

Aanleg 3 duikerbruggen Vlietweg

DO-berekening grondkerende constructies

Brug 156 (Allemansbrug)

Opdrachtgever:



Leiden

Gemeente Leiden

Stadhuisplein 1

2311 EJ Leiden

<http://www.leiden.nl>

Opsteller:



OC2 B.V.

Advies en ontwerp Civiele Constructies

Postbus 328

8200 AH LELYSTAD

info@oc2-bv.nl

www.oc2-bv.nl

Verantwoording

Titel : *Aanleg 3 duikerbruggen Vlietweg
DO-berekening grondkerende constructies
Brug 156 (Allemansbrug)*

Projectnummer : *P180507*

Documentnummer : *P180507-06*

Revisie : *0*

Omschrijving revisie : *Dit is de eerste uitgave*

Datum : *22-07-2023*

Auteur : *J. Hendrikse (BSEng)*

Paraaf auteur :



Gecontroleerd : *ing. R. Nieland (MSEng)*

Paraaf gecontroleerd :



Vrijgave opdrachtgever : *ing. J. van Kernebeek*

Paraaf vrijgave :



OC2 B.V.

Advies en ontwerp Civiele Constructies

Postbus 328

8200 AH LELYSTAD

info@oc2-bv.nl

www.oc2-bv.nl

Inhoudsopgave

1	<i>Inleiding</i>	4
2	<i>Overzicht constructie</i>	5
3	<i>Scope werkzaamheden en vervolgfase</i>	7
4	<i>Ontvangen gegevens</i>	7
5	<i>Normen en richtlijnen</i>	8
6	<i>Uitgangspunten</i>	9
7	<i>Grondonderzoek</i>	11
8	<i>Kabels en leidingen</i>	12
9	<i>Berekening damwand</i>	13

Bijlagen

- A** *Sonderingen*
- B** *Berekening damwand (D-Sheet)*
 - B-1** *sondering SW05*

1 Inleiding

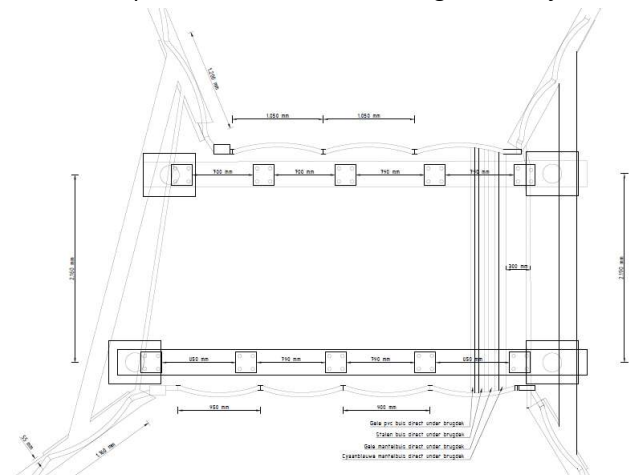
In de Vlietweg zijn 3 bruggen aan het einde van de technische levensduur. De gemeente Leiden wil deze bruggen vervangen zodat de gehele weg voldoet aan de Constructieve Veiligheid volgens de vigerende normen. Daarnaast is rekening gehouden met het veelvuldige landbouwverkeer, de leuningen worden aangebracht op forse, relatief brede randbalken om schade tot een minimum te beperken.

De bruggen zullen volledig worden gesloopt en vervangen door geprefabriceerde, betonnen, rechthoekige duikers. De fundatie zal bestaan uit betonnen kessen en (inwendig geheide) stalen buispalen. De grondkeringen zullen worden verzorgd door stalen damwanden voorzien van een betonnen deksloof.

In onderhavig document wordt de grondkerende constructie op DO-niveau berekend. Het gaat hierbij om: brug 156 (Allemansbrug).



Bestaande situatie (bron: gemeente Leiden)



Globale afmetingen bestaande brug (bron: De Aquanoom)

Leeswijzer:

Brug 151:

- Rapport P180507-01: fundatie duiker
- Rapport P180507-02: damwanden

Brug 152:

- Rapport P180507-03: fundatie duiker
- Rapport P180507-04: damwanden

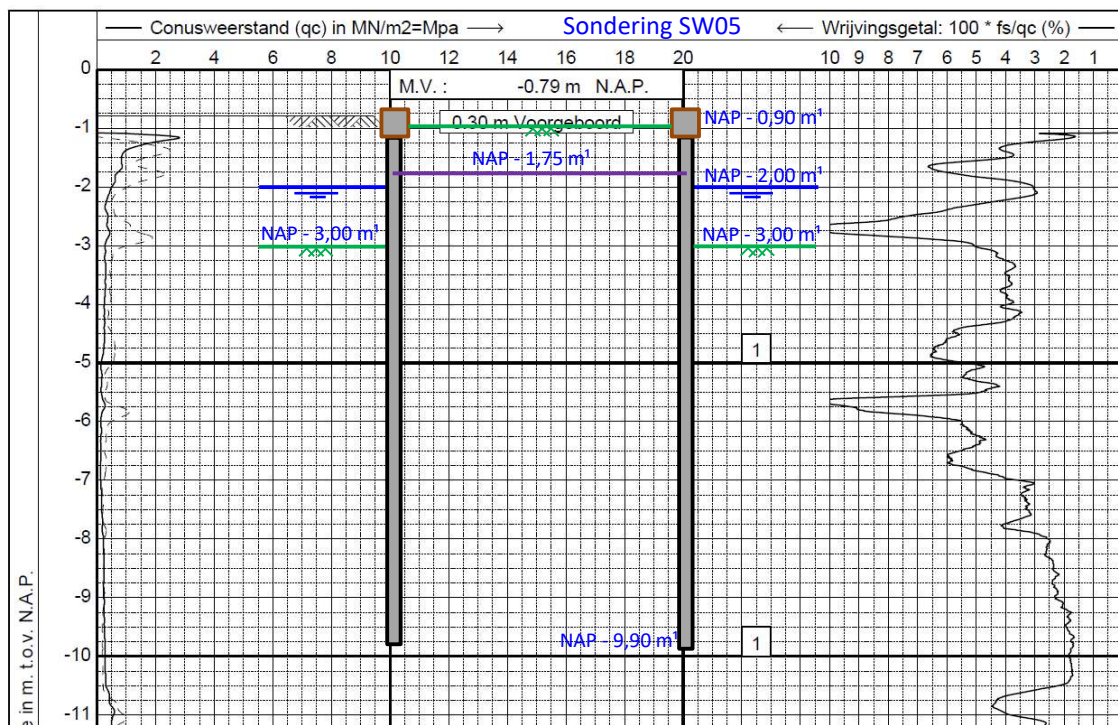
Brug 156:

- Rapport P180507-05: fundatie duiker
- Rapport P180507-06: damwanden



Locatie bestaande/nieuwe constructies (bron: Google Maps)

2 Overzicht constructie



- stalen damwand
 - AZ 14-770 (o.g.)
 - S 240 GP
 - PPN NAP -9,90 m¹
 - lengte ca. 8,65 m¹ (opname in betonnen deksloof = 150 mm.)
(hoogte deksloof = 500 mm.)

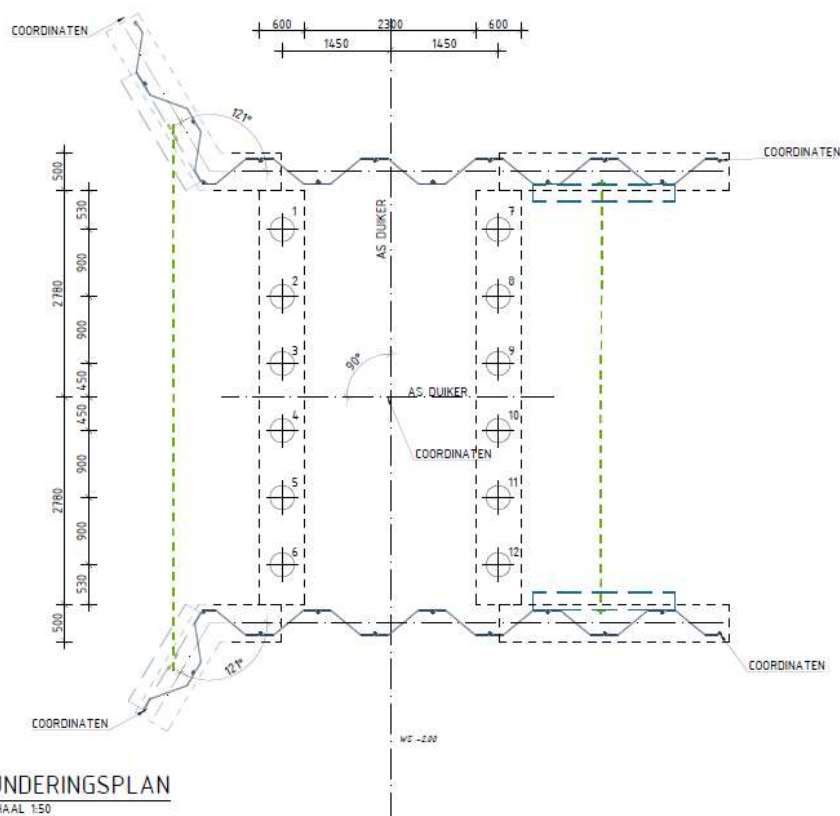
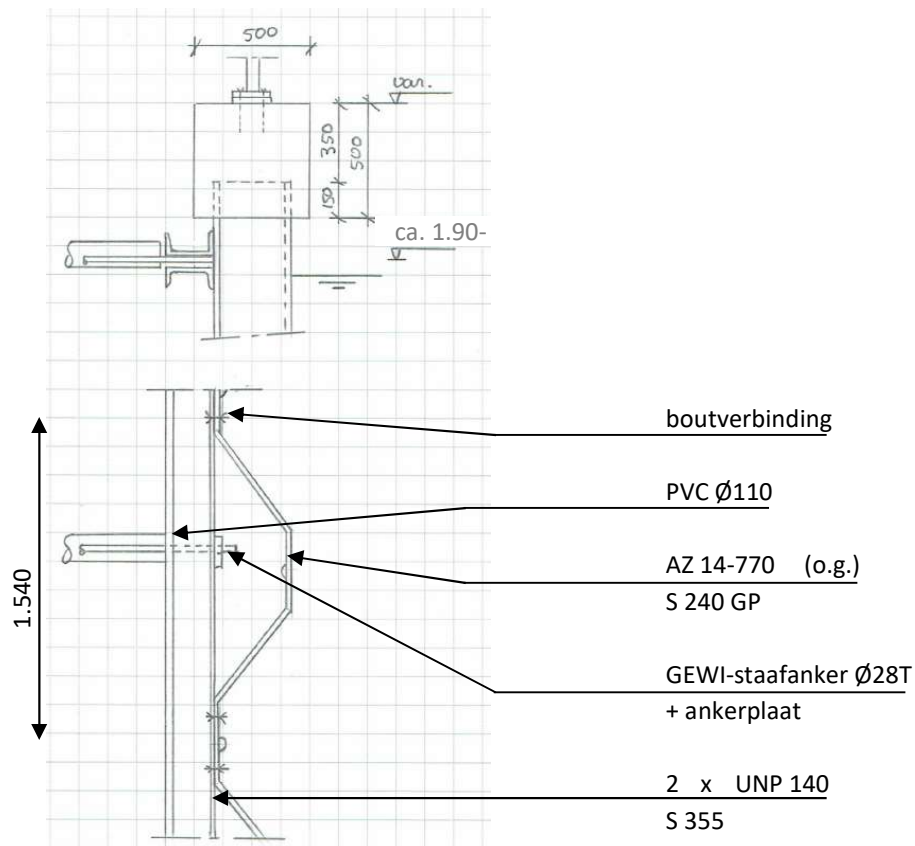
- verankering
 - GEWI-staafanker Ø28T

GEWI-Staafanker	Eenheid	16T	20T	25T	28T	32T	40T	50T	57,5TR+	63,5T	63,5TR+	75TR+			
Diameter	mm	16	20	25	28	32	40	50	57,5	63,5	63,5	75			
Rekenkundige doorsnede	mm²	200	314	491	616	804	1257	1963	2597	3167	3167	4418			
Gewicht	kg/m¹	1,6	2,5	3,9	4,9	6,4	10,1	15,7	20,8	25,3	25,3	35,3			
Vloei spanning	N/mm²	500	500	500	500	500	500	500	670	555	670	670			
Treksterkte	N/mm²	550	550	550	550	550	550	550	800	700	800	800			

- gording
 - 2 x UNP 140
 - S 355

Overzicht constructie (vervolg)

- principeschets



FUNDERINGSPLAN

SCHAAL 1:50

FUNDERINGSSTAAT BRUG 156

BUISPALEN Ø324x6.3 (S235) MET GESLOTEN PUNT

PAAL NUMMER	SYMBOOL	AANTAL	HELLING	PUNTNIVEAU	O.K. CONSTRUCTIE	AFBRANDNIVEAU	LENGTE	KWALITEIT	KOPWAPENING
1-10	+	20	TE LOOD	-15.500	-1.915	-1.895	13605	S235	5Ø12

MINIMAAL BOVENSTE 350mm VAN DE BUISPALEN VULLEN MET BETON C30/37, REST MET ZAND

STALEN DAMWAND AZ 14 770 (ENKELE PLANKEN)

NOORD	12	TE LOOD	-9.900	VAR	MAX -0.955	MAX 8945			
ZUID	11	TE LOOD	-9.900	VAR	MAX -0.955	MAX 8945			

3 Scope werkzaamheden en vervolgfase

In onderhavige berekening zijn de volgende zaken op DO-niveau beschouwd:

- damwandafmetingen;
- verankering + gording;

Deze berekening dient als onderlegger voor het bestek. Hierin staat exact beschreven welke werkzaamheden nog worden verlangd van de aannemer. In grote lijnen is dit als volgt:

- detailengineering (damwanden, gordingen, verankering, deksloof);
- wijze van uitvoering (o.a. trillingspredictie);

Alle berekeningen en tekeningen dienen ter goedkeuring aan de directie (en hoofdconstructeur) te worden aangeboden.

4 Ontvangen gegevens

De volgende gegevens zijn ter beschikking gesteld:

- Sonderingen

Sondeerder	Geonius
Titel	Vijf bruggen aan de Vlietweg te Leiden
Opdrachtnr.	GA190438.R01.V0.1
Datum	22-10-2019
- Inmetingen bestaande bruggen

Opsteller	De Aquanoom
Titel	Inmeten 3 bruggen Vlietweg Leiden
Datum	29-01-2019 / 29-01-2020
Tekeningnr.	T001 (totaal 5 bladen)
- Foto's huidige situatie
- Tekening en berekening verankerde damwand Rijn-Schiekanaal

Opsteller	Tauw / De Vries Titan
Titel	Oeververvanging traject 4.1 N&Z / Berekening groutinjectie-ankers
Datum	22-03-2017 / 20-11-2021

5 Normen en richtlijnen

Onderstaand is een overzicht gegeven van de vigerende, meest relevante normen en richtlijnen die voor dit project zullen worden gebruikt.

Normen

Eurocode 0: grondslag voor het ontwerp

- NEN-EN 1990:2019 (nl) + NB:2019 (nl) *Grondslagen van het constructief ontwerp*

Eurocode 1: belastingen op constructies

- NEN-EN 1991-1-1:2011 (nl) + NB:2019 (nl) *Algemene belastingen*
- NEN-EN 1991-1-4:2011 (nl) + NB:2020 (nl) *Windbelasting*
- NEN-EN 1991-1-5:2011 (nl) + NB:2011 (nl) *Thermische belasting*
- NEN-EN 1991-1-7:2019 (nl) + NB:2019 (nl) *Buitengewone belastingen*
- NEN-EN 1991-2:2015 (nl) + NB:2019 (nl) *Verkeersbelasting op bruggen*

Eurocode 2: ontwerp en berekening van betonconstructies

- NEN-EN 1992-1-1:2011 (nl) + NB:2020 (nl) *Algemene regels en regels voor gebouwen*
- NEN-EN 1992-2:2011 (nl) + NB:2011 (nl) *Betonnen bruggen, regels voor ontwerp, berekening en detaillering*

Eurocode 3: ontwerp en berekening van staalconstructies

- NEN-EN 1993-1-1:2016 (nl) + NB:2016 (nl) *Algemene regels en regels voor gebouwen*
- NEN-EN 1993-1-8:2011 (nl) + NB:2011 (nl) *Ontwerp en berekening van verbindingen*

Eurocode 7: geotechnisch ontwerp van constructies

- NEN 9997-1:2017 (nl) *Algemene regels*

Richtlijnen

CUR 166 *Damwandconstructies, 6^e druk*

Naast genoemde normen en richtlijnen zullen ook productspecifieke normen van toepassing zijn, deze worden verder niet genoemd.

6 Uitgangspunten

6.1 Betrouwbaarheids- en gevolgklasse

Gevolgklasse	CC 2
Betrouwbaarheidsklasse	RC 2
Geotechnische categorie	2
Levensduur	100 jaar
Levensduur vervangbare onderdelen	50 jaar

6.2 Materialen

Staal

- damwanden S 240
- legankers GEWI

Soortelijke gewichten:

- eigen gewicht beton 25,0 kN/m³
- straatwerk 23,0 kN/m³
- asfalt 23,0 kN/m³
- granulaat 20,0 kN/m³
- staal 78,5 kN/m³
- grond (droog) 18,0 kN/m³
- grond (verzadigd) 20,0 kN/m³

6.3 Gebruikte programmatuur

- Excel van Microsoft
- D-Foundations van Deltares
- D-Sheet van Deltares

6.4 Overig

- Waterstand NAP -0,60 m¹ (streefpeil)
- Dit is de waterstand in het Rijn-Schiekanaal, representatief voor brug 151 en 152
 - vanwege golfslag en "zuigende werking" wordt gerekend met de volgende waterstanden:
 - actieve zijde NAP -0,30 m¹ (dit is 0,30 hoger dan het streefpeil)
 - passieve zijde NAP -0,80 m¹ (dit is 0,20 lager dan het streefpeil)
- Waterstand NAP -2,00 m¹ (variabel)
- Dit is de waterstand in de watergang, representatief voor brug 156.
- Waterdiepte in de duiker (minimum) 1,00 m¹

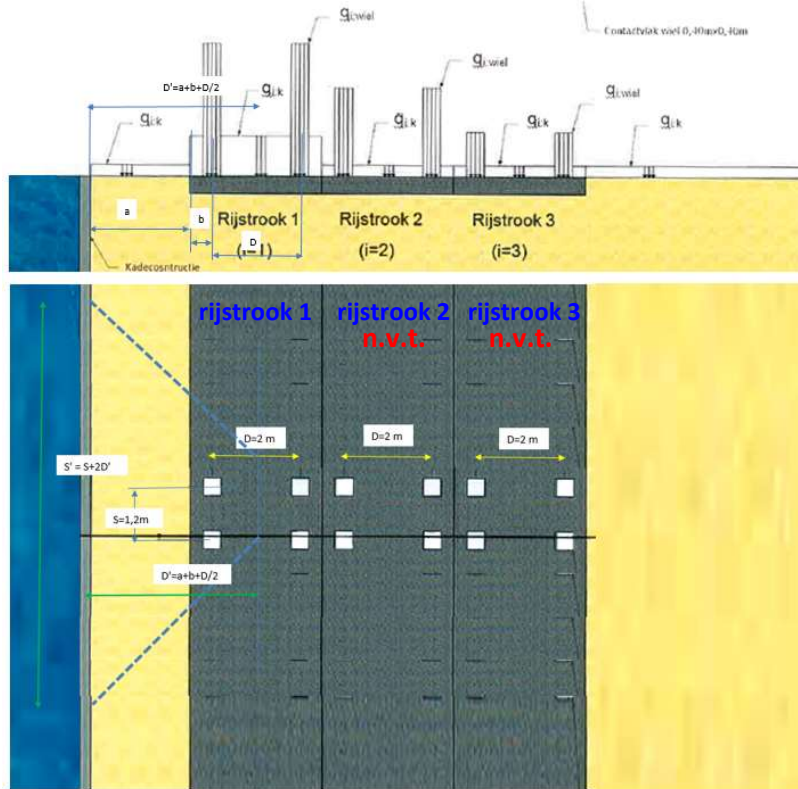
Uitgangspunten (vervolg)

6.5 Belastingen

Verkeersbelastingen

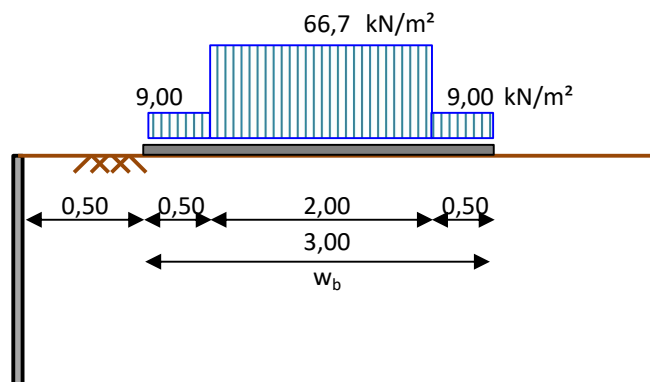
- Belastingmodel 1 (globaal effect)

O.b.v. het handboek "Binnenstedelijke kademuuren" is de volgende belasting bepaald:



b_w	=	3,00 m ¹	(rijstrookbreedte)
$Q_{1,k}$	=	300 kN	(BM1: aslast)
$F_{1,k}$	=	150 kN	(BM1: wielast)
α_{Q1}	=	1,00 -	(ondanks de lage intensiteit wordt géén reductie toegepast)
D	=	2,00 m ¹	(afstand tussen de wielen)
S	=	1,20 m ¹	(afstand tussen de assen)
a	=	0,50 m ¹	(afstand tussen damwand en kant verharding)
b	=	0,50 m ¹	(afstand tussen kant verharding en hart wiel)
D'	=	2,00 m ¹	(afstand tussen hart wagen en damwand)
q_1	=	57,7 kN/m ²	(= $4F / (D \times (S + 2 \times D'))$)
x_{begin}	=	1,00 m ¹	(= $D' - D/2$)
x_{eind}	=	3,00 m ¹	

$q_{1,k}$	=	9,00 kN/m ²
α_{q1}	=	1,00 -
x_{begin}	=	0,50 m ¹
x_{eind}	=	3,50 m ¹

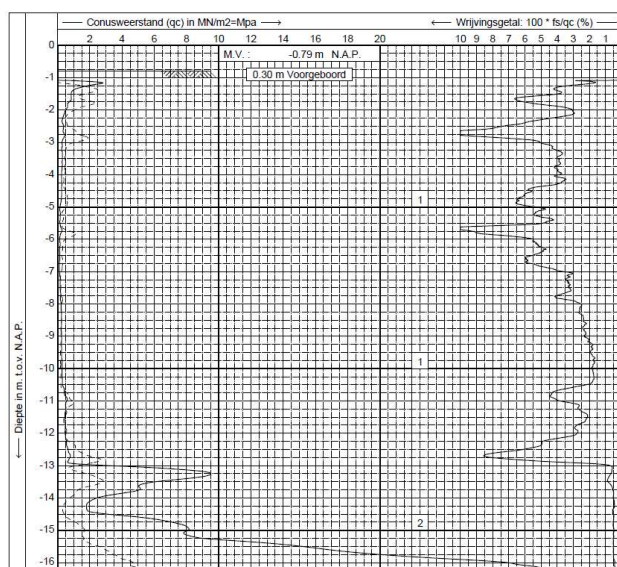
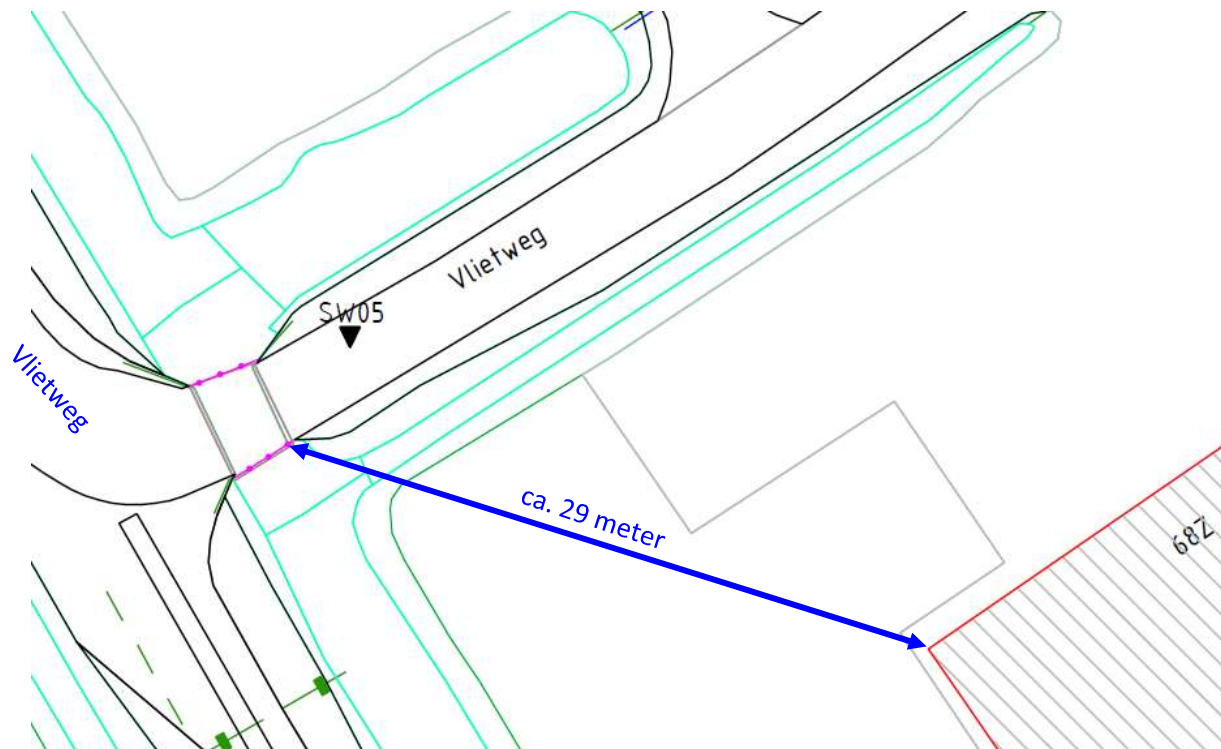


Scheepvaartbelastingen

Er is geen noemenswaardige scheepvaart ter plaatse van de duikerbruggen, belastingen uit scheepvaart worden niet in rekening gebracht.

7 Grondonderzoek

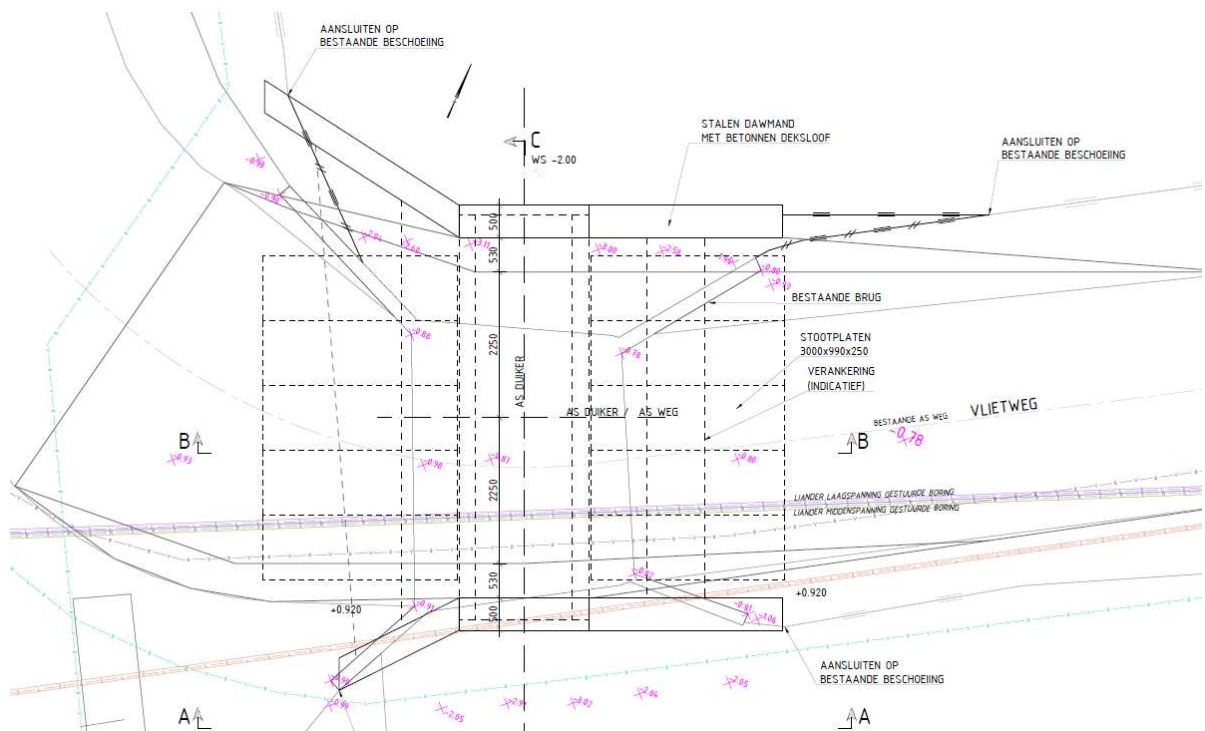
Voor dit werk is een grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit 1 (land)sondering. De rapportage is als [Bijlage A](#) toegevoegd aan dit rapport. Het uitgevoerde grondonderzoek voldoet niet aan de eisen conform NEN 9997-1. Voor het bepalen van het draagvermogen is rekening gehouden met een mate van reductie van de qc-waarden i.v.m. de aanwezigheid van de watergang.



Sondering SW05

8 Kabels en leidingen

Door de gemeente is een KLIC-melding gedaan waarvan in onderstaand figuur de ligging (bovenaanzicht) is aangegeven:



LEGENDA KABELS & LEIDINGEN

-  LAAGSPANNING LEIDEN B.V.
-  LAAGSPANNING LIANDER B.V.
-  DATA KPN B.V.
-  DATA LIANDER B.V.
-  DATA ZIGGO B.V.
-  MIDDENSPIJNING LEIDEN B.V.
-  GAS LAGE DRUK LIANDER B.V.
-  PERSLEIDING RIOLERING WATERSCHAP
-  WATER

Deze ligging/tekening is een inschatting, vóór uitvoering dient de actuele stand te worden opgevraagd alsmede controle van de juiste ligging.

Randvoorwaarden m.b.t. het aanbrengen van funderingselementen dienen te worden opgevraagd bij de betreffende beheerders, mogelijk zijn aanvullende maatregelen danwel aanpassingen aan het ontwerp noodzakelijk ondanks het feit dat zoveel als mogelijk rekening is gehouden met de aanwezige K&L.

Op 28-03-2023 heeft er een Nuts-overleg plaatsgevonden (o.a. KPN, Alliander, Dunea) waarbij gekeken is naar een haalbare oplossing voor het omleggen van de K&L. In feite zijn er bij deze brug niet de beperkingen zoals bij brug 151 en 152. De K&L kunnen tussen de palen worden aangebracht danwel omgelegd aan de buitenzijde van de brug.

9 Berekening damwand

Uitgangspunten

Veiligheidsklasse	RC 2	(middelmatige persoonlijk veiligheidsrisico's bij bezwijken)
Schematisatie glijvlakken	recht	(methode c, fi, delta)
Indeling damwand oppervlak	ruw	(delta = 0,67 x fi)
Referentieperiode damwand	100 ▼ jaar	
Tijdelijke damwand	nee	
Bouwkuip	nee	

In de berekening is één strekkende m

Schematisatie

Zie ook de volgende bladzijden.

De UGT-waarden van de grondparameters worden gecorrigeerd op basis van onderstaande tabel en indeling:

User Defined Partial Factors

EC7 General EC7 NL CUR EC7 BE

RC 0 RC 1,2,3 RC 1 RC 2 RC 3

Factors on loads:

		Geotechnical loads		Constructive loads		Geotechnical loads		Constructive loads		Geotechnical loads		Constructive loads	
Factor on permanent load, unfavourable	[-]	1.000	1.000	1.215	1.215	1.000	1.000	1.350	1.350	1.000	1.000	1.485	1.485
Factor on permanent load, favourable	[-]	1.000	1.000	0.900	0.900	1.000	1.000	0.900	0.900	1.000	1.000	0.900	0.900
Factor on variable load, unfavourable	[-]	1.000	1.000	1.350	1.350	1.100	1.100	1.500	1.500	1.250	1.250	1.650	1.650
Factor on variable load, favourable	[-]	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	

Material factors:

Factor on cohesion	[-]	1.150	1.150			1.250	1.250			400	1.400		
Factor on tangent phi	[-]	1.150	1.150			1.175	1.175			200	1.200		
Factor on low rep. mod. of subg. reactions	[-]	1.300	1.300			1.300	1.300			300	1.300		

Geometry modification:

Increase retaining height	[%]	10.00	10.00			10.00	10.00			0.00	10.00		
Maximum increase retaining height	[m]	0.50	0.50			0.50	0.50			0.50	0.50		
Change in phreatic line on passive side	[m]	0.20	0.20			0.25	0.25			0.25	0.25		
Raise in phreatic line on active side	[m]	0.05	0.05			0.05	0.05			0.05	0.05		

Overall stability factors:

Factor on cohesion	[-]	1.300	1.300			1.450	1.450			600	1.600		
Factor on tangent phi	[-]	1.200	1.200			1.250	1.250			300	1.300		
Factor on unit weight soil	[-]	1.000	1.000			1.000	1.000			0.00	1.000		

Factors on representative values:

Factor on rep. values of M, D and Pmax	[-]	1.200	1.200			1.200	1.200			350	1.350		
--	-----	-------	-------	--	--	-------	-------	--	--	-----	-------	--	--

Vertical balance factors:

Partial factor base resistance (gamma_b)	[-]	1.200	1.200			1.200	1.200			200	1.200		
--	-----	-------	-------	--	--	-------	-------	--	--	-----	-------	--	--

Reset OK Cancel Help

Berekening damwand (vervolg)

Geometrie

Overeenkomstig de aangeleverde gegevens worden de volgende hoogten aangehouden:

Maaiveldniveau (actief)	=	NAP	-0,90 m ¹	(conform tekening)
Niveau top damwand	=	NAP	-0,90 m.	(conform tekening)
Waterstand, actief	=	NAP	-2,00 m ¹	
Waterstand, passief	=	NAP	-2,00 m ¹	
Verankeringsniveau (hart)	=	NAP	-1,75 m.	
Maaiveldniveau (passief)	=	NAP	-3,00 m ¹	(conform inmeting)
Inheiniveau damwand	=	NAP	-9,90 m.	
Lengte damwand	=		9,00 m.	

Gegevens ankerstang

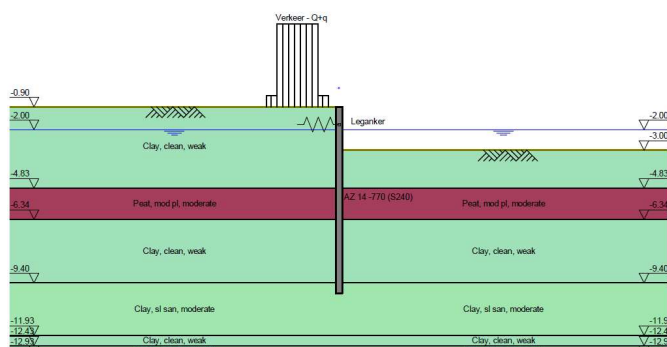
a	= h.o.h. afstand	=	1,54 m ¹
Ø	= diameter	=	28 mm
A _{b,s}	= oppervlakte	=	616 mm ²
r	= referentieperiode	=	100 jaar
B	= grondsoort	=	Ongeroerde, schone bodem
r _c	= reductie t.g.v. corrosie	=	1,20 mm (rondom) (zie tabel 9.2 CUR 166)
A _c	= gecorrodeerd oppervlak	=	515 mm ²
S	= staalkwaliteit met f _y	=	500 N/mm ²
	= staalkwaliteit met f _u	=	550 N/mm ²
γ _M	= materiaalfactor	=	1,4 -
N _{pl,Rd;1}	= vloeikracht	=	257 kN (= A _{corr} x f _y)
N _{pl,Rd;2}	= vloeikracht	=	202 kN (= A _{corr} x f _u / γ _M)

Parameterbepaling

De damwanden worden berekend o.b.v. de geleverde GEF-files en tabel 2.b (NEN 9997-1).

Schematisatie / invoer D-Sheet (eindfase)

Overzicht - Fase 1: Eindsituatie



Sondering SW05

Berekening damwand (vervolg)

Invoer profielgegevens damwand

Damwandprofiel

Materiaalkeuze

AZ 14-770 ▼

S240 GP ▼

$$\begin{aligned}
 E_{\text{rep}} &= 210.000 \text{ N/mm}^2 & W_{\text{el}} &= 1.355 \times 10^3 \text{ mm}^3 & w_b &= 770 \text{ mm.} \\
 I &= 23.300 \times 10^4 \text{ mm}^4 & f_{y,d} &= 240 \text{ N/mm}^2 \\
 EI_{\text{rep}} &= 48.930 \text{ kNm}^2/\text{m}^1 & \tau_{u,d} &= 139 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Reductiefactor corrosie

T = referentieperiode = 100 jaar

Bodemsoort t.p.v. maximaal moment = Verontreinigde bodem, geroerde grond ▼

Zone t.p.v. maximaal moment = Schoon, zoet water (rond de waterlijn) ▼

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \text{corrosie totaal aan de landzijde (o.b.v. tabel 9.2)} & &= 3,00 \text{ mm} \\
 a_2 &= \text{corrosie totaal aan de waterzijde (o.b.v. tabel 9.3)} & &= 1,40 \text{ mm} \\
 a_{\text{tot}} &= \text{totale optredende corrosie (aan beide zijden)} & &= 4,40 \text{ mm} \\
 t_{\text{dmw}} &= \text{lijfdikte damwand} & &= 9,50 \text{ mm} \\
 R_{\text{corr}} &= \text{reductiefactor corrosie} & = 5,10 / 9,50 & = 0,54 -
 \end{aligned}$$

Reductiefactor scheve buiging (conform tabel 3.4, deel 2)

Sloten in neutrale lijn = nee (Z-profiel)

Wijze van aanbrengen (1=enkelvoudig, 2=dubbel, 3=drievoudig) = 2 n.v.t.

$$\beta_B = \beta_D = 1,00$$

(Let op: indien voor enkelvoudige U-profielen "1" wordt ingevuld, zijn alleen de invloeden 4, 5 en 6 van onderstaande tabel van toepassing)

(Koudgeformde profielen reageren ten aanzien van scheve buiging hetzelfde als enkelvoudige planken)

Voor het weerstandsmoment geldt = $W_{\text{corr}} = \beta_B \cdot W_{\text{el}}$ met $\beta_B = \beta_{B,0} + \sum \Delta\beta_{B,i} \leq 1,00$ Voor het traagheidsmoment geldt = $I_{\text{corr}} = \beta_D \cdot I_{\text{el}}$ met $\beta_D = \beta_{D,0} + \sum \Delta\beta_{D,i} \leq 1,00$

(Onderstaande tabel is niet van toepassing, bèta is 1,00)

 $\beta_{B,0}$ = minimum waarde van de reductiefactor (conform opgave leverancier): = 0,00
 $\beta_{D,0}$ = minimum waarde van de reductiefactor, afhankelijk van type:
 verankerd/gestempeld (ja/nee): **ja** = 0,55
 $\Delta\beta_{B,i}$ = 1) schuifweerstand grond
 grondsoort kerend gedeelte (klei of zand) **klei**
 classificatie (slap, matig of vast) **matig**

$$\Delta\beta_B = 0,10$$

ondersteuning en weerstand tegen schuiven

2) aantal verankeringen/ondersteuning (OWB) **1** $\Delta\beta_B = 0,05$ 3) gording/betonnen deksloof aanwezig (ja/nee) **ja** $\Delta\beta_B = 0,05$ 4) schuifvaste verbindingen aangebracht (ja/nee) **ja** $\Delta\beta_B = 0,05$

(indien er een gording/deksloof aanwezig is, mag bij punt 4 "ja" ingevuld worden)

5) installatie

trillend/heidend aangebracht (ja/nee) **ja** $\Delta\beta_B = 0,10$ (controleer benodigde W_x o.b.v. tabellen bijlage B (deel 1) m.b.t. schadevrij installeren)

6) zandlaag boven GWS

minimaal 5 m. droog zand aanwezig (ja/nee) **nee** $\Delta\beta_B = 0,00$

h / b (hoogte / breedte damwandplanker 0,45 > 0,20

zand zowel achter als bij teen aanwezig (ja/nee) **nee**

$$\Delta\beta_B = \Delta\beta_D = \frac{0,00 + \sum \Delta\beta}{0,35}$$

Berekening damwand (vervolg)

Gehanteerde waarden

$$\begin{aligned}\beta_B &= 1,00 + 0,00 = 1,00 - & \beta_B \times R_{\text{corr}} &= 0,54 - \\ \beta_D &= 1,00 + 0,00 = 1,00 - & \beta_D \times R_{\text{corr}} &= 0,54 - \\ R_{\text{corr}} &= (\text{zie "reductiefactor corrosie"}) = 0,54 -\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_{\text{corr}} &= \beta_B \times R_{\text{corr}} \times W_{\text{el}} = 1,00 \times 0,54 \times 1.355 = 727 \times 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_{\text{corr}} &= \beta_D \times R_{\text{corr}} \times I_{\text{el}} = 1,00 \times 0,54 \times 23.300 = 12.508 \times 10^4 \text{ mm}^4 \\ EI_{\text{corr}} &= \beta_D \times R_{\text{corr}} \times EI_{\text{el}} = 1,00 \times 0,54 \times 48.930 = 26.268 \text{ kNm}^2/\text{m}^1 \\ M_{r;d;\text{red}} &= W_{\text{corr}} \times f_{y;d} = 727 \times 240 / 1000 = 175 \text{ kNm}/\text{m}^1\end{aligned}$$

Resultaten damwandberekening

In **bijlage B** is de feitelijke berekening toegevoegd. Een samenvatting van de berekeningsresultaten wordt hieronder gepresenteerd en getoetst.

M_E	=	BGT-moment	=	76 kNm/m ¹
M_{Ed}	=	UGT-moment	=	133 kNm/m ¹
F_{Ad}	=	UGT-ankerkracht (axiaal)	=	127 kN/m ¹
V_{Ed}	=	UGT-dwarskracht	=	105 kN/m ¹
$\delta_{s;\text{rep}}$	=	BGT-verplaatsing	=	18 mm
$\mu_{s;d}$	=	UGT-waarde stabiliteitsfactor methode 'Bishop'	=	1,86 -
g.w.	=	UGT-waarde gemobiliseerde grondweerstand	=	86,9 %

Toetsing resultaten

Buigend moment

$M_{s;d}$	=	optredend moment	=	133 kNm/m ¹
$M_{r;d;\text{red}}$	=	gereduceerd toelaatbaar moment	=	175 kNm/m ¹
			UC	= 0,76 voldoet

Dwarskracht

$V_{s;d}$	=	optredende dwarskracht	=	105 kNm/m ¹
$V_{r;d}$	=	$A_{\text{lijf}} \times 2 / 3 \times \tau_{u;d}$ (met: A_{lijf} = bij benadering $A_{\text{tot}} \times 1/3$ = 13,1 x 1/3 x 2/3 x 139 = 404 kNm/m ¹)	=	404 kNm/m ¹
			UC	= 0,26 voldoet

Doorbuiging

δ_{rep}	=		=	18 mm.
$\delta_{\text{toel};\text{BGT}}$	=	$\delta \leq 1$: 100 van de maximaal te keren hoogte (geen eis)	=	21 mm.
				voldoet

(als maximum wordt 50 mm. aangehouden)

Diepgelegen glijcirkel

toetsing middels D-Sheet op basis van methode "Bishop"

$\mu_{s;d}$	=	rekenwaarde stabiliteitsfactor	=	1,86 -
$\mu_{u;d}$	=	vereiste stabiliteitsfactor	≥	1,00 -
				voldoet

Gemobiliseerde grondweerstand

g.w.	=	rekenwaarde gemobiliseerde grondweerstand	=	86,9 %
g.w. _{max}	=	toelaatbare grondweerstand	≤	99,9 %
				voldoet

Berekening damwand (vervolg)

Ankerstang

$$\begin{aligned}
 F_{Ad} &= \text{maximale ankerkracht} &= & 127 \text{ kN/m}^1 \\
 F_{Rd} &= \text{toelaatbare ankerkracht} = \text{uit } \varnothing 28 \text{ met } f_y = 500 \text{ N/mm}^2 &= & 202 \text{ kN/anker} \\
 a_{\max} &= \text{maximale, toelaatbare h.o.h. afstand} &= & 1,6 \text{ m}^1 \\
 a_{\text{keuze}} &= \text{gekozen h.o.h. afstand} = \text{o.b.v. plankbreedte} &= & \mathbf{1,54 \text{ m}^1} \\
 UC &= & \mathbf{0,96} & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$

Gording

$$\begin{aligned}
 M_{Ed} &= 1/10 \times 127 \times 1,54^2 \times \mathbf{1,1} \ (\gamma_{M;CUR}) &= & 41 \text{ kNm} \\
 V_{Ed} &= 0,5 \times 127 \times 1,54 \times \mathbf{1,1} \ (\gamma_{M;CUR}) &= & 107 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$W_{ben} = 41 \times 10^6 / \mathbf{355} \text{ N/mm}^2 = 116 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

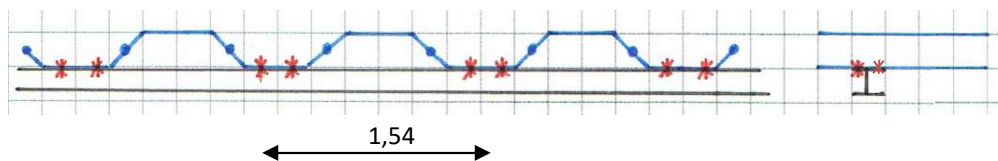
$$\begin{aligned}
 \text{Keuze} &= \mathbf{1} \times \text{HEA } \mathbf{140} \text{ met } W_{y;el} = \mathbf{155} \times 10^3 \text{ mm}^3 \times \mathbf{0,86} \text{ (red. corr.)} = 133 \times 10^3 \text{ mm}^3 \\
 UC &= \mathbf{0,87} & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keuze} &= \mathbf{2} \times \text{UNP } \mathbf{140} \text{ met } W_{y;el} = \mathbf{86,4} \times 10^3 \text{ mm}^3 \times \mathbf{0,88} \text{ (red. corr.)} = 152 \times 10^3 \text{ mm}^3 \\
 UC &= \mathbf{0,77} & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$

De bevestiging aan de damwand kan middels een bout- danwel een lasverbinding.

Bij een boutverbinding geldt:

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ M16 (8.8) } \mathbf{4} \text{ stuks per verbinding} \quad F_{t,Rd} \text{ per bout} &= \mathbf{90,4} \text{ kN, totaal opneembaar} & 235 \text{ kN/m}^1 \\
 UC &= \mathbf{0,54} & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$



Bevestiging ankers aan gording/damwand

De berekening van de ankers aan de damwand danwel de gording wordt verzorgd door de aannemer.

Deksloof

Voor de deksloof wordt uitgegaan van:

- hoogte = $\mathbf{500 \text{ mm}}$.
- breedte = $\mathbf{500 \text{ mm}}$.
- lengte damwand in sloof = $\mathbf{150 \text{ mm}}$.

De deksloof vervult geen constructieve functie, derhalve wordt deze praktisch gewapend:

- $A_{s;min;langs} = \mathbf{0,7 \%} = 1.750 \text{ mm}^2 = \mathbf{9 \varnothing 16} \text{ voldoet}$ ($A_{s;toeg} = 1.810 \text{ mm}^2$)
- beugels = praktisch

Verticaal draagvermogen

De totale belasting bedraagt:

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ uit eigen gewicht damwand} &= 103 \text{ kg/m}^2 \times 8,65 \text{ m}^1 &= & 8,91 \text{ kN/m}^1 \\
 \bullet \text{ uit deksloof} &= 0,25 \text{ m}^3/\text{m}^1 \times 25,0 \text{ kN/m}^3 &= & 6,25 \text{ kN/m}^1 \\
 \bullet \text{ uit leuning} &= \mathbf{1,00 \text{ kN/m}^1} &= & 1,00 \text{ kN/m}^1 + \\
 \hline
 \Sigma &= 16,2 \text{ kN/m}^1 \\
 \gamma &= \mathbf{1,35} - \\
 F_d &= 21,8 \text{ kN/m}^1
 \end{aligned}$$

Berekening damwand (vervolg)

Verticaal draagvermogen (vervolg)

Het draagvermogen wordt gehaald uit de lagen onder het dwarskrachten 0-punt. Dit is ongeveer vanaf NAP **-4,50** m¹. Het draagvermogen wordt bepaald vanaf NAP **-5,00** m¹

Er geldt dan:

- A_p = puntoppervlak = **0,013** m²/m¹ γ_b = **1,20** - (tabel A.6 t/m A.8)
- α_s = in zand = **0,006** - (tabel 7.c) ξ_4 = **0,96** - (tabel A.10a en A.10b)
- ΔL = zand = **0,00** m¹
- $q_{c;z;a}$ = = **1,50** Mpa

- O_s = veroppervlak = **2,40** m²/m¹ (2 zijden) γ_s = **1,20** - (tabel A.6 t/m A.8)
- α_s = in klei = **0,020** - (tabel 7.d)
- ΔL = klei = **4,90** m¹
- $q_{c;z;a}$ = = **0,15** Mpa

Totaal draagvermogen:

$$R_{c;cal} = R_{b;cal;max} + R_{s;cal;max}$$

$$\text{waarin : } R_{b;cal;max} = q_{b;max} \cdot A_{punt} \quad \text{met : } q_{b;max} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot \left(\frac{q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}}{2} + q_{c;III;gem} \right)$$

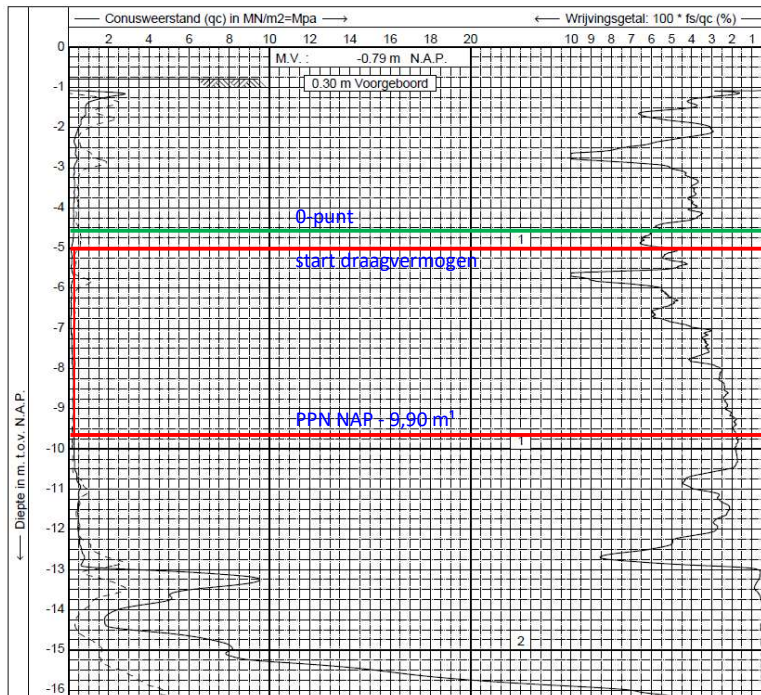
$$\text{en : } R_{s;cal;max} = O_{s;\Delta L;gem} \int_{\Delta L} \alpha_s \cdot q_{c;z;a} \cdot dz$$

$$R_{c;d} = \left(\frac{\left(\frac{R_{b;cal;max}}{\gamma_b} \right) + \left(\frac{R_{s;cal;max}}{\gamma_s} \right)}{\xi_4} \right) \quad \text{en : } R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$$

- het puntdraagvermogen wordt verwaarloosd (marginaal);
- voor het schachtdraagvermogen geldt:

$$\begin{aligned} \circ R_{s;cal;max} &= O_s \times \alpha_s \times q_{c;z;a} \times \Delta L = 2,40 \times 0,020 \times 0,15 \times 4,90 = 35,3 \text{ kN/m}^1 \\ \circ R_{s;d} &= R_{s;cal;max} / (\xi_4 \times \gamma_s) = 35,3 / (0,96 \times 1,20) = 30,6 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

$$UC = 0,71 \quad \text{voldoet}$$



BIJLAGEN

BIJLAGE A

Sonderingen

BIJLAGE B

Berekening damwand (D-Sheet)

BIJLAGE B-1

sondering SW05

Rapport voor D-Sheet Piling 20.2

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: OC2 B.V.

Datum van rapport: 10/5/2021
Tijd van rapport: 2:25:55 PM
Rapport met versie: 20.2.1.30962

Datum van berekening: 10/5/2021
Tijd van berekening: 2:25:11 PM
Berekend met versie: 20.2.1.30962

Bestandsnaam: Duiker 156 Vlietweg (damwand) (2021-10-05)

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Overzicht	3
2.1 Overzicht per Fase en Toets	3
2.2 Steunpunten	3
2.3 Totale Stabiliteit per Fase	3
2.4 CUR Verificatie Stappen	4
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen	5
3.1 Algemene Invoergegevens	5
3.2 Damwandeigenschappen	5
3.2.1 Algemene Eigenschappen	5
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)	5
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten	5
3.3 Rekenopties	5
4 Overzicht Fase 1: Eindsituatie	7
5 Totale Stabiliteit Fase 1: Eindsituatie	8
5.1 Totale Stabiliteit	8
6 Stap 6.3 Fase 1: Eindsituatie	9
6.1 Algemene Invoergegevens	9
6.1.1 Verende Steunpunten	9
6.2 Invoergegevens Links	9
6.2.1 Berekeningsmethode	9
6.2.2 Waterniveau	9
6.2.3 Maaiveld	9
6.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: 05	9
6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	10
6.2.6 Bovenbelastingen	10
6.3 Invoergegevens Rechts	11
6.3.1 Berekeningsmethode	11
6.3.2 Waterniveau	11
6.3.3 Maaiveld	11
6.4 Berekeningsresultaten	11
6.4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	11
6.4.2 Grafieken van Spanningen	12
6.4.3 Stijve en Verende Steunpunten	12
7 Stap 6.5 Fase 1: Eindsituatie	13
7.1 Algemene Invoergegevens	13
7.1.1 Verende Steunpunten	13
7.2 Invoergegevens Links	13
7.2.1 Berekeningsmethode	13
7.2.2 Waterniveau	13
7.2.3 Maaiveld	13
7.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: 05	13
7.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	14
7.2.6 Bovenbelastingen	14
7.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links	15
7.4 Berekende Kracht per Laag - Links	15
7.5 Invoergegevens Rechts	15
7.5.1 Waterniveau	15
7.5.2 Maaiveld	15
7.6 Berekeningsresultaten	15
7.6.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	16
7.6.2 Grafieken van Spanningen	16
7.6.3 Stijve en Verende Steunpunten	17

2 Overzicht

2.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaat-sing [mm]	Moment [kNm]	Dwars-kracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Status
1	EC7(NL)-Stap 6.3		132.79	105.37	83.6	85.9	
1	EC7(NL)-Stap 6.4		126.63	103.02	83.6	86.9	
1	EC7(NL)-Stap 6.5	18.3	76.48	71.99	51.0	56.5	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1.200		91.78	86.38			
Max		18.3	132.79	105.37	83.6	86.9	

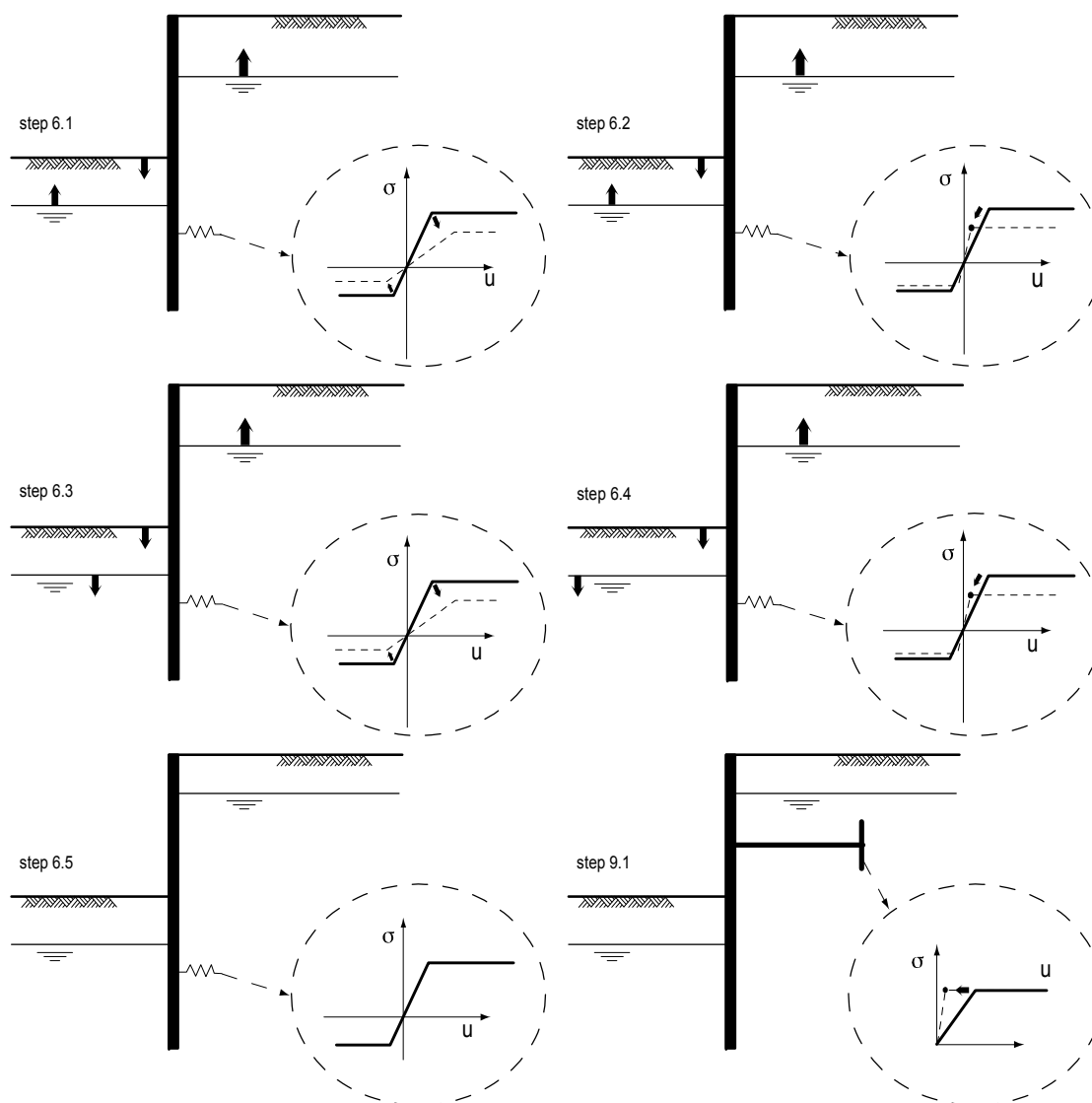
2.2 Steunpunten

Fase nr.	Verificatie type	Steunpunt Leganker		
		Kracht [kN]	Moment [kNm]	Status
1	EC7(NL)-Stap 6.3	-126.71	-	
1	EC7(NL)-Stap 6.4	-124.84	-	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1.200	-111.63	-	
Max		-126.71	---	

2.3 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
Eindsituatie	1.86

2.4 CUR Verificatie Stappen



3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

Model	Damwand
Check verticaal evenwicht	Nee
Aantal bouwfasen	1
Soortelijk gewicht van water	9.81 kN/m ³
Aantal takken van de veer karakteristiek	3
Ontlastak van de veer karakteristiek	Nee
Elastische berekening	Ja

3.2 Damwandeigenschappen

Lengte	9.00 m
Bovenkant	-0.90 m
Aantal secties	1

3.2.1 Algemene Eigenschappen

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Materiaal type	Werkende breedte [m]
AZ 14 -770 (S2...	-9.90	-0.90	Staal	1.00

3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

Snede naam	Elastische stijfheid EI [kNm ² /m']	Red. factor op EI [-]	Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm ²]	Toelichting op reductiefactor
AZ 14 -770 (S2...	4.8930E+04	0.54	2.6422E+04	

3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

Snede naam	Mr;kar;el [kNm/m']	Modificatie factor [-]	Materiaal factor [-]	Red. factor toelaat. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 14 -770 (S2...	325.00	1.00	1.00	0.54	175.50

3.3 Rekenopties

Eerste fase beschrijft initiële situatie	Nee
Fijnheid berekening	Grof
Reduceren delta('s) volgens CUR	Ja
Verificatie	EC7 NB NL - methode A: Partiële factoren (ontwerpwaarden) in alle fasen. Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland. Het valt onder ontwerp benadering III.

Gebruikte partiële factor set	RC 2
-------------------------------	------

Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1.000
- Permanente belasting, gunstig	1.000
- Variabele belasting, ongunstig	1.100
- Variabele belasting, gunstig	0.000
Factoren op belastingen - Constructieve belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1.350
- Permanente belasting, gunstig	0.900
- Variabele belasting, ongunstig	1.500
- Variabele belasting, gunstig	0.000

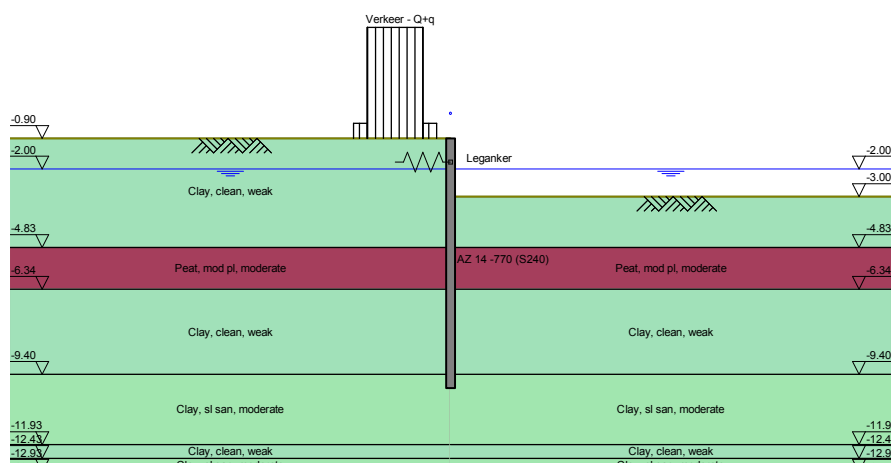
Materiaalfactoren	
- Cohesie	1.250
- Tangens phi	1.175
- Delta (wandwrijvingshoek)*	1.175
- Lage karakteristieke beddingsconstanten	1.300
Aanpassing geometrie	
- Toename kerende hoogte	10.00 %
- Maximum toename kerende hoogte	0.50 m
- Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde **	0.25 m
- Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde **	0.25 m
- Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde	0.05 m
Factoren op representatieve waarden	
- Partiële factor op M, D en Pmax	1.200
Factoren op totale stabiliteit	
- Cohesie	1.450
- Tangens phi	1.250
- Factor op volumegewicht grond	1.000

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt

** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

4 Overzicht Fase 1: Eindsituatie

Overzicht - Fase 1: Eindsituatie

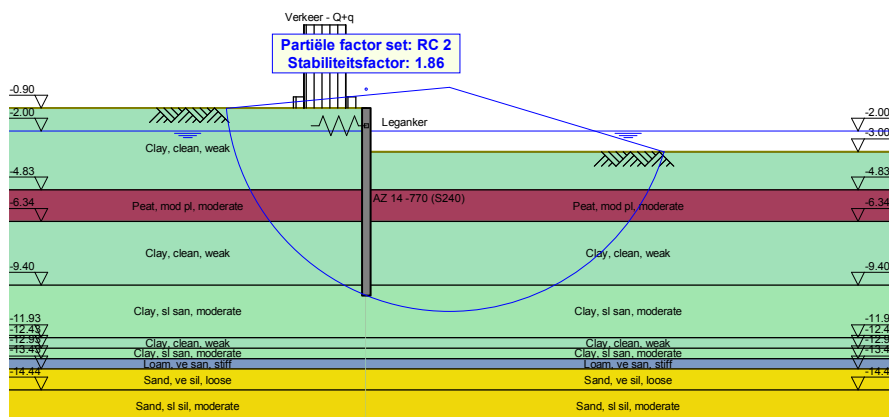


5 Totale Stabiliteit Fase 1: Eindsituatie

Stabiliteitsfactor : 1.86

5.1 Totale Stabiliteit

Totale Stabiliteit - Fase 1: Eindsituatie



6 Stap 6.3 Fase 1: Eindsituatie

6.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant:

Rechterkant

6.1.1 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m']	Translatie [kN/m/m']
Leganker	-1.75	0.00000E+00	3.00000E+05

6.2 Invoergegevens Links

6.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

6.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1.95 [m]

6.2.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0.00	-0.90

6.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: 05

Laag naam	Niveau [m]	Volumegegewicht	
		Onverz. [kN/m³]	Verz. [kN/m³]
Clay, clean, weak	-0.79	14.00	14.00
Peat, mod pl, m...	-4.83	12.00	12.00
Clay, clean, weak	-6.34	14.00	14.00
Clay, sl san, mo...	-9.40	18.00	18.00
Clay, clean, weak	-11.93	14.00	14.00
Clay, sl san, mo...	-12.43	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-12.93	19.00	19.00
Sand, ve sil, loose	-13.43	18.00	20.00
Sand, sl sil, mo...	-14.44	18.00	20.00

Laag naam	Niveau [m]	Cohesie [kN/m²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek*	
				Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]
Clay, clean, weak	-0.79	1.60	15.02	10.02	10.02
Peat, mod pl, m...	-4.83	2.00	12.85	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-6.34	1.60	15.02	10.02	10.02
Clay, sl san, mo...	-9.40	4.00	19.42	12.95	12.95
Clay, clean, weak	-11.93	1.60	15.02	10.02	10.02
Clay, sl san, mo...	-12.43	4.00	19.42	12.95	12.95
Loam, ve san, stiff	-12.93	0.00	23.90	15.93	15.93
Sand, ve sil, loose	-13.43	0.00	21.65	14.43	14.43
Sand, sl sil, mo...	-14.44	0.00	23.44	15.63	15.63

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Clay, clean, weak	-0.79	1.00	1.00	Fijn
Peat, mod pl, m...	-4.83	1.00	1.00	Fijn
Clay, clean, weak	-6.34	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-9.40	1.00	1.00	Fijn
Clay, clean, weak	-11.93	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-12.43	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-12.93	1.00	1.00	Fijn
Sand, ve sil, loose	-13.43	1.00	1.00	Fijn
Sand, sl sil, mo...	-14.44	1.00	1.00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Clay, clean, weak	-0.79	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Peat, mod pl, m...	-4.83	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-6.34	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-9.40	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-11.93	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-12.43	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-12.93	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-13.43	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, sl sil, mo...	-14.44	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00

6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]	Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Clay, clean, weak	-0.79	1538.46	1538.46	769.23	769.23
Peat, mod pl, m...	-4.83	1538.46	1538.46	769.23	769.23
Clay, clean, weak	-6.34	1538.46	1538.46	769.23	769.23
Clay, sl san, mo...	-9.40	3846.15	3846.15	1923.08	1923.08
Clay, clean, weak	-11.93	1538.46	1538.46	769.23	769.23
Clay, sl san, mo...	-12.43	3846.15	3846.15	1923.08	1923.08
Loam, ve san, stiff	-12.93	4615.38	4615.38	2307.69	2307.69
Sand, ve sil, loose	-13.43	10769.23	10769.23	5384.62	5384.62
Sand, sl sil, mo...	-14.44	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Clay, clean, weak	-0.79	384.62	384.62
Peat, mod pl, m...	-4.83	384.62	384.62
Clay, clean, weak	-6.34	384.62	384.62
Clay, sl san, mo...	-9.40	961.54	961.54
Clay, clean, weak	-11.93	384.62	384.62
Clay, sl san, mo...	-12.43	961.54	961.54
Loam, ve san, stiff	-12.93	1153.85	1153.85
Sand, ve sil, loose	-13.43	2692.31	2692.31
Sand, sl sil, mo...	-14.44	3076.92	3076.92

6.2.6 Bovenbelastingen

Naam	Afstand [m]	Karakteristieke belasting [kN/m²]	Gunstig / Ongunstig	Blijvend / Variabel
Verkeer - Q+q	0.50	9.90	Ongunstig (D-Sheet Piling)	Variabel
	1.00	9.90		
	1.00	73.37		
	3.00	73.37		
	3.00	9.90		
	3.50	9.90		

6.3 Invoergegevens Rechts

6.3.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

6.3.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -2.25 [m]

6.3.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0.00	-3.21

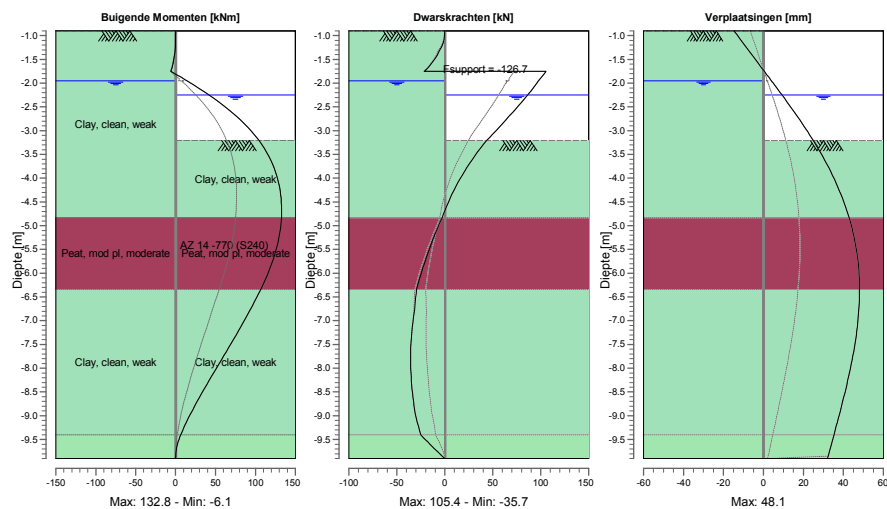
6.4 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 6

6.4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Eindsituatie

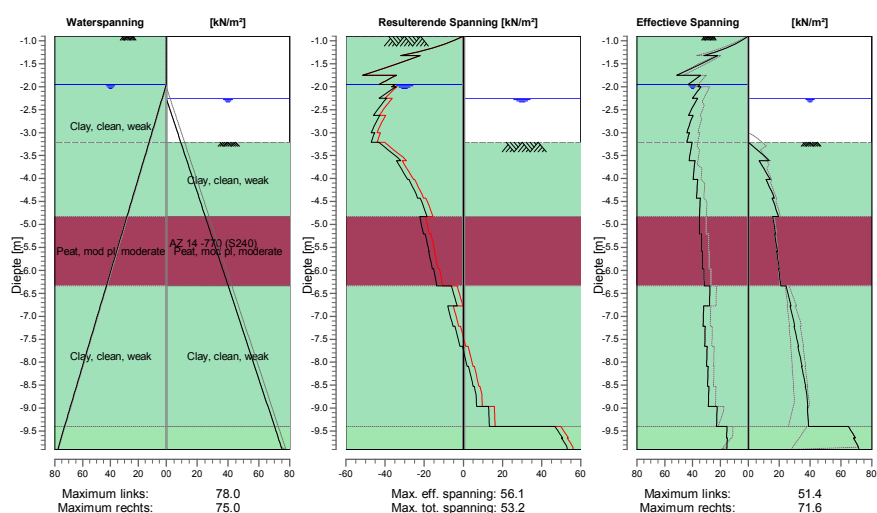
Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



6.4.2 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden - Fase 1: Eindsituatie

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



6.4.3 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
3	-1.75	-126.71	0.00

7 Stap 6.5 Fase 1: Eindsituatie

7.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant:

Rechterkant

7.1.1 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m']	Translatie [kN/m/m']
Leganker	-1.75	0.00000E+00	3.00000E+05

7.2 Invoergegevens Links

7.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

7.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -2.00 [m]

7.2.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0.00	-0.90

7.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: 05

Laag naam	Niveau [m]	Volumegegewicht	
		Onverz. [kN/m³]	Verz. [kN/m³]
Clay, clean, weak	-0.79	14.00	14.00
Peat, mod pl, m...	-4.83	12.00	12.00
Clay, clean, weak	-6.34	14.00	14.00
Clay, sl san, mo...	-9.40	18.00	18.00
Clay, clean, weak	-11.93	14.00	14.00
Clay, sl san, mo...	-12.43	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-12.93	19.00	19.00
Sand, ve sil, loose	-13.43	18.00	20.00
Sand, sl sil, mo...	-14.44	18.00	20.00

Laag naam	Niveau [m]	Cohesie [kN/m²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek*	
				Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]
Clay, clean, weak	-0.79	2.00	17.50	11.67	11.67
Peat, mod pl, m...	-4.83	2.50	15.00	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-6.34	2.00	17.50	11.67	11.67
Clay, sl san, mo...	-9.40	5.00	22.50	15.00	15.00
Clay, clean, weak	-11.93	2.00	17.50	11.67	11.67
Clay, sl san, mo...	-12.43	5.00	22.50	15.00	15.00
Loam, ve san, stiff	-12.93	0.00	27.50	18.33	18.33
Sand, ve sil, loose	-13.43	0.00	25.00	16.67	16.67
Sand, sl sil, mo...	-14.44	0.00	27.00	18.00	18.00

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Clay, clean, weak	-0.79	1.00	1.00	Fijn
Peat, mod pl, m...	-4.83	1.00	1.00	Fijn
Clay, clean, weak	-6.34	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-9.40	1.00	1.00	Fijn
Clay, clean, weak	-11.93	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-12.43	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-12.93	1.00	1.00	Fijn
Sand, ve sil, loose	-13.43	1.00	1.00	Fijn
Sand, sl sil, mo...	-14.44	1.00	1.00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Clay, clean, weak	-0.79	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Peat, mod pl, m...	-4.83	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-6.34	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-9.40	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-11.93	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-12.43	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-12.93	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-13.43	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, sl sil, mo...	-14.44	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00

7.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]	Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Clay, clean, weak	-0.79	2000.00	2000.00	1000.00	1000.00
Peat, mod pl, m...	-4.83	2000.00	2000.00	1000.00	1000.00
Clay, clean, weak	-6.34	2000.00	2000.00	1000.00	1000.00
Clay, sl san, mo...	-9.40	5000.00	5000.00	2500.00	2500.00
Clay, clean, weak	-11.93	2000.00	2000.00	1000.00	1000.00
Clay, sl san, mo...	-12.43	5000.00	5000.00	2500.00	2500.00
Loam, ve san, stiff	-12.93	6000.00	6000.00	3000.00	3000.00
Sand, ve sil, loose	-13.43	14000.00	14000.00	7000.00	7000.00
Sand, sl sil, mo...	-14.44	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Clay, clean, weak	-0.79	500.00	500.00
Peat, mod pl, m...	-4.83	500.00	500.00
Clay, clean, weak	-6.34	500.00	500.00
Clay, sl san, mo...	-9.40	1250.00	1250.00
Clay, clean, weak	-11.93	500.00	500.00
Clay, sl san, mo...	-12.43	1250.00	1250.00
Loam, ve san, stiff	-12.93	1500.00	1500.00
Sand, ve sil, loose	-13.43	3500.00	3500.00
Sand, sl sil, mo...	-14.44	4000.00	4000.00

7.2.6 Bovenbelastingen

Naam	Afstand [m]	Karakteristieke belasting [kN/m²]	Gunstig / Ongunstig	Blijvend / Varia
Verkeer - Q+q	0.50	9.00	Ongunstig (D-Sheet Piling)	Variabel
	1.00	9.00		
	1.00	66.70		
	3.00	66.70		
	3.00	9.00		
	3.50	9.00		

7.3 Berekenende Grondrukcoëfficiënten Links

Segment nummer	Niveau [m]	Horizontale druk		Fictieve grondrukcoëfficiënten		
		Actief [kN/m²]	Passief [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.11	0.0	16.5	0.00	4.24	4.81
2	-1.54	14.9	58.3	0.97	2.08	3.80
3	-1.88	26.7	113.2	0.99	1.36	4.22
4	-2.17	30.5	265.8	0.88	1.05	7.68
5	-2.50	33.0	68.3	0.81	0.84	1.68
6	-2.83	34.7	68.7	0.76	0.76	1.51
7	-3.18	36.2	70.0	0.74	0.74	1.43
8	-3.55	35.9	71.9	0.69	0.69	1.39
9	-3.92	33.7	74.2	0.63	0.63	1.38
10	-4.28	31.7	76.7	0.57	0.57	1.39
11	-4.65	29.9	79.5	0.53	0.53	1.42
12	-5.02	30.2	56.9	0.53	0.53	1.01
13	-5.40	28.6	29.3	0.51	0.51	0.52
14	-5.77	28.1	38.0	0.50	0.50	0.67
15	-6.15	26.9	62.9	0.48	0.48	1.12
16	-6.56	23.0	90.7	0.41	0.44	1.60
17	-7.00	27.1	129.4	0.47	0.47	2.26
18	-7.43	26.0	125.3	0.45	0.46	2.15
19	-7.87	24.7	100.2	0.42	0.47	1.70
20	-8.31	24.8	104.2	0.41	0.48	1.74
21	-8.74	23.4	108.4	0.38	0.49	1.78
22	-9.18	17.6	112.6	0.28	0.50	1.82
23	-9.53	11.1	171.5	0.18	0.45	2.71
24	-9.78	12.1	201.1	0.19	0.46	3.10

7.4 Berekenende Kracht per Laag - Links

Naam	Kracht
Clay, clean, weak	0.00
Peat, mod pl, moderate	42.95
Clay, clean, weak	73.61
Clay, sl san, moderate	6.74
Clay, clean, weak	0.00
Clay, sl san, moderate	0.00
Loam, ve san, stiff	0.00
Sand, ve sil, loose	0.00
Sand, sl sil, moderate	0.00

7.5 Invoergegevens Rechts

7.5.1 Waterniveau

Freatisch niveau: -2.00 [m]

7.5.2 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0.00	-3.00

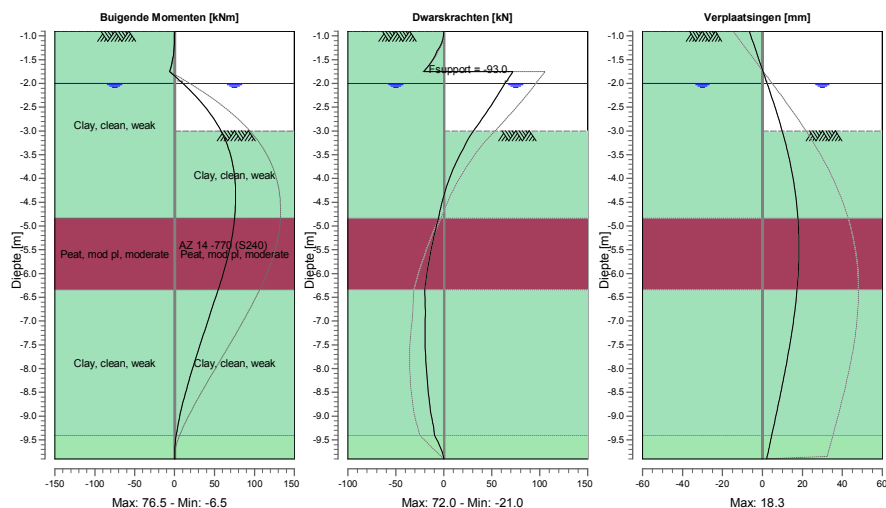
7.6 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 4

7.6.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Eindsituatie

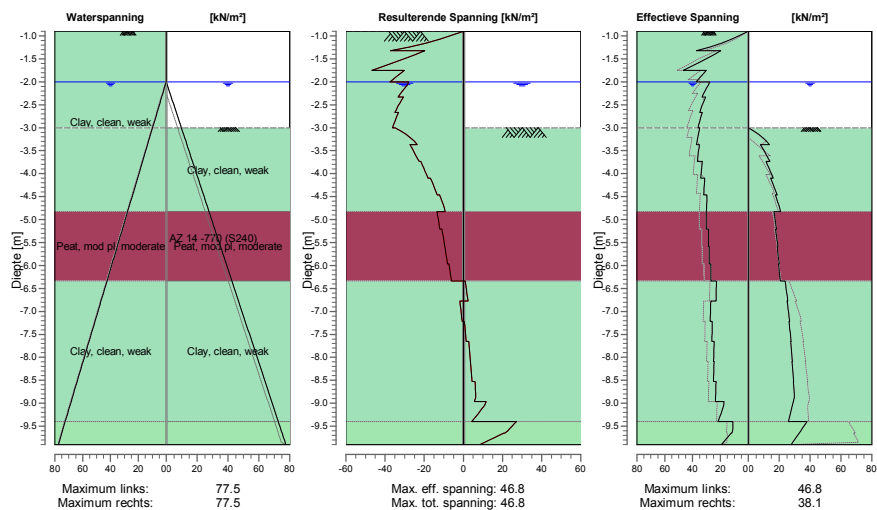
Stap 6.5 - Partiële factor set: RC 2



7.6.2 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden - Fase 1: Eindsituatie

Stap 6.5 - Partiële factor set: RC 2



7.6.3 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
3	-1.75	-93.03	0.00

Einde Rapport