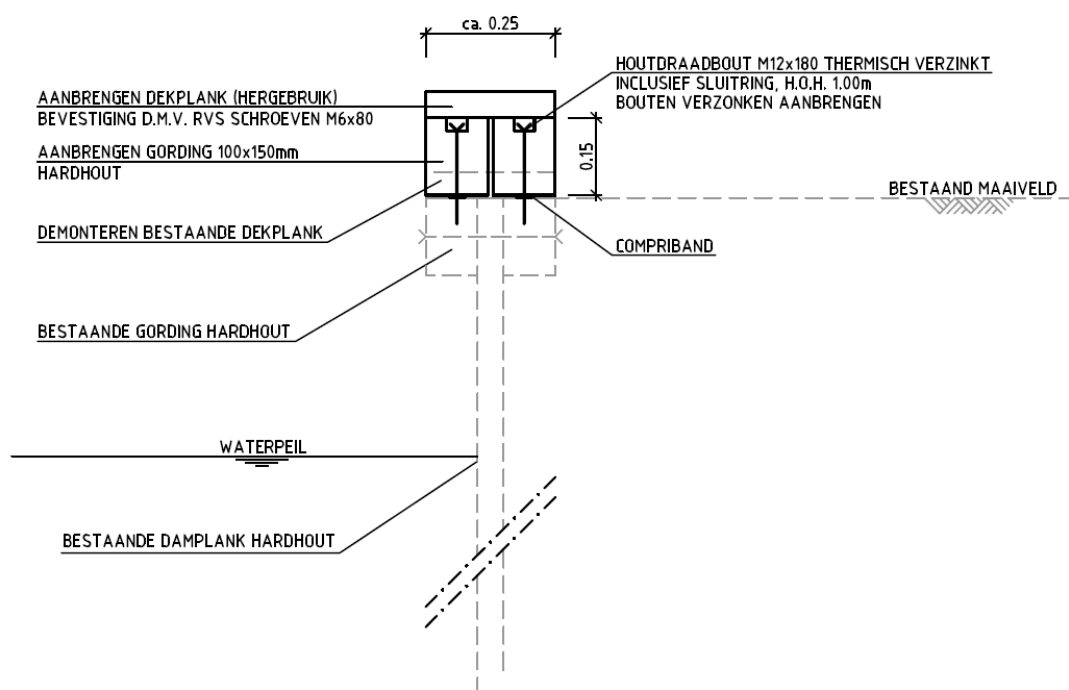
Voor dit kadevak is in een eerdere fase het ontwerp uitgewerkt [1]. De volgende oplossingen worden toegepast:

- Ophogen van de bestaande damwand met ca. 0,20 naar de aanleghoogte van NAP+0,25 m. Ook op de schotbalken van de coupure wordt tevens een balk gemonteerd zodat ook deze op normhoogte wordt gebracht. De coupure komt te vervallen.
- Aanbrengen van een drempel in het tegelpad in het verlengde van de damwand van ca. 15 (tot 20) cm hoog met een aanleghoogte van NAP+0,25 m en een minimale kruinbreedte van 1,5 m. Er worden conform de richtlijn van de CROW overgangsbogen met een straal van 20 m toegepast in de drempels.
- Aanbrengen van een coupure van ca. 1,5 m breed met schotbalken aan de zijde van de A9.

Een overzicht van deze oplossingen is gegeven in Figuur 5-3 en Figuur 5-4.



Figuur 5-3 Drempel aan weerszijden van kadevak DWK-4310-01e



Figuur 5-4: Ophoging bestaande damwand kadevak DWK-4310-01e met ca. 0,15 m naar aanleghoogte van NAP+0,20m

### 5.3. Uitvoeringsaspecten en aandachtspunten vervolfase

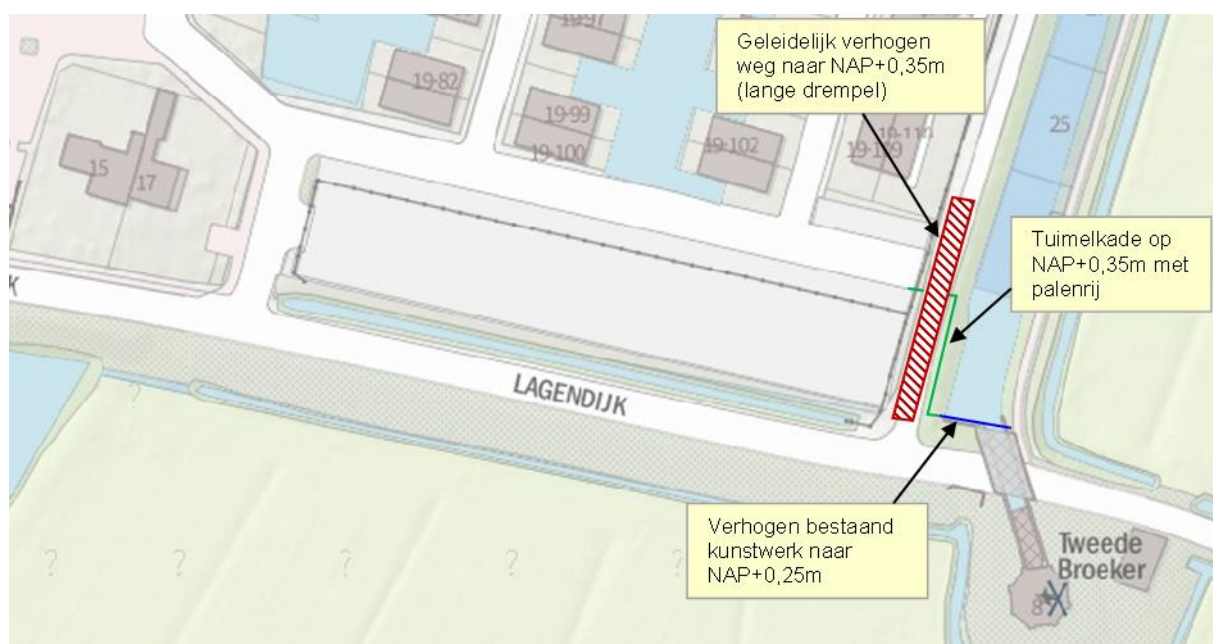
In dit kadevak worden geen specifieke obstakels verwacht bij de uitvoering. De uitvoeringswijze dient in de vervolfase door de aannemer te worden beschouwd.

## 6 Lagendijk te Uitgeest

### 6.1. Indeling sectie

In onderstaande figuur is een indeling gegeven van het traject dat dient te worden versterkt. Het gaat om het volgende kadevak:

- DWK-4310-01h



Figuur 6-1: Indeling kadevakken met beoogde oplossingen Lagendijk te Uitgeest

#### 6.1.1. Resultaten toetsing

De kruin van de waterkering is gemiddeld 20 centimeter te laag.

De visuele staat van de voetbeschoeiing oogt matig, deze maakt echter geen onderdeel uit van de constructieve veiligheid van de kade.

De waterkering moet voldoen aan veiligheidsklasse 3 conform de IPO-normering, dat resulteert in een stabiliteitsnorm van minimaal 0,95. De binnenwaartse stabiliteit van de waterkering wordt goedgekeurd op basis van restbreedte met een stabiliteitsfactor van SF 1,69. De buitenwaartse stabiliteit in combinatie met de voetschoeiing wordt hier nader beschouwd. Het faalmechanisme piping is als niet relevant beschouwd omwille van de grondslag.



## 6.2. Uitwerking DO per kadevak

In onderstaande paragrafen is per kadevak het DO uitgewerkt.

### 6.2.1. Kadevak DWK-4310-01h

De weg langs het kadevak wordt opgehoogd door middel van een soort lange drempel als weergegeven in Figuur 6-1. Om aansluiting te maken met de laan op het terrein van Watersportcentrum Uitgeest, dat op hoogte is, is het noodzakelijk de toegangsweg naar Lagendijk 21 (zie Figuur 6-1) op te hogen. De toegangsweg wordt vanaf de Lagendijk geleidelijk opgehoogd tot de vereiste aanleghoogte van NAP +0,35 meter is bereikt ter hoogte van de laan op het terrein van Watersportcentrum Uitgeest. Deze hoogte is over een breedte van 1,5 m aanwezig en daarna wordt een geleidelijke aansluiting op de huidige situatie gemaakt richting de woning.

Langs de boezem (tussen de boezem en de weg) wordt een tuimelkade aangebracht met een aanleghoogte van NAP+0,35 m en in het buitentalud wordt een houten palenrij gezet. Het ontwerp hiervan is hieronder rekenkundig uitgewerkt.

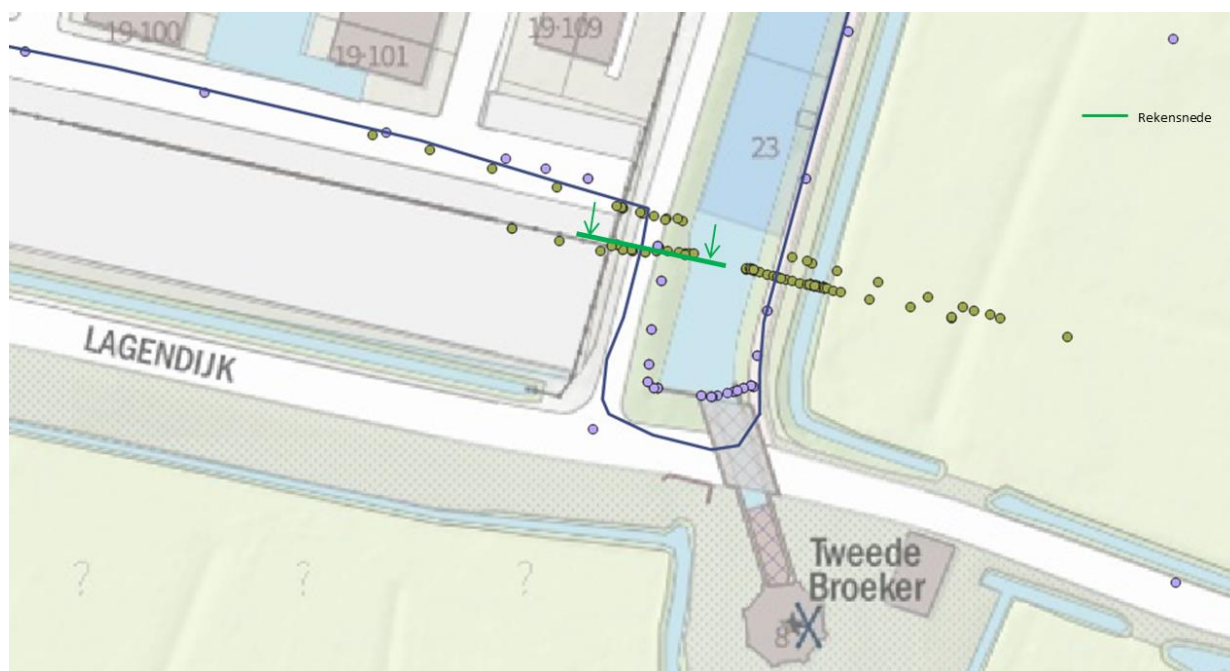
#### Geometrie

De doorsnede als groen gemarkeerd weergegeven in Figuur 6-2 is weergegeven in Figuur 6-3. Deze geometrie is gehanteerd.<sup>4</sup> De leggerdiepte is hier gelijk aan NAP-1,3 m [13]. Dit is hoger dan het bodemniveau dat blijkt uit de inmetingen. Om deze reden zijn de inmetingen gehanteerd voor het maatgevende bodemniveau. De weg is aangehouden op ca. 4,5 m uit rand buitentalud op basis van de beschikbare inmetingen die zijn aangeleverd door het waterschap in GIS.

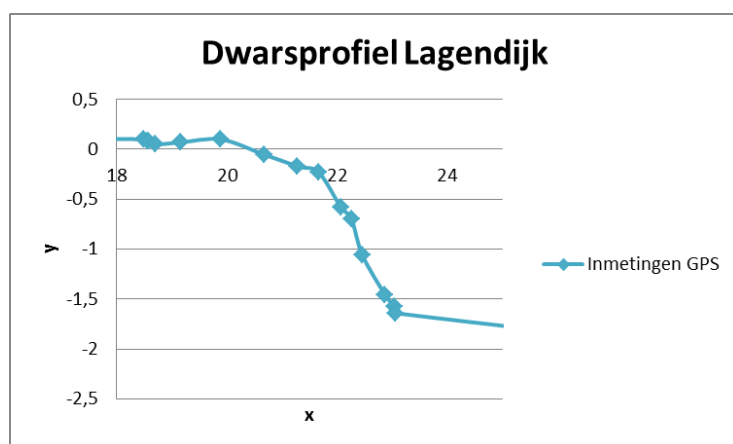
---

<sup>4</sup> Door HHNK zijn aanvullende dieptemetingen uitgevoerd (juni 2018). De eerder uitgevoerde metingen blijken maatgevend en zijn hierom gehanteerd.





Figuur 6-2: Locatie doorsnede rekenprofiel



Figuur 6-3: Gehanteerde geometrie<sup>5</sup>

### Grondopbouw

De bodemopbouw voor het ontwerp is bepaald op basis van het beschikbare GTL [4].<sup>6</sup> Een overzicht van de gehanteerde bodemopbouw is gegeven in Tabel 6-1. Ondanks het kleilaagje tussen het veen geen klei

<sup>5</sup> Aanlevering GPS metingen HHNK, april 2018.

<sup>6</sup> Opgemerkt wordt dat bovenzijde zandlaag op deze locatie verloopt over de diepte in de beschikbare sonderingen/boringen. Op de specifieke locatie is geen boring of sondering beschikbaar. Dit is een risico. De geïnterpoleerde hoogte vanuit het GTL is aangehouden.



dijkmateriaal bevat, komen de eigenschappen van dit materiaal het meeste overeen met de eigenschappen van het aangehouden materiaal uit de parameterset van klei\_dijkmateriaal\_h.

Tabel 6-1: Aangehouden bodemopbouw op basis van GTL

Bodemopbouw	b.k. laag [m +NAP]	Laagdikte [m]
Ophoogklei	0,35	0,25
Klei_dijkmateriaal_h	0,1	2,0
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-1,9	0,4
Klei_dijkmateriaal_h	-2,3	0,5
Hollandveen_o_dijk - VW (NW)	-2,8	1,8
Klei_onderveen_s_z_h_n_dijk	-4,6	2,5
Zand	-7,1	-

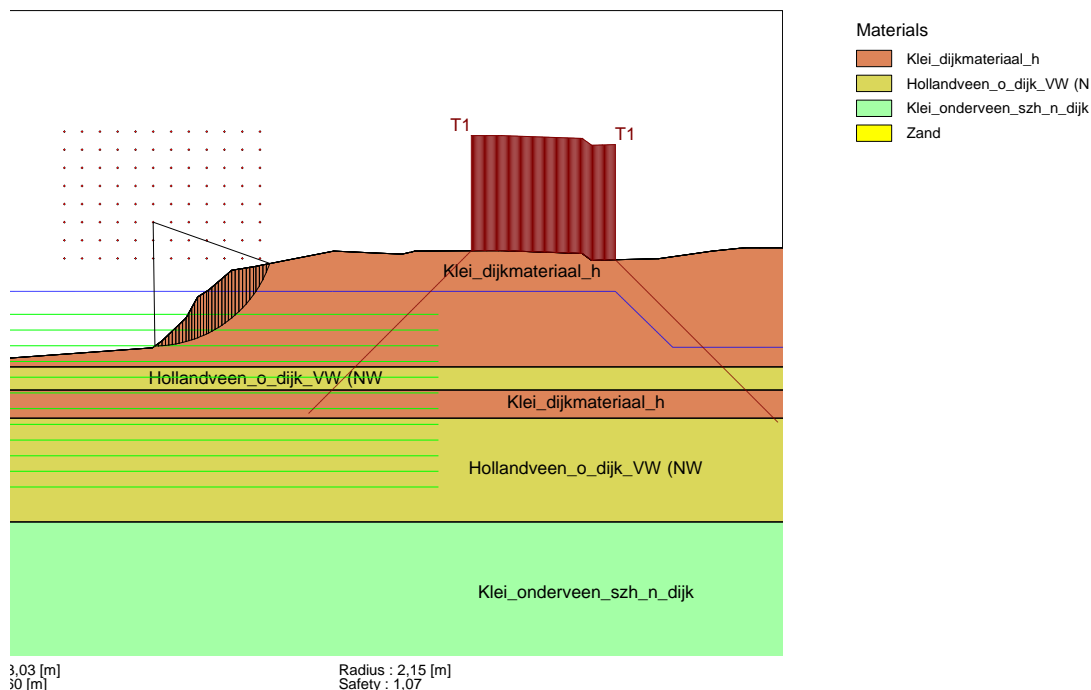
#### Belastingen

In de rekenmodellen is uitgegaan van een verkeersbelasting van 5 kPa op de weg op de kruin van de kade, aangezien het een oprit betreft waar geen zwaar verkeer overheen zal rijden.

#### Toetsing huidige stabiliteit

Voor het berekenen van de stabiliteit is de Bishop methode gebruikt in D-Geo Stability. Voor de huidige situatie is het resulterende glijvlak en de bijbehorende stabiliteitsfactor weergegeven in Figuur 6-4. Te zien is dat de totale stabiliteit voldoende is ( $SF = 1,07 > 1,05$ ). De volledige berekeningsresultaten zijn opgenomen in Bijlage C.1.

### Critical Circle Bishop



Figuur 6-4: Huidige stabiliteit Legendijk te Uitgeest

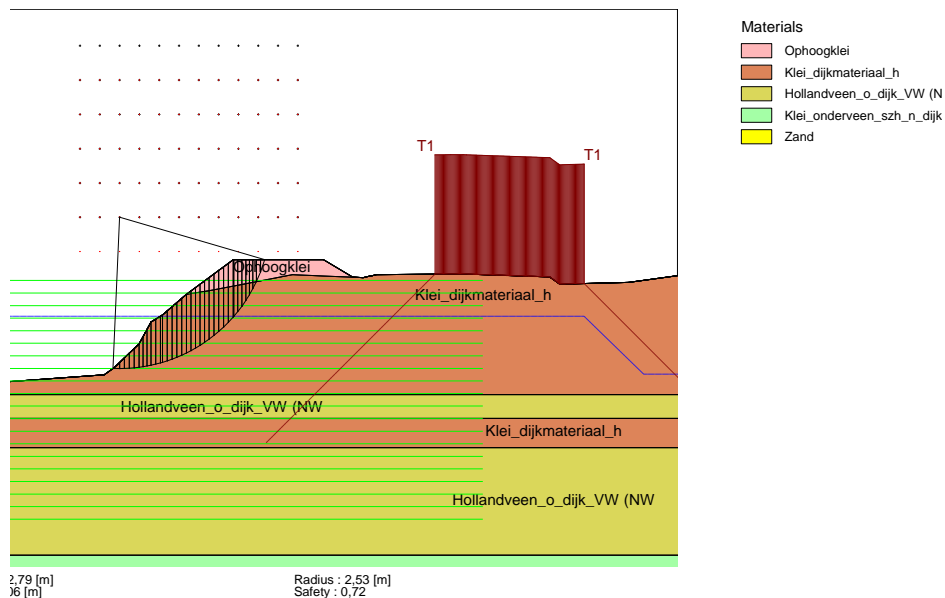
#### Stabiliteitstekort

Door het aanbrengen van de tuimelkade ontstaat een stabiliteitstekort met een veiligheidsfactor gelijk aan 0,72. Zie Figuur 6-5. Doordat het cirkelvormig glijvlak volgens de methode van Bishop binnen de actieve wig in D-Sheet Piling valt, zijn de additionele krachten ten gevolge van het stabiliteitstekort niet meegenomen in de damwandberekening, omdat op die manier de belasting door actieve gronddruk dubbel in rekening zou worden gebracht op de palenrij. De volledige berekeningsresultaten zijn opgenomen in Bijlage C.2.

In Figuur is met een 'forbidden line' in D-Geo Stability de veiligheidsfactor bepaald na het aanbrengen van de houten palenrij. De kop van de palenrij is aangehouden op 10 cm boven normaal boezempeil. Te zien is dat de plaatsing van een damwand met de gekozen locatie in het buitentalud ervoor zorgt dat een glijvlak met veiligheidsfactor gelijk aan 1,55 maatgevend wordt. Zie Figuur 6-6. Hiermee voldoet de waterkering aan de stabiliteitseis (SF > 1,05). De volledige berekeningsresultaten zijn opgenomen in Bijlage C.3.

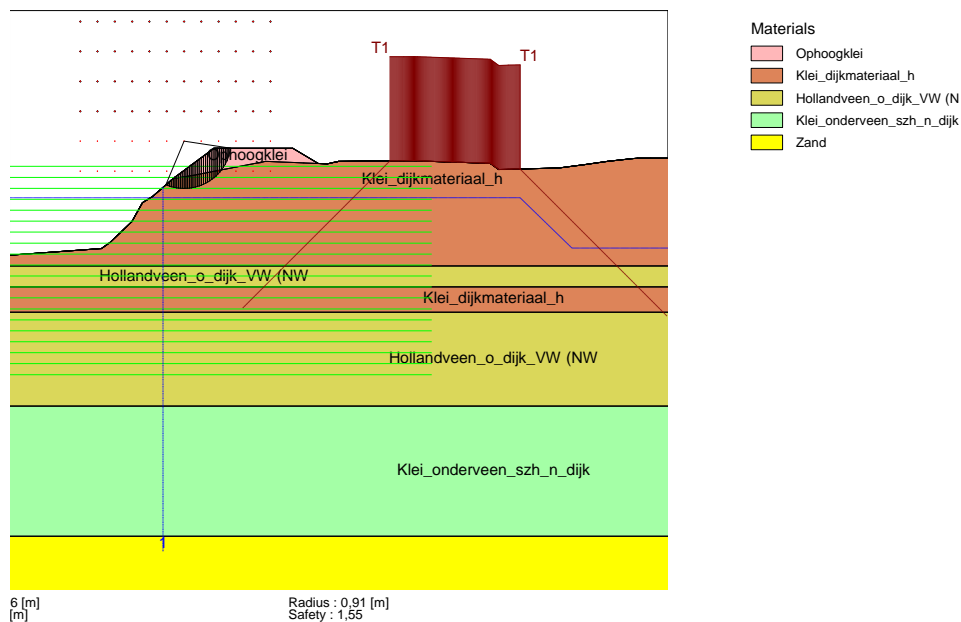


### Critical Circle Bishop



Figuur 6-5: Stabiliteitstekort als gevolg van aanbrengen tuimelkade

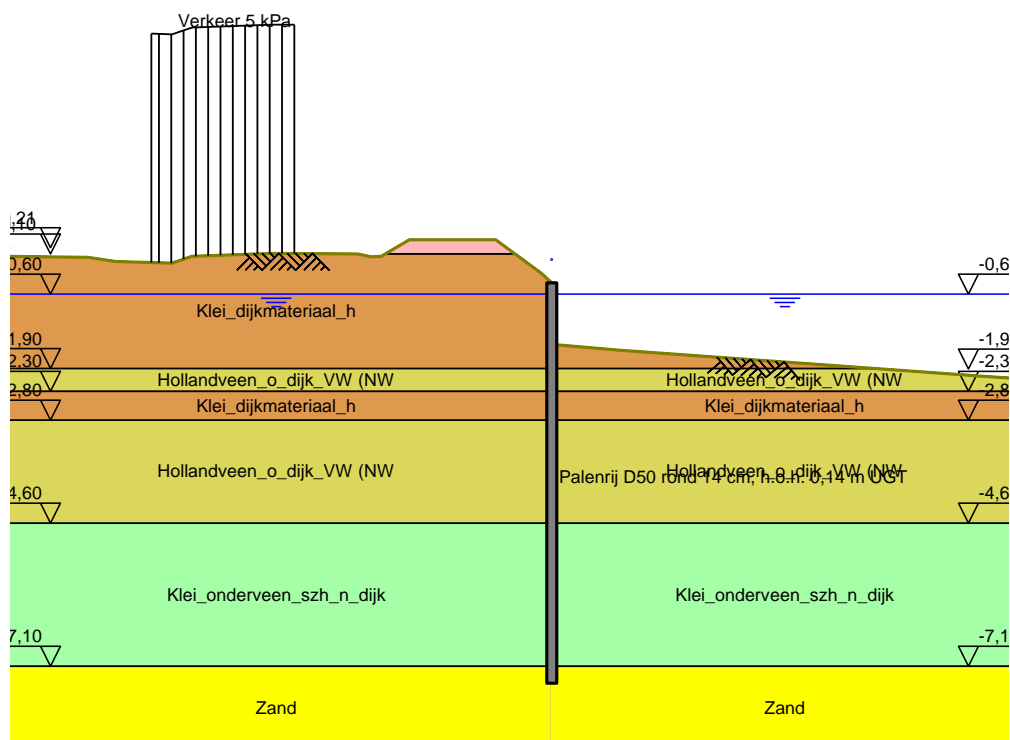
### Critical Circle Bishop



Figuur 6-6: Maatgevend glijvlak na aanbrengen houten palenrij

### Rekenmodel houten palenrij

Het gehanteerde rekenmodel is weergegeven in Figuur 6-7. Het volledige berekeningsrapport is opgenomen in Bijlage C.4. De waterstand is aan beide zijden gelijk gehouden aan laag boezempeil aangezien door de open structuur van de palenrij geen waterstandsverschil zal optreden. Volgens RC1 wordt in D-Sheet Piling een marge van 0,25 cm voor toch eventueel optredend waterstandsverschil aangehouden.



Figuur 6-7: Rekenmodel houten palenrij Lagendijk te Uitgeest

### Minimale lengte damwand

De minimale paallengte is bepaald met behulp van D-Sheet Piling. Hieruit volgt een benodigde paallengte van 7,0 m voor voldoende stabiliteit. De kop van de damwand ligt hiermee op NAP-0,40 m en de teen op NAP-7,4 m.

### Eigenschappen damwand

De dimensies van de houten palen zijn gekozen op basis van de benodigde sterkte. De eigenschappen van de houten palen zijn gegeven in Tabel 6-2. De sterkteklasse van de damwandplanken is D50 (bijvoorbeeld Cloezianahout), klimaatklasse 3. De minimaal benodigde diameter van de palen is gelijk aan 14 cm (eventueel kunnen ook vierkante palen met dezelfde doorsnede-eigenschappen worden toegepast). De eigenschappen van de houten palen zijn gegeven in Bijlage C.5.

Er is een tweetal berekeningen uitgevoerd:

- Stijfheid houten palen in BGT (lage stijfheid)
- Stijfheid houten palen in UGT (hoge stijfheid)



De berekeningen met UGT stijfheid levert de grootste momenten in de houten paal op. De berekening met BGT stijfheid levert de grootste vervorming op.

Tabel 6-2: Eigenschappen houten palenrij

Eigenschap	Waarde
<b>Houten palenrij (rond)</b>	
Kopniveau	NAP-0,40 m
Teenniveau	NAP-7,40 m
Paallengte	7,0 m
Diameter	0,14 m
h.o.h. afstand	0,14 m (man-man)
Sterkteklasse	D50 (bv. Cloezianahout)
Klimaatklasse	3
Duurzaamheidsklasse	1

#### Toetsing sterkte

De uitvoer van het D-Sheet Piling model is gegeven in Tabel 6-3. De volledige D-Sheet Piling berekening is opgenomen in Bijlage C.4.

Tabel 6-3: Uitvoer resultaten damwand Lagendijk te Uitgeest

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		<b>-33,44</b>	31,50	<b>0,0</b>	70,1	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		<b>-33,44</b>	31,46	<b>0,0</b>	70,0	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	23,3	-3,08	-2,90	<b>0,0</b>	28,7	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-3,70	-3,48			
2	EC7(NL)-Step 6.3		<b>-33,44</b>	<b>32,15</b>	<b>0,0</b>	<b>72,5</b>	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		<b>-33,44</b>	32,11	<b>0,0</b>	<b>72,5</b>	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	23,8	-3,04	-2,90	<b>0,0</b>	29,3	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-3,65	-3,48			
<b>Max</b>			<b>-33,44</b>	<b>32,15</b>	<b>0,0</b>	<b>72,5</b>	---

Het maximale moment gelijk aan 33,4 kNm/m treedt op op een niveau van ca. NAP-5,5 m. De sterkte-toets van de damwand is als volgt:

$$M_{s;d} \leq M_{r;d}$$

Met  $M_{r;d}$  is de momentcapaciteit van de houten damwandplanken.

$$M_{r;d} = f_{m;d} \cdot W = 37,0 \text{ kNm/m}$$

$$u. c. = \frac{M_{s;d}}{M_{r;d}} = \frac{33,4}{37,0} = 0,90 \text{ (voldoet)}$$



De gekozen damwandplanken voldoen.

### Toetsing dwarskracht

De maximaal optredende dwarskracht is weergegeven in Tabel 7-8. De toets op dwarskracht is als volgt:

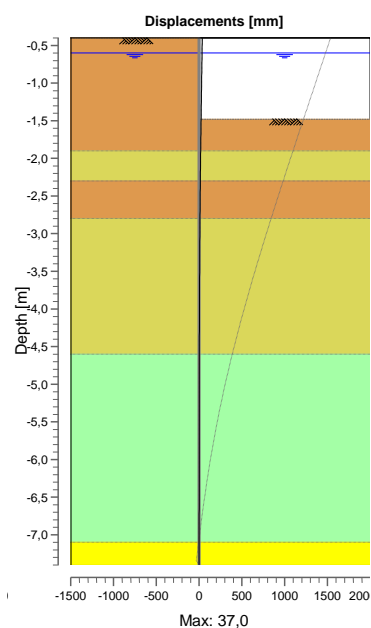
$$\tau_{E,d} = \frac{3}{2} * \frac{F}{A} = \frac{3}{2} * \frac{32150}{109960} = 0,44 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v;0;d} = 1,73 \text{ N/mm}^2$$

$$u. c. = \frac{\tau_{E,d}}{f_{v;0;d}} = \frac{0,44 \text{ N/mm}^2}{1,73 \text{ N/mm}^2} = 0,26 < 1, \text{ voldoet.}$$

### Toetsing vervorming

De berekende vervorming in de BGT-situatie is gelijk aan 37,0 mm aan de kop van de houten palenrij. Zie Figuur 6-8.



Figuur 6-8: Vervorming houten palenrij

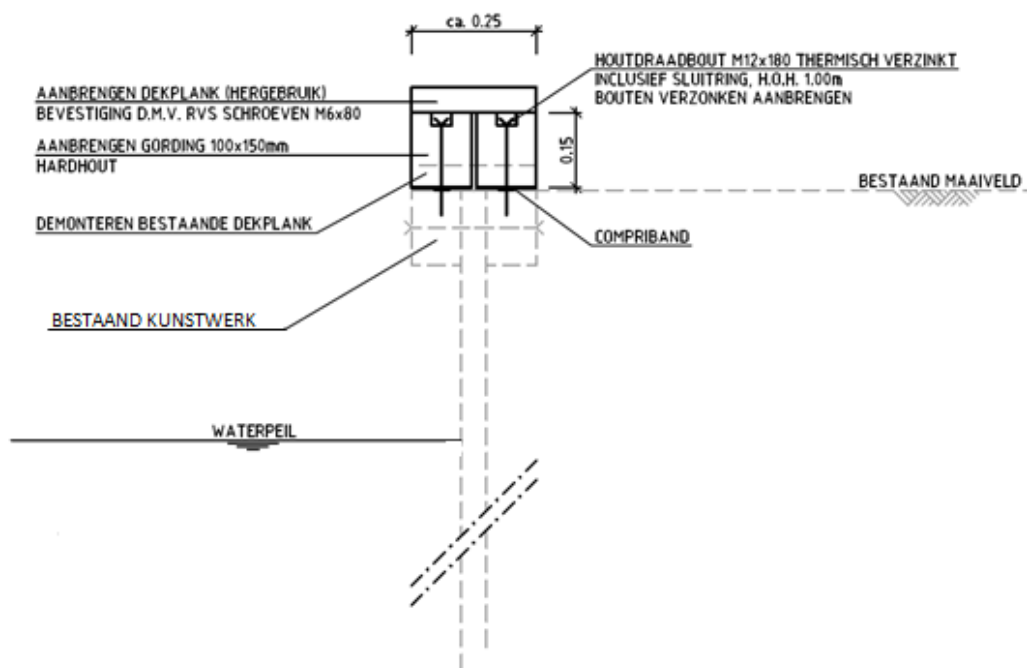
Op de palenrij wordt een dubbele gording van 100 mm \* 150 mm toegepast conform onderstaand principedetail.

**PLAATJE (STUURT ROALD NOG TOE)**



### Ophogen bestaand kunstwerk

Het bestaande kunstwerk bij de afsluitbare uitstroomopening van de molen dient met ca. 15 cm te worden opgehoogd volgens onderstaande figuur tot de normhoogte van NAP+0,25 m.



### **6.3. Uitvoeringsaspecten en aandachtspunten vervolgfase**

Voor de houten palenrij is het uitgangspunt dat deze vanaf de landzijde vanaf de oprit kunnen worden aangebracht. Bij uitvoering vanuit water dient rekening te worden gehouden met de geringe waterdiepte van minder dan 1,0 m. Voor de grondoplossing worden geen problemen bij de uitvoering verwacht. De ophoging van het bestaande kunstwerk kan vanaf de landzijde plaatsvinden. Ten behoeve van de uitvoering dienen enkele bomen/struiken verwijderd te worden aan de boezemzijde van de weg. De uitvoeringswijze dient in de vervolgfase door de aannemer te worden beschouwd.

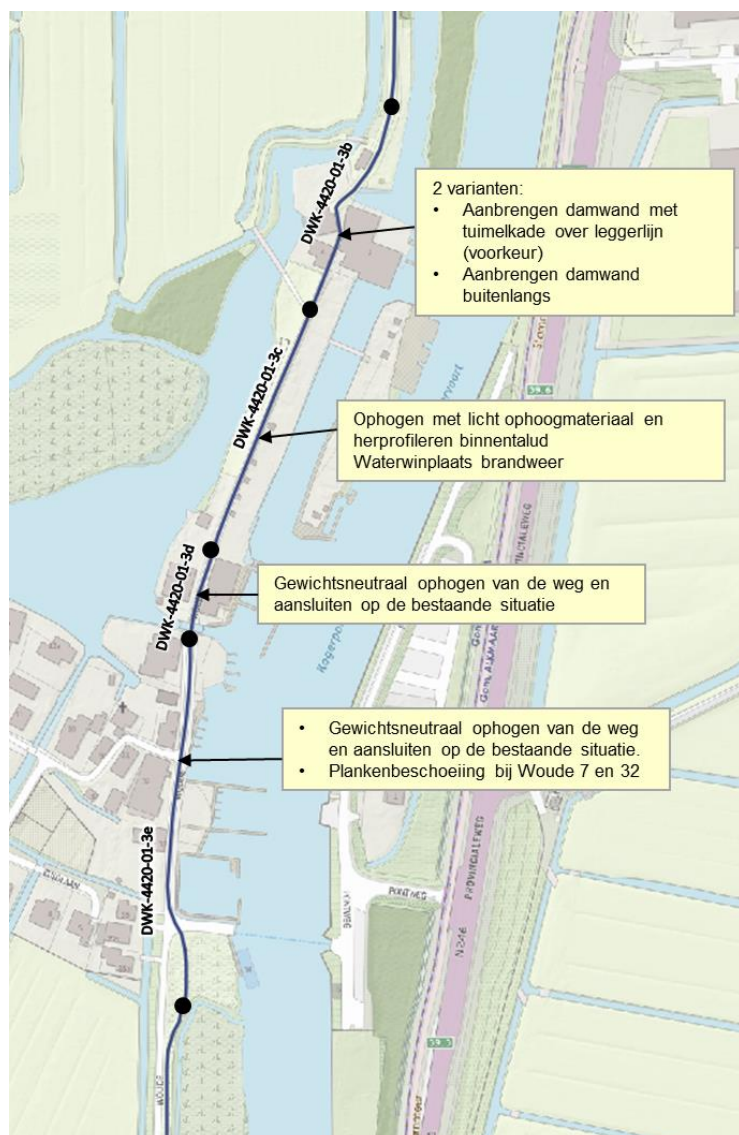


# 7 Dorp de Woude

## 7.1. Indeling sectie

In Figuur 7-1 is een indeling gegeven van het traject dat dient te worden versterkt. Het gaat om de volgende vier kadevakken:

- DWK-4420-01-3b
- DWK-4420-01-3c
- DWK-4420-01-3d
- DWK-4420-01-3e



Figuur 7-1: Indeling kadevakken met beoogde oplossingen dorp de Woude



### 7.1.1. Resultaten toetsing

De waterkering moet voldoen aan veiligheidsklasse 3 conform de IPO-normering, dat resulteert in een stabiliteitsnorm van minimaal 0,85. De binnenwaartse stabiliteit van de waterkering wordt goedgekeurd met een stabiliteitsfactor van SF 0,87. Bij het ontwerpen van de ophogingen moet daarom ook aandacht te worden besteed aan de stabiliteit na ophoging. De buitenwaartse stabiliteit is voldoende beoordeeld in de toetsing. Het faalmechanisme Piping wordt als niet relevant beschouwd omwille van de grondslag. Hieronder is per kadevak het resultaat van de eerder uitgevoerde hoogtetoetsing opgenomen [3].

- Kadevak DWK-4420-010-3b  
Uit de toetsing blijkt dat de kade onvoldoende scoort op hoogte. De kade is, over het grootste gedeelte van het kadevak, lager dan de normhoogte. In dit kadevak is de gemiddelde hoogte van de kering gelijk aan NAP-0,10 m. De normhoogte in dit kadevak is gelijk aan NAP+0,10 m. De gemiddelde benodigde ophoging van de kade (inclusief robuustheidstoeslag van 0,10 m) is gelijk aan 0,30 m.
- Kadevak DWK-4420-010-3c  
Uit de toetsing blijkt dat de kade onvoldoende scoort op hoogte. De kade is over de gehele lengte van het kadevak lager dan de normhoogte. In dit kadevak is de gemiddelde hoogte van de kering gelijk aan NAP+0,00 m. De normhoogte in dit kadevak is gelijk aan NAP+0,10 m. De gemiddelde benodigde ophoging van de kade (inclusief robuustheidstoeslag van 0,10 m) is gelijk aan 0,20 m.
- Kadevak DWK-4420-010-3d  
Uit de toetsing blijkt dat de kade onvoldoende scoort op hoogte. De kade is, over het gehele kadevak, lager dan de normhoogte. In dit kadevak is de gemiddelde hoogte van de kering gelijk aan NAP+0,00m. De normhoogte in dit kadevak is gelijk aan NAP+0,10 m. De gemiddelde benodigde ophoging van de kade (inclusief robuustheidstoeslag van 0,10 m) is gelijk aan 0,20 m.
- Kadevak DWK-4420-010-3e  
Uit de toetsing blijkt dat de kade onvoldoende scoort op hoogte. De kade is, over het gehele kadevak, lager dan de normhoogte. In dit kadevak is de gemiddelde hoogte van de kering gelijk aan NAP+0,05 m. De normhoogte in dit kadevak is gelijk aan NAP+0,10 m. De gemiddelde benodigde ophoging van de kade (inclusief robuustheidstoeslag van 0,10 m) is gelijk aan 0,15 m.

Een overzicht van de hoogtetoetsingsresultaten voor bovengenoemde kadevakken is weergegeven in Tabel 7-1.

Tabel 7-1: Overzicht toetsingsresultaten voor kadevakken DWK-4420-010-3b t/m e.

Hoogte	Kadevak			
	DWK-4420-010-3b	DWK-4420-010-3c	DWK-4420-010-3d	DWK-4420-010-3e
Normhoogte	0.10 m NAP	0.10 m NAP	0.10 m NAP	0.10 m NAP
Robuustheidstoeslag ontwerperperiode 30 jaar	0.10 m	0.10 m	0.10 m	0.10 m
Ontwerphoogte	0.20 m NAP	0.20 m NAP	0.20 m NAP	0.20 m NAP
Gemiddelde hoogte huidige situatie	-0.10 m NAP	0.00 m NAP	0.00 m NAP	0.05 m NAP
Gemiddelde ophoging	0.30 m	0.20 m	0.20 m	0.15 m

## 7.2. Uitwerking DO per kadevak

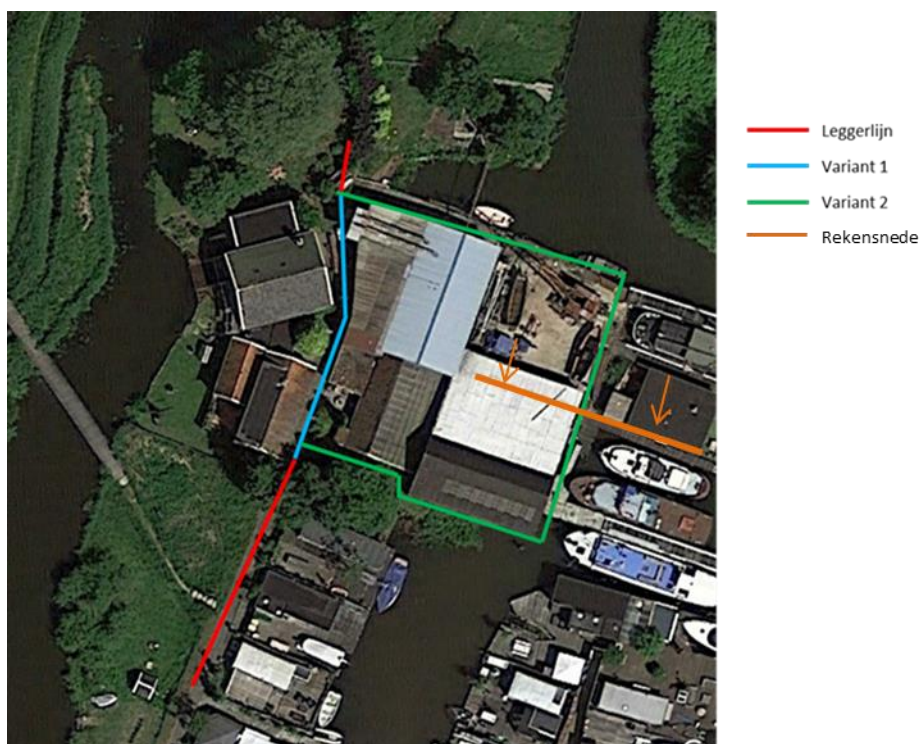
### 7.2.1. Kadevak DWK-4420-01-3b

Dit kadevak valt mogelijk buiten de scope. De uitwerking van het DO is hieronder wel opgenomen. In Figuur 7-1 vervalt dus mogelijk ook dit kadevak.

Kadevak DWK-4420-01-3b is gesitueerd aan de noordoostzijde van het eiland De Woude. Voor dit kadevak zijn er op dit moment twee varianten waartussen een afweging dient te worden gemaakt.

- Aanbrengen damwand met een tuimelkade over de kop langs de leggerlijn (voorkeursvariant)
- Aanbrengen damwand buitenom de schuur van de bewoner dhr. Koeman aan de boezemzijde (tevens beschouwd aangezien dhr. Koeman liever heeft dat geen ophoging plaats vindt tussen zijn huis en de schuur).

De trajecten van de varianten zijn aangegeven in Figuur 7-2.



Figuur 7-2 Varianten kadevak DWK-4420-01-3b (rekensnede aangegeven)

#### 7.2.1.1. Variant 1

De eerste variant is het aanbrengen van een houten damwand die tweezijdig door grond wordt gesteund over het traject als blauw gemarkeerd aangegeven in Figuur 7-2 (een tuimelkade met een kruinbreedte van 1,5 m is niet in te passen). Op basis van expert judgement is hier gekozen voor een houten damwand van 4 cm dik, sterkteklasse D50 van 2 m lang die kan worden gedrukt. Deze staat deels op kleef en hoeft geen bovenbelasting te dragen.



Tabel 7-2: Eigenschappen houten damwand variant 1

Eigenschap	Waarde
Kopniveau	NAP+0,2 m
Teenniveau	NAP-1,8 m
Planklengte	2,0 m
Plankdikte	0,04 m
Sterkteklasse	D50
Klimaatklasse	3
Duurzaamheidsklasse	1

### 7.2.1.2. Variant 2

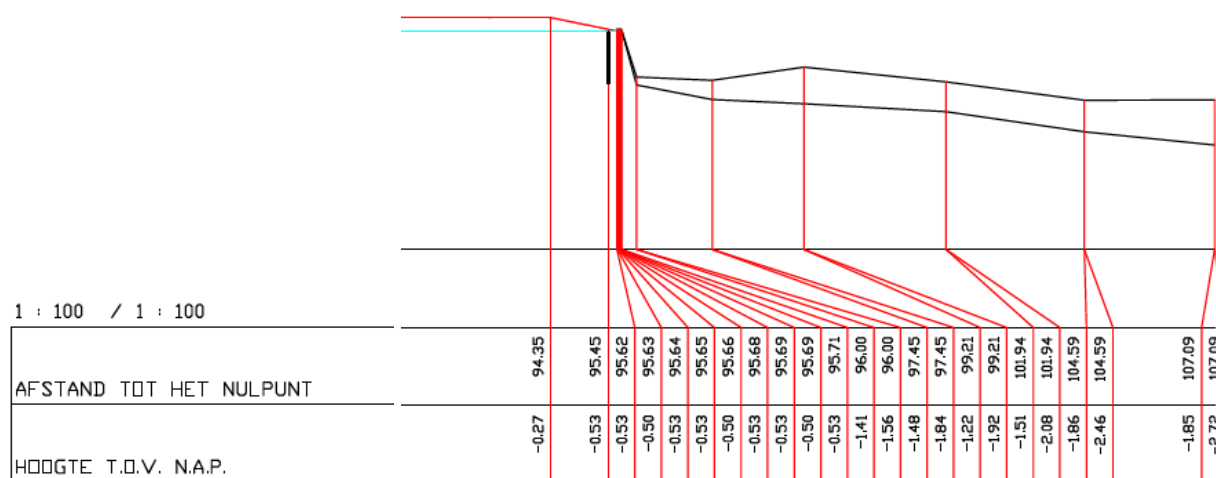
Variant 2 is hieronder rekenkundig uitgewerkt.

#### Geometrie

De doorsnede als oranje gemarkeerd weergegeven in Figuur 7-2 is weergegeven in onderstaande figuur.

N.A.P. 1.00 m

DWARSPROFIEL 16



Figuur 7-3: Gehanteerde geometrie (Dwarsprofiel16)

Bovenstaand dwarsprofiel (onderzijde slib) is aangehouden in de berekeningen. Waar het bodemniveau hoger ligt dan de leggerdiepte van NAP-2,2 m [13] is de leggerdiepte gehanteerd. Het hoogste grondwaterniveau is aangehouden op maaiveldniveau.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Opgemerkt wordt dat de tuimelkade achter de nieuw te plaatsen damwand hoger komt te liggen dan het huidige maaiveldniveau. Dit betekent dat een drainagevoorziening moet worden aangelegd om wateroverlast te voorkomen.



### Bodemopbouw

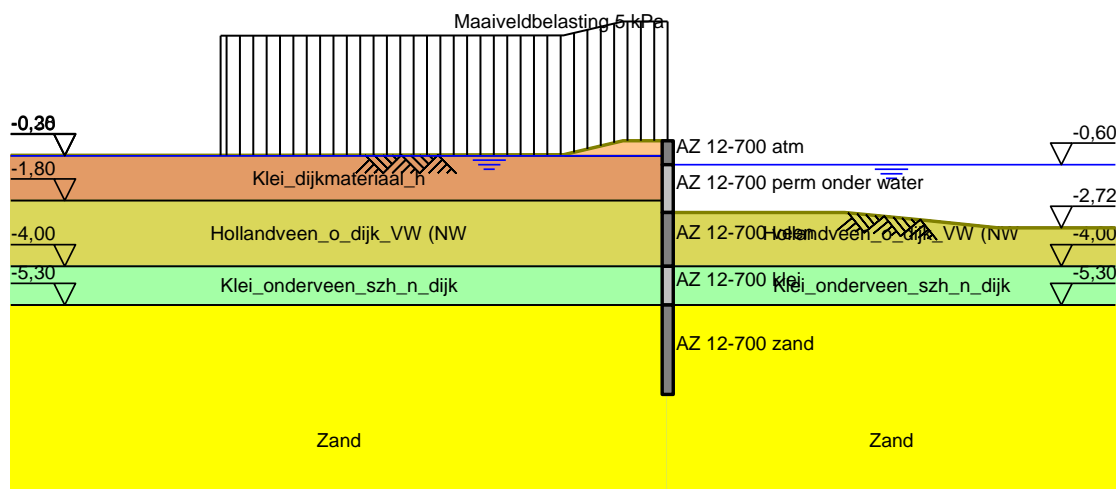
De gehanteerde bodemopbouw voor het ontwerp is opgebouwd op basis van het beschikbare GTL [4]. Een overzicht van de bodemopbouw is gegeven in Tabel 7-3.

Tabel 7-3: Aangehouden bodemopbouw op basis van GTL

Bodemopbouw	b.k. laag [m +NAP]	Laagdikte [m]
Ophoogklei	0,2	0,5
Klei_dijkmateriaal_h	-0,3	1,5
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-1,8	2,2
Klei_onderveen_s_z_h_n_dijk	-4,0	1,3
Zand	-5,3	-

### Rekenmodel

Het gehanteerde rekenmodel is weergegeven in Figuur 7-4. Het volledige berekeningsrapport is opgenomen in Bijlage D.1. Een bovenbelasting van 5 kPa is in rekening gebracht over 15 m achter de damwand. De waterstand aan de actieve zijde is aangehouden op huidig maaiveldniveau. De waterstand aan de boezemzijde is aangehouden op laag boezempeil. Het waterstandsverschil is aan de actieve zijde over de onderste slappe laag geïnterpoleerd.



Figuur 7-4: Rekenmodel stalen damwand kadevak DWK-4420-01-3b

### Damwandprofiel

Een AZ12-700 damwandprofiel is gekozen op basis van de minimaal benodigde sterkte. De kop van de damwand bevindt zich op NAP+0,20 m. De teen van de damwand bevindt zich op NAP -8,3 m. De eigenschappen van het damwandprofiel zijn weergegeven in Tabel 7-4.



Tabel 7-4: Eigenschappen onverankerde stalen damwand variant 2

Eigenschap	Waarde
Damwandtype	AZ12-700
Kopniveau	NAP+0,20 m
Teenniveau	NAP-8,3 m
Planklengte	8,5 m

### Toetsing sterkte

De uitvoer van het D-Sheet Piling model is weergegeven in Tabel 7-5. De volledige uitvoer is gegeven in Bijlage D.1.

Tabel 7-5 Resultaten damwand kadevak DWK-4420-01-3b

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-80,25	53,27	0,0	40,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-79,23	51,53	0,0	40,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	36,0	-41,83	23,44	0,0	19,0	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-50,19	28,13			
2	EC7(NL)-Step 6.3		<b>-116,26</b>	90,43	0,0	57,7	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		-116,25	<b>90,54</b>	0,0	<b>57,8</b>	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	65,9	-66,58	39,61	0,0	25,6	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-79,90	47,53			
Max			<b>-116,26</b>	<b>90,54</b>	<b>0,0</b>	<b>57,8</b>	---

Het maatgevend moment op ca. NAP-6,0 m is gelijk aan 116,3 kNm/m. De representatieve waarde van de normaalkracht als gevolg van negatieve kleef op dit niveau is verwaarloosbaar klein en wordt niet opgenomen in de sterktoetsing.

De maximale spanning in de damwand met gestaffelde planken voldoet op sterkte met u.c. = 0,52, zie de berekening hieronder voor een onderbouwing:

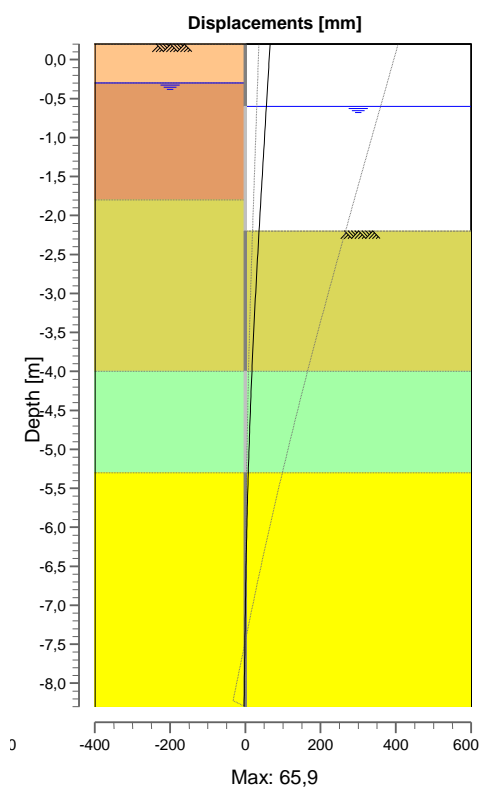
$$\sigma_{s;d} = \frac{M_{s;d}}{W_{corr}} = \frac{116,3 * 10^6}{0,78 * 1205 * 10^3} = 124 \text{ N/mm}^2 < 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (voldoet)}$$

Het gekozen damwandprofiel voldoet voor de gekozen staalkwaliteit (S240).

### Toetsing vervorming

De berekende vervorming is gelijk aan 65,9 mm op de kop van de damwand. Zie Figuur 7-5. In [12] wordt voor stabiliteitsschermen in een primaire waterkering een grenswaarde van 100 mm gesteld. Hier gaat het om een regionale kering. Bij de genoemde eis wordt daarnaast uitgegaan van een EEM berekening waarin de interactie tussen grondlichaam en constructie beter gemodelleerd kan worden. Met deze aanpak kan de vervorming daardoor nauwkeuriger bepaald worden. De huidige aanpak met D-Geo Stability en een vertaling van het stabiliteitstekort naar een belasting op de damwand is conservatief. De berekende vervormingen

moeten dan ook in dit licht worden bekeken. De berekende vervorming voldoet aan de grenswaarde en wordt acceptabel geacht.



Figuur 7-5 Vervorming damwandprofiel kadevak DWK-4420-01-3b

### Toetsing verticaal draagvermogen

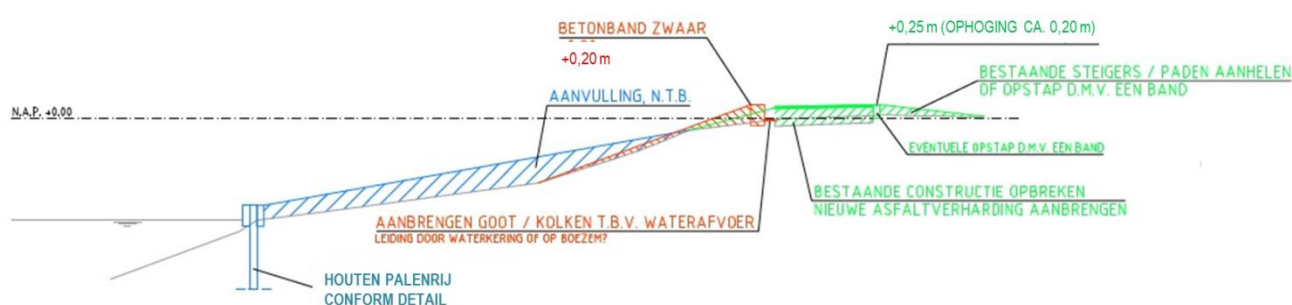
Het verticaal draagvermogen is in een aanvullende berekening beschouwd waarbij het ontwerp uitwijst dat langere planken (ca. 12,5 m) moeten worden toegepast dan nu in de berekening is aangehouden om de constructie zettingsvrij aan te kunnen brengen. Met de gekozen planklengtes van 8,5 m uit bovenstaande berekening zal de constructie niet zettingsvrij zijn. Er is gerekend met de aanleghoogte van de damwandplanken van NAP+0,2 m waarin een marge zit verwerkt op de normhoogte. Op wens van het waterschap worden de planken daarom niet zettingsvrij aangebracht.

Te zien is dat wordt voldaan op draagvermogen. De volledige D-Foundations berekeningen zijn opgenomen in Bijlage D.2.

### 7.2.2. **Kadevak DWK-4420-01-3c**

In dit kadevak wordt het hoogtetekort opgelost door het aanbrengen van een ophoging met licht ophoogmateriaal op de bestaande weg waarbij er ca. 20 cm wordt opgehoogd tot NAP+0,25 m. Wanneer dit lokaal niet inpasbaar is geldt een minimale aanleghoogte van NAP+0,20 m. Dit is toelaatbaar aangezien met licht ophoogmateriaal wordt gewerkt. Het asfaltpad wordt verwijderd en hoger terug gebracht en voorzien van klinkers. Het nieuwe pad wordt aangelegd met een afschot naar het westen zodat hemelwater

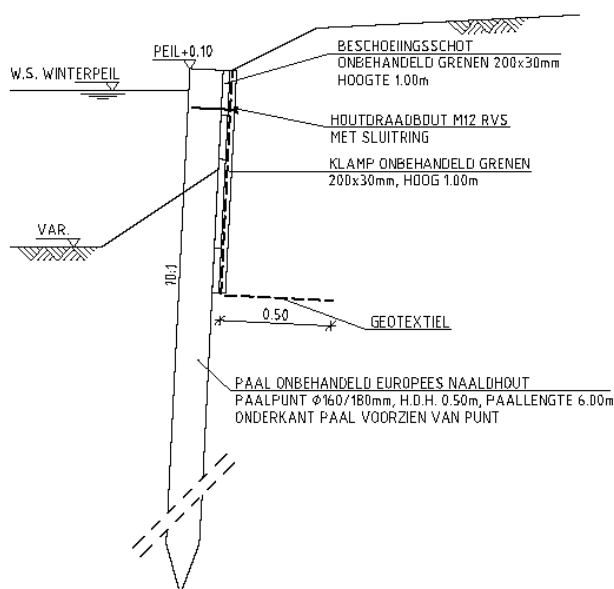
grotendeels afstroomt richting de polder. De huidige berm van de dijk, het onderveld, is deels verzakt en dient daarom te worden geheprofileerd. Onderaan het talud wordt een houten palenrij aangebracht conform het detail in Figuur 7-7 om het sloottalud overeind te houden tijdens de eerste jaren van consolidatie. Een berekening van de stabiliteit binnenwaarts bij de ophoging is eerder gemaakt door Antea waaruit blijkt dat de stabiliteit binnenwaarts hierdoor nauwelijks verandert en voldoende is. Wel dient hierbij te worden opgemerkt dat hierbij de oude parameterset van HHNK van vóór 2014 is gehanteerd maar gezien de kleine invloed op de stabiliteit van de ophoging is dit niet nader beschouwd.



Figuur 7-6: Oplossing kadevak DWK-4420-01-3c

### Waterwinplaats brandweer

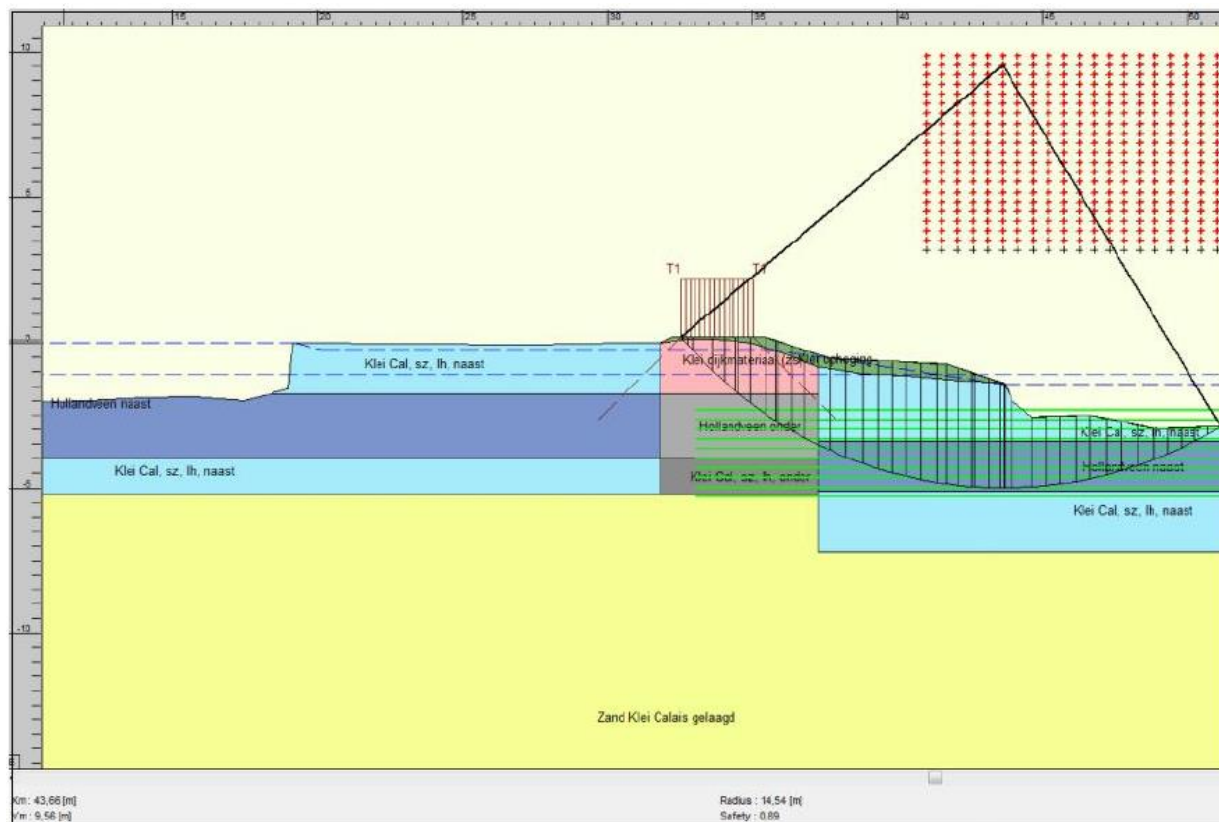
Halverwege dit kadevak wordt een waterwinplaats voor de brandweer aangelegd. Een overzicht van de locatie van waterwinplaats is opgenomen in Bijlage E.



Figuur 7-7: Principe-detail beschoeiing houten palen binnentalud ter voorkoming van afkalving

Plaatje aanpassen met houten palenrij Ø120/140 mm +geotextiel en geen gording van Europees naaldhout. L = 5 m. Plaatje stuurt Roals nog toe.

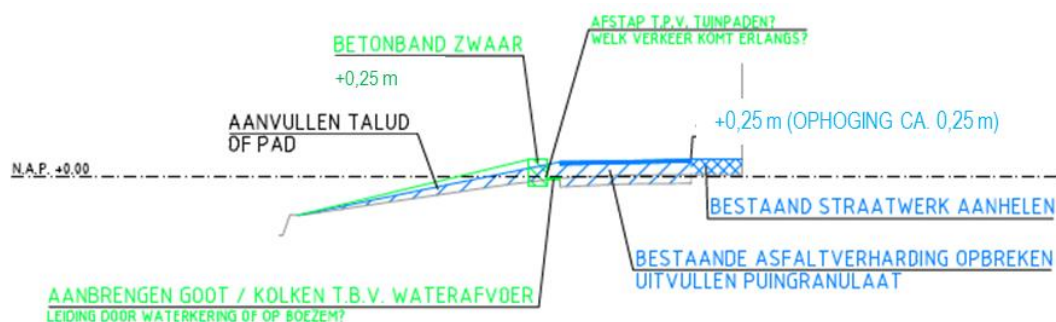




Figuur 7-8: Controle stabiliteit bij ophoging kadevak DWK-4420-01-3c [3]

### 7.2.3. Kadevak DWK-4420-01-3d

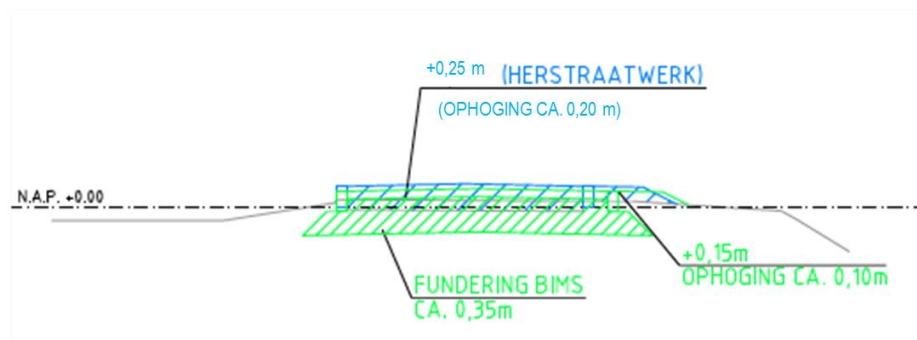
In dit kadevak wordt een gewichtsneutrale ophoging aangebracht op de weg die wordt aangesloten op de bestaande situatie. Doordat gewichtsneutraal wordt opgehoogd verandert de huidige stabiliteit niet. Zie de oplossing in Figuur 7-9.



Figuur 7-9: Oplossing kadevak DWK-4420-01-3d

#### 7.2.4. Kadevak DWK-4420-01-3e

In dit kadevak wordt dezelfde oplossing toegepast als voor kadevak DWK-4420-01-3d. Er wordt een gewichtsneutrale ophoging aangebracht op de weg die wordt aangesloten op de bestaande situatie. Doordat gewichtsneutraal wordt opgehoogd verandert de huidige stabiliteit niet. Zie de oplossing in Figuur 7-10.



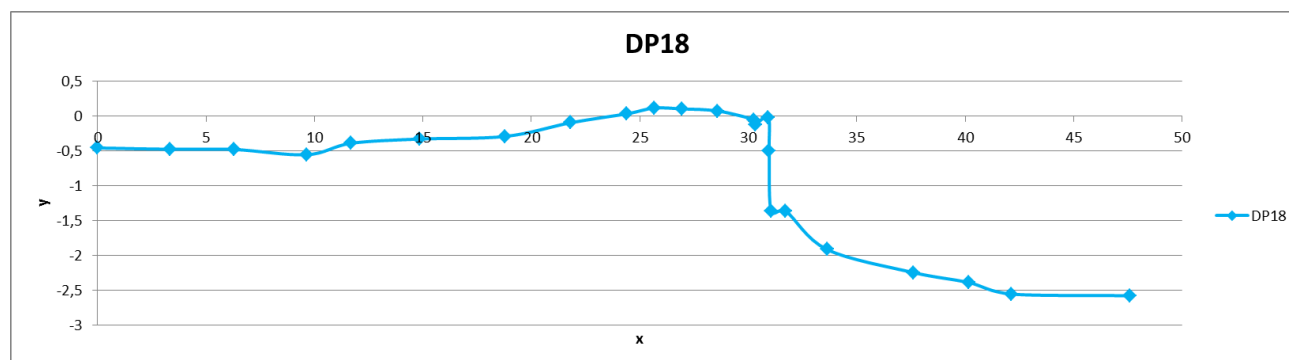
Figuur 7-10: Oplossing kadevak DWK-4420-01-3e

#### 7.2.4.1. Plankenbeschoeiing Woude 7 en 32

Langs de percelen bij Woude 7 en 32 komt een plankenbeschoeiing (verticale planken met gording) ter vervanging van de huidige beschoeiing die in slechte staat is. De nieuwe beschoeiing wordt vergelijkbaar met de huidige situatie langs Woude 6. In deze paragraaf is deze beschoeiing rekenkundig uitgewerkt.

#### Geometrie

Een ingemeten dwarsprofiel ter hoogte van Woude 7 en 32 is weergegeven in Figuur 7-11.



Figuur 7-11: Dwarsprofiel 18 ter hoogte van Woude 7 en 32<sup>8</sup>

Deze geometrie is gehanteerd. Waar het bodemniveau hoger ligt dan de leggerdiepte van NAP-2,2 m [13] is de leggerdiepte gehanteerd.

#### Bodemopbouw

De bodemopbouw voor het ontwerp is bepaald op basis van het beschikbare GTL [4]. Een overzicht van de gehanteerde bodemopbouw is gegeven in Tabel 7-6. Voor klei\_onderveen onder de dijk zijn ter

<sup>8</sup> Inmetingen Oranjewoud juli 2012.



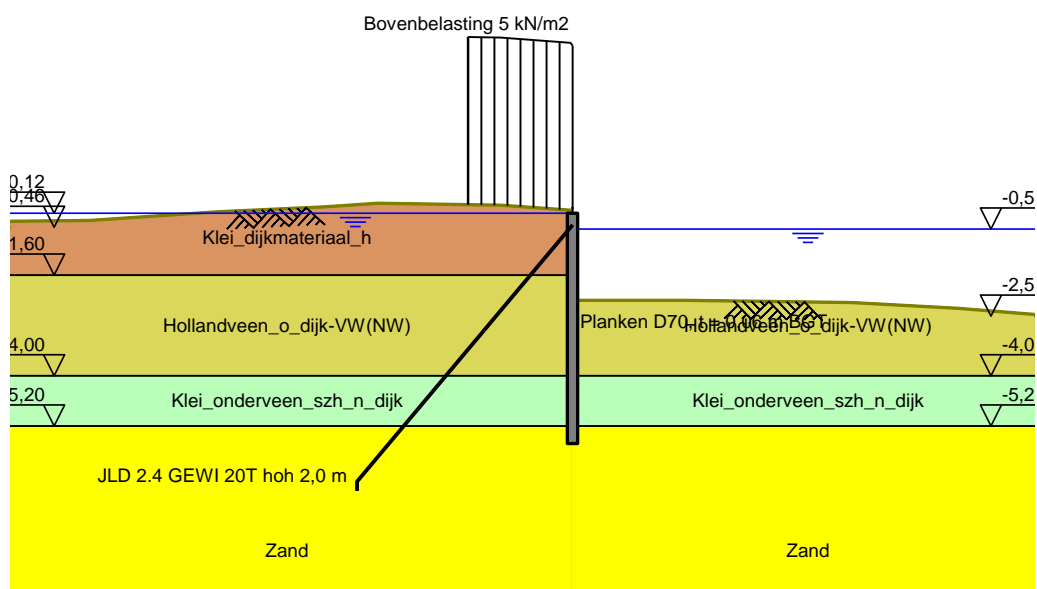
vereenvoudiging dezelfde eigenschappen gehanteerd als naast de dijk, gezien de vergelijkbare eigenschappen in de parameterset en de verwaarsloosbare invloed.

Tabel 7-6: Aangehouden bodemopbouw op basis van GTL

Bodemopbouw	b.k. laag [m +NAP]	Laagdikte [m]
Klei_dijkmateriaal_h	-0,1	1,7
Hollandveen_o_dijk – VW (NW)	-1,6	2,4
Klei_onderveen_s_z_h_n_dijk	-4,0	1,2
Zand	-5,2	-

### Rekenmodel

Het gehanteerde rekenmodel is weergegeven in Figuur 7-12 . Het volledige berekeningsrapport is opgenomen in Bijlage F.1. De waterstand aan de actieve zijde is gelijk gehouden aan de kop van de damwand. Aan de boezemzijde is gemiddeld boezempeil aangehouden. Door de relatief open structuur van de houten planken wordt het aanhouden van laag boezempeil als te conservatief ingeschat aangezien al een waterstandsverschil in rekening wordt gebracht en daarnaast wordt vanuit de eisen behorende bij veiligheidsklasse RC1 nog een toeslag van 25 cm waterstandsverschil in rekening gebracht waarmee een groter waterstandsverschil impliciet wordt meegenomen.



Figuur 7-12: Rekenmodel verankerde plankenbeschoeiing

### Minimale lengte damwand

De minimale damwandlengte is bepaald met behulp van D-Sheet Piling. Hieruit volgt een benodigde planklengte van 5,5 m. De kop van de damwand ligt hiermee op NAP-0,12 m (maaiveld) en de teen op NAP-5,62 m. Het verticaal draagvermogen is niet beschouwd aangezien de damwand geen hoogtefunctie heeft



en wat mag meezakken met de omgeving. Daarnaast zijn de ankerkrachten niet groot en een eventuele zakking zal zeer gering zijn aangezien de damwand met de teen in het zand staat.

#### Eigenschappen damwand

De dimensies van de houten damwandplank zijn gekozen op basis van de benodigde sterkte. De eigenschappen van de houten plankenbeschoeiing en verankering zijn gegeven in Tabel 7-7. De sterkteklasse van de damwandplanken is D70. Er is uitgegaan van klimaatklasse 3. De minimaal benodigde dikte van de planken is gelijk aan 6,0 cm. De eigenschappen van de houten damwandplanken zijn gegeven in Bijlage F.3. Er is uitgegaan van een verankering met klpankers, gezien de grote vervormingen en optredende momenten in de situatie waarbij geen verankering wordt toegepast.

Er is een tweetal berekeningen uitgevoerd:

- Stijfheid houten damwand in BGT (lage stijfheid)
- Stijfheid houten damwand in UGT (hoge stijfheid)

De berekeningen met UGT stijfheid levert de grootste momenten in de damwandplank op. De berekening met BGT stijfheid levert de grootste ankerkrachten en vervormingen op.

Tabel 7-7: Eigenschappen houten plankenbeschoeiing

Eigenschap	Waarde
<b>Plankenbeschoeiing</b>	
Kopniveau	NAP-0,12 m
Teenniveau	NAP-5,62 m
Planklengte	5,5 m
Plankdikte	0,06 m
Sterkteklasse	D70
Klimaatklasse	3
Duurzaamheidsklasse	1
<b>Verankering</b>	
Type ankervoet	JLD 2.4
Ankerstaaf	GEWI 20T ( $f_y = 500\text{N/mm}^2$ )
h.o.h. afstand ankers	2,0 m
Aangrijpniveau verankering	NAP-0,40 m
Ankerhoek met maaiveld	50°
Ankerlengte	8,0 m
Horizontaal ruimtebeslag ankers	~ 5,2 m

#### Toetsing sterkte

De uitvoer van het D-Sheet Piling model is weergegeven in Tabel 7-8. De volledige uitvoer is gegeven in Bijlage F.1.



Tabel 7-8: Resultaten verankerde houten plankenbeschoeiing (UGT eigenschappen damwandplanken)

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		9,89	10,86	66,2	70,6	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		9,29	10,50	73,3	77,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	16,0	3,44	5,17	34,6	39,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		4,12	6,21			
2	EC7(NL)-Step 6.3		<b>15,47</b>	<b>16,23</b>	74,7	78,4	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		15,00	16,01	<b>81,5</b>	<b>84,5</b>	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	33,6	6,33	8,82	43,7	50,1	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		7,60	10,59			
Max			<b>15,47</b>	<b>16,23</b>	<b>81,5</b>	<b>84,5</b>	---

Het maximale moment gelijk aan 15,5kNm/m treedt op op een niveau van ca. NAP-2,2 m. De sterkte-toets van de damwand is als volgt:

$$M_{s;d} \leq M_{r;d}$$

Met  $M_{r;d}$  is de momentcapaciteit van de houten damwandplanken.

$$M_{r;d} = f_{m;d} \cdot W = 17,77 \text{ kNm/m}$$

$$u. c. = \frac{M_{s;d}}{M_{r;d}} = \frac{15,5}{17,77} = 0,87 \text{ (voldoet)}$$

De gekozen damwandplanken voldoen.

#### Toetsing dwarskracht

De maximaal optredende dwarskracht is weergegeven in Tabel 7-8. De toets op dwarskracht is als volgt:

$$\tau_{E,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{16230}{60000} = 0,27 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v;0;d} = 1,92 \text{ N/mm}^2$$

$$u. c. = \frac{\tau_{E,d}}{f_{v;0;d}} = \frac{0,27 \text{ N/mm}^2}{1,92 \text{ N/mm}^2} = 0,14 < 1, \text{ voldoet.}$$

#### Toetsing ankers

Als ankertype zijn JLD klapankers 2.4 toegepast. De diameter van de ankerstaaf (type GEWI 20T) is 20 mm en de lengte is 8,0 m. De hart op hart afstand van de ankers is 2,0 m. De toetsing van de ankers is opgenomen in Bijlage F.2.



Tabel 7-9: Resultaten ankerkrachten (BGT eigenschappen damwandplanken)

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut JLD 2.4 GEWI 20T hoh 2,0	
		Force [kN]	State
1	EC7(NL)-Step 6.3	19,17	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.4	19,34	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	10,48	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.3	31,43	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.4	<b>32,86</b>	Elastic
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	20,60	Elastic
Max		<b>32,86</b>	

### Toetsing Kranz-stabiliteit

De constructie is getoetst op Kranz-stabiliteit. In onderstaande afdrucken uit D-Sheet Piling is te zien dat de constructie voor de maatgevende fase (BGT-eigenschappen damwandplanken met bovenbelasting) voldoet op Kranz-stabiliteit.

### Verification anchor force

D-Sheet Piling version 18.1 Date : 6/29/2018 Time: 10:37:21 AM

Problem identification

#### Stage 2: Bovenbelasting

Height of anchor wall : 0,44 [m]  
 Anchor wall bottom : -6,75 [m]  
 Anchor wall top : -6,31 [m]  
 Length of anchor : 8,00 [m]  
 Cross section of anchor : 121,50 [mm<sup>2</sup>]

Anchorage is: short anchorage

#### Results Kranz calculation:

WARNING: Kranz calculation is only significant if bottom anchor wall is above bottom sheet piling

Sheet piling active (Ea) : 12,819 [kN]  
 Horizontal force (Er) : -151,272 [kN]  
 Anchor wall active (Eo) : 15,361 [kN]  
 Cohesion x length (Ec) : 0,000 [kN]  
 Factor due to angle (Es) : 1,637 [-]

Characteristic Kranz anchor strength Rkr;k = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es : 90,858 [kN]

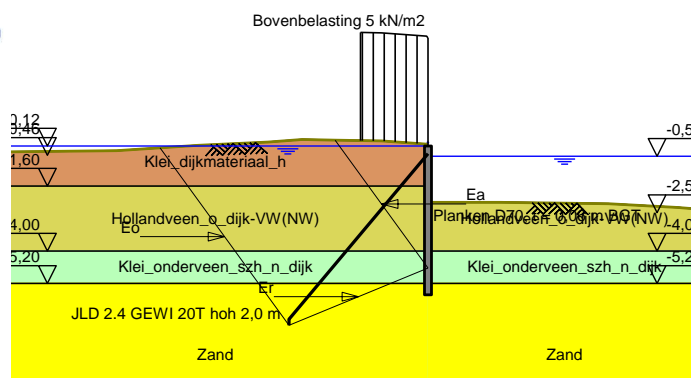
WARNING: The characteristic Kranz anchor strength is calculated WITH loads.

#### Control of anchor (art. 9.7.2(a) NEN 9997-1:2016):

Characteristic Kranz anchor strength (Rkr;k) : 90,858 [kN]  
 Actual anchor force CUR (1.5 \* Pmax) : 49,292 [kN]

MET according to CUR/EC7-NL

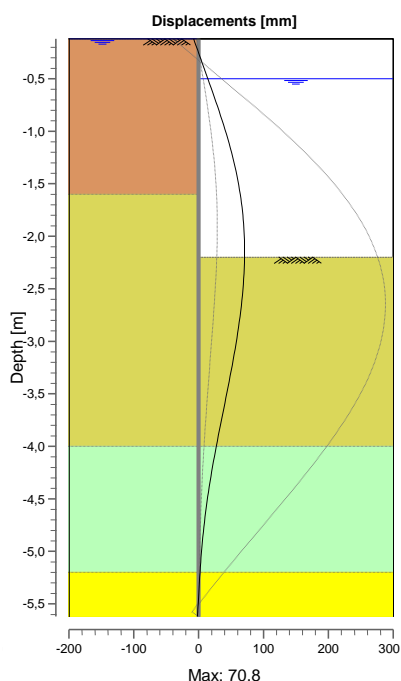
End of anchor force verification



Figuur 7-13: Kranztoets

### Toetsing vervorming

De berekende vervorming in de BGT is gelijk aan 70,8 mm in de buik van de houten plankenbeschoeiing op NAP-2,2 m. Zie Figuur 7-14. Er zijn geen vervormingseisen gesteld. De maximale vervorming treedt op onder de waterlijn (op bodemniveau) en wordt vanuit esthetisch oogpunt acceptabel geacht. De maximale vervorming aan de kop van de damwand is gelijk aan 7,8 mm richting de landzijde. Deze kleine vervorming wordt vanuit esthetisch oogpunt ook acceptabel geacht.



Figuur 7-14: Vervorming BGT houten damwandplanken

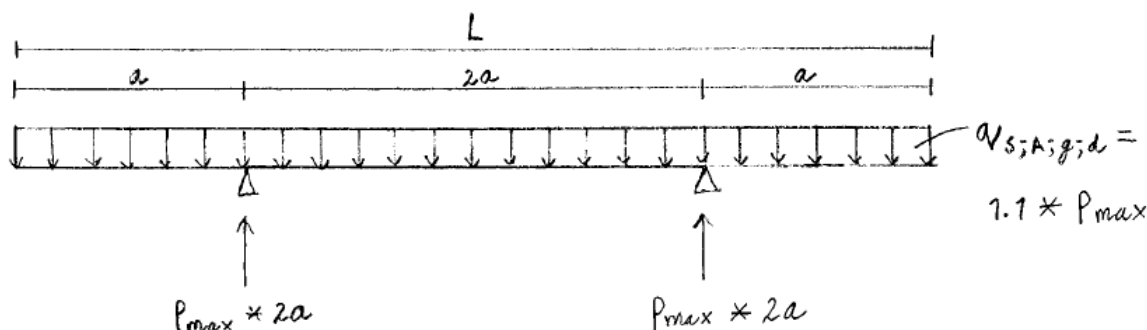
### Dimensionering gording

Als gordingtype wordt een houten balk van 170 mm \* 170 mm gekozen met sterkteklasse D70. De gording wordt afgeschuind aan de bovenzijde i.v.m. duurzaamheid. Hieronder is de gordingberekening opgenomen waarbij is gerekend met het netto-oppervlak waarin afschuiningen niet zijn meegenomen. De maatgevende ankerkrachten zijn gehanteerd.

$$W = \frac{1}{6} * b * h^2 = \frac{1}{6} * 170 \text{ mm} * (170 \text{ mm})^2 = 8,2 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{R;d} = \frac{f_{m;0;rep} * k_{mod} * k_h}{\gamma_m} = \frac{70 \text{ N/mm}^2 * 0,5 * 1,0}{1,3} = 26,9 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{R;d} = W * \sigma_{R;d} = 22,03 \text{ kNm}$$



Figuur 7-15 Modelling gording

$$L = 4 \text{ m}$$

$$a = 1 \text{ m}$$

$$q_{S;A;g;d} = 1,1 * P_{max} = 1,1 * 32,86 = 36,15 \text{ kN/m}$$

#### Controle moment

$$M_{S;veld;d} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{S;steunpunt;d} = \frac{1}{2} * q_{S;A;g;d} * a^2 = \frac{1}{2} * 36,15 \text{ kN/m} * 1^2 = 18,07 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{S;steunpunt;d}}{M_{R;d}} = \frac{18,07}{22,03} = 0,82 < 1 \rightarrow \text{voldoet}$$

#### Controle dwarskracht

$$V_{S;d} = q_{S;A;g;d} * \left(\frac{1}{2} * L - a\right) = 36,15 \text{ kN/m} * a = 36,15 \text{ kN/m} * 1 \text{ m} = 36,15 \text{ kN}$$

$$\tau_{d,max} = 1,5 * \frac{V_{S;d}}{A} = 1,5 * \frac{36,15 \text{ kN/m}}{0,029 \text{ m}^2} = 1,88 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v;d} = \frac{f_{v;0;rep} * k_{mod} * \psi_2}{\gamma_m} = 1,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{d,max}}{f_{v;d}} = \frac{1,88 \text{ N/mm}^2}{1,92 \text{ N/mm}^2} = 0,98 < 1 \rightarrow \text{voldoet}$$

Het verhogen van de levensduur van de houten damwandconstructie wordt bereikt door deze duurzaam te detailleren. Door de juiste detaillering toe te passen worden capillaire naden en horizontale vlakken voorkomen. Tussen de houten damwandplanken en de gording moeten ringen worden aangebracht welke





dienen als afstandhouders. Deze ringen dienen een dikte te hebben van minimaal 10 mm en een diameter van circa 80 mm. De bovenzijde van de gordingen dient te worden afgeschuind met een hoek van ongeveer 15 graden ten opzichte van de horizontaal. Door toepassing van deze afschuining veranderen de dimensies van de gording. Aan de bovenzijde van de gording wordt de afschuining toegepast. De netto (rekenkundige) doorsnede van 170 mm x 170 mm dient over te blijven. Aan de onderzijde van de gording dient een waterhol te worden aangebracht om het aflopende water in de gewenste richting te leiden.

De afmetingen van de ankerplaat en de dimensies van de boutverbinding gording-damwand dienen in een vervolgfase te worden uitgewerkt.

### 7.3. Uitvoeringsaspecten en aandachtspunten vervolgfase

Hieronder zijn per kadevak de aandachtspunten opgenomen.

- Kadevak DWK-4420-01-3b  
Voor de stalen damwand is het uitgangspunt dat deze vanaf de waterzijde vanaf een ponton kan worden aangebracht. Bij uitvoering vanuit water dient rekening te worden gehouden met de geringe waterdiepte van ca. 0,8 m naast de damwand. De verwachting is dat de damwand trillend of drukkend kan worden aangebracht. Ook voor aanvoer van materiaal geldt dit over het water kan worden aangevoerd. De uitvoeringswijze dient in de vervolgfase door de aannemer te worden beschouwd.
- Kadevak DWK-4420-01-3c  
De ophoging met licht ophoogmateriaal kan vanaf het land worden aangebracht met relatief licht materieel. Uitgangspunt voor de houten palenrij onderaan het talud is dat deze vanaf de waterzijde worden aangebracht. Bij uitvoering vanuit water dient rekening te worden gehouden met de geringe waterdiepte langs de boezemrand. De uitvoeringswijze dient in de vervolgfase door de aannemer te worden beschouwd.
- Kadevak DWK-4420-01-3d:  
De ophoging met licht ophoogmateriaal kan vanaf het land worden aangebracht door middel van relatief licht materieel. De uitvoeringswijze dient in de vervolgfase door de aannemer te worden beschouwd.
- Kadevak DWK-4420-01-3e:  
Voor de houten plankenbeschoeiing is het uitgangspunt dat deze vanaf de waterzijde wordt aangebracht. Bij het aanbrengen vanaf water dient rekening te worden gehouden met de geringe waterdiepte van ca. 0,9 m naast de damwand. De uitvoeringswijze dient in de vervolgfase door de aannemer te worden beschouwd.



## 8 Referenties

---

- [1] Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Ontwerp-projectplan Kadeverbetering Alkmaardermeer Stedelijk Gebied, versie 4.0 concept, 7 september 2016 (incl. bijlage 1 t/m 5).
- [2] Iv-Infra b.v., Offertebrief engineering, contractvorming en ondersteuning aanbesteding kadeverbetering Alkmaardermeer stedelijk, 11 januari 2018.
- [3] Antea Group, Geotechnische onderbouwing projectplan Stedelijk Gebied Alkmaardermeer, rev.4 definitief, 25 april 2014.
- [4] Oranjewoud, Dijkverbeteringplan Alkmaardermeer, Voorontwerp Lengteprofiel, concept, juni 2012.
- [5] SWECO, Kadeverbetering Alkmaardermeer Damwandberekening perceel 't Hoorntje, Akersloot (sectie 4260-01-1b), ref. SWNL0192823, revisie D2, 3 oktober 2016.
- [6] SWECO, Ontwerp damwand Sluisbuurt, Berekeningsrapportage verankerde houten damwand, rev. 2 definitief, 16 maart 2017.
- [7] SWECO, tekening Verbetering Boezemkade De Woude/Westwouderpolder, schetsontwerp, concept, 3 oktober 2016.
- [8] Div. overlegverslagen.
- [9] Iv-Infra b.v., M-01 Overzicht per traject, versie 1C, maart 2018.
- [10] CUR-publicatie 166, Damwandconstructies, 6<sup>e</sup> herziene druk, deel 1&2.
- [11] CUR-publicatie 228 Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen, versie 04 definitief, januari 2010.
- [12] Deltares, Ontwerp stabiliteitsschermen (type II) in primaire waterkeringen (groene versie), 2013.
- [13] Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Legger Wateren 2018 (interactieve kaart), via: [https://www.hhnk.nl/portaal/legger-wateren\\_41265/](https://www.hhnk.nl/portaal/legger-wateren_41265/)
- [14] Durability, Software tool voor bepalen van reductiefactoren corrosie damwanden, ArcelorMittal Sheet Piling, versie juli 2017.



## BIJLAGEN

- A. Berekeningsrapport kadevak DWK-4260-01-1b (Jachthaven 't Hoorntje) – onverankerde stalen damwand – D-Sheet Piling



A.1. ***Berekeningsrapportage SWECO***



A.2. ***Berekeningsrapportage IV-Infra***

A.2.1. **Sterkeberekening stalen damwand, D-Sheet Piling**



## A.2.2. Berekening verticaal draagvermogen, D-Foundations



**B.** Berekeningsrapport kadevak DWK-4310-01c (Sluisbuurt te Uitgeest) – verankerde houten damwand – D-Sheet Piling



## B.1. *Berekeningsrapportage SWECO*





B.2. ***Berekeningsrapportage Iv-infra***

B.2.1. **Sterkteberekening houten damwandplanken, D-Sheet Piling**



## B.2.2. Toetsing ankers



### **B.2.3. Sterkte-eigenschappen houten damwandplanken**



**C.** Berekeningsrapporten kadevak DWK-4310-01h (Lagendijk te Uitgeest) – houten palenrij – D-Geo Stability en D-Sheet Piling



C.1. ***Huidige stabiliteit, D-Geo Stability***



C.2. ***Stabiliteit met tuimelkade zonder palenrij, D-Geo Stability***



C.3. ***Stabiliteit met tuimelkade en palenrij, D- Geo Stability***



C.4. ***Sterkteberekening houten palenrij, D-Sheet Piling***





## C.5. *Sterkte-eigenschappen houten palen*



**D.** Berekeningsrapport kadevak DWK-4420-01-3b (Dorp de Woude) –onverankerde stalen damwand – D-Sheet Piling en D-Foundations



D.1. ***Sterkeberekening stalen damwand, D-Sheet Piling***



D.2. ***Berekening verticaal draagvermogen, D-Foundations***



## E. Waterwinplaats brandweer kadevak DWK-4420-01-3c (Dorp de Woude)

Voorstel waterwinplaatsen brandweer  
De Woude april 2018





**F.** Berekeningsrapporten kadevak DWK-4420-01-3e (Dorp de Woude) – verankerde houten plankenbeschoeiing – D-Sheet Piling



F.1. ***Sterkteberekening houten damwandplanken, D-Sheet Piling***



F.2. ***Toetsing ankers***





F.3. ***Sterkte-eigenschappen houten damwandplanken***



Waarderweg 40  
2031 BP Haarlem  
Nederland

Fultonbaan 30  
3439 NE Nieuwegein  
Nederland

**iv-Infra b.v.**  
Trapezium 322  
3364 DL Sliedrecht  
Nederland

Telefoon +31 88 943 3200 Telefoon +31 88 943 3200 Telefoon +31 88 943 3200

Postbus 135  
3360 AC Sliedrecht  
[www.iv-infra.nl](http://www.iv-infra.nl)