

PROJECTNR.: 22520275
DOCUMENTNR.: 22520275-BER-WDM-V01
PROJECT: WEERDTOREN - VENLO
DATUM: 21 NOVEMBER 2022



W-DAM

WERKMAATSCHAPPIJ HOFFMANN GROEP
WWW.HOFFMANNGROEP.COM

BEREKENING:

WEERDTOREN AAN DE PROFESSOR GELISSENSINGEL –
VENLO

OPDRACHTGEVER:

TEN BRINKE ZUID

ONDERDEEL:

DAMWANDEN

STATUS:

VO – VERSIE 1

DOCUMENTNR:

22520275-BER-WDM-V01

DATUM:

21 NOVEMBER 2022



afkekoord

21 NOVEMBER 2022

			PAR
OPGESTELD (W-DAM)			
GECONTROLEERD (W-DAM)			
GEACCEPTTEERD (OPDRACHTGEVER)			



HOFFMANNGROEP



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	- 3 -
2	ALGEMEEN	- 4 -
2.1	VEILIGHEID	- 4 -
2.2	MATERIALEN	- 4 -
2.3	GEHANTEERDE NORMEN EN VOORSCHRIFTEN	- 4 -
2.4	GEHANTEERDE DOCUMENTEN	- 4 -
2.5	GEHANTEERDE PROGRAMMA'S	- 4 -
3	ALGEMENE UITGANGSPUNTEN PROJECT	- 5 -
3.1	GRONDGEGEVENS	- 5 -
3.2	WATERSTAND	- 5 -
3.3	BELASTINGEN	- 5 -
4	PROJECT SPECIFIEKE UITGANGSPUNTEN	- 6 -
4.1	DOORSNEDE EN FASERING	- 6 -
4.1.1	<i>Doorsnede 1 – Permanente damwanden:</i>	- 6 -
5	TOELICHTING DAMWANDBEREKENING	- 7 -
5.1	CONTROLES	- 7 -
6	BASISBEREKENING	- 9 -
6.1	BEREKENINGSRESULTATEN D-SHEET	- 9 -
6.1.1	<i>Levensduur</i>	- 9 -
6.1.2	<i>Toetsing vervorming</i>	- 9 -
7	BIJLAGE I – DAMWANDBEREKENING	- 10 -
8	COLOFON	- 11 -





1 INLEIDING

Ten behoeve van de nieuwbouw van De Weertoren aan de Professor Gelissensingel te Venlo dient er een grondkerende constructie te worden gerealiseerd.

Het betreft een permanente grondkering met stalen damwanden die tevens zal fungeren als een zogenaamde harde waterkering.



Figuur 1: Locatieoverzicht

Het doel van dit document is de minimaal vereiste sterkte en lengte van de damwanden te berekenen. De damwanden die zullen worden toegepast hebben minimaal de berekende sterkte en lengte.



2 ALGEMEEN

2.1 VEILIGHEID

Overeenkomstig volgende de Eurocode is de doorsnede ingedeeld in RC3.

2.2 MATERIALEN

Staalkwaliteit: S240

2.3 GEHANTEERDE NORMEN EN VOORSCHRIFTEN

1. Eurocode 0 – Grondslagen
2. Eurocode 1 – Belastingen op constructies
3. Eurocode 3 – Staalconstructies
4. Eurocode 7 – Geotechnisch ontwerp
5. NEN9997-1 – Geotechnisch ontwerp van constructies
6. CUR-publicatie 166 “Damwandconstructies” (6e herziene druk)

2.4 GEHANTEERDE DOCUMENTEN

- E-mail t.a.v. dhr. Michael Grondijs, d.d. 22-09-2022;
- Tekening ‘02_211206_oveleg Waterschap_bijlage 1 tm 3.pdf’;
- Tekening ‘TBH-220909-Overzicht stalen damwanden Weertoren.pdf’;
- Grondgegevens ‘02P017451-adv-01 Ontwerp damwand V(1.0).pdf’;
- Overzicht ‘TBH-220909-Werkomschrijving stalen damwanden Weertoren.pdf’.

2.5 GEHANTEERDE PROGRAMMA’S

- D-Sheet Piling 22.2





3 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN PROJECT

3.1 GRONDGEGEVENS

Voor de berekeningen zijn de representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van het geotechnische onderzoek van Inpijn-Blokpoel, documentnr: 02P01451-adv-01, d.d. 27-05-2021. De geschematiseerde bodemopbouw is weergegeven in tabel 3.1

TABEL 3.1 GLOBALE BODEMOPBOUW

Laag naam	Bovenzijde laag (m. t.o.v. N.A.P)	Volume gewicht droog/nat (kN/m ³)	Cohesie (kPa)	φ (graden)	δ (graden)	k 1 (kN/m ²)	k 2 (kN/m ²)	k 3 (kN/m ³)
Dijksmateriaal	+20,50	18,00/18,00	0,00	22,50	15,00	2.000	800	500
Zand, opgebracht	+19,50	18,00/20,00	0,00	30,00	20,00	20.000	10.000	5.000
Klei, zandhoudend	+16,00	18,00/18,00	3,00	22,50	15,00	4.000	2.000	800
Zand/grind, vast	+10,00	19,00/21,00	0,00	35,00	23,30	40.000	20.000	10.000

3.2 WATERSTAND

In de berekening is uitgegaan van een freatische grondwaterstand op +18,65 m. N.A.P.
De normwaterstand van de Maas is aangehouden op +20,44 m. N.A.P.

3.3 BELASTINGEN

Er zijn geen bovenbelastingen aanwezig.



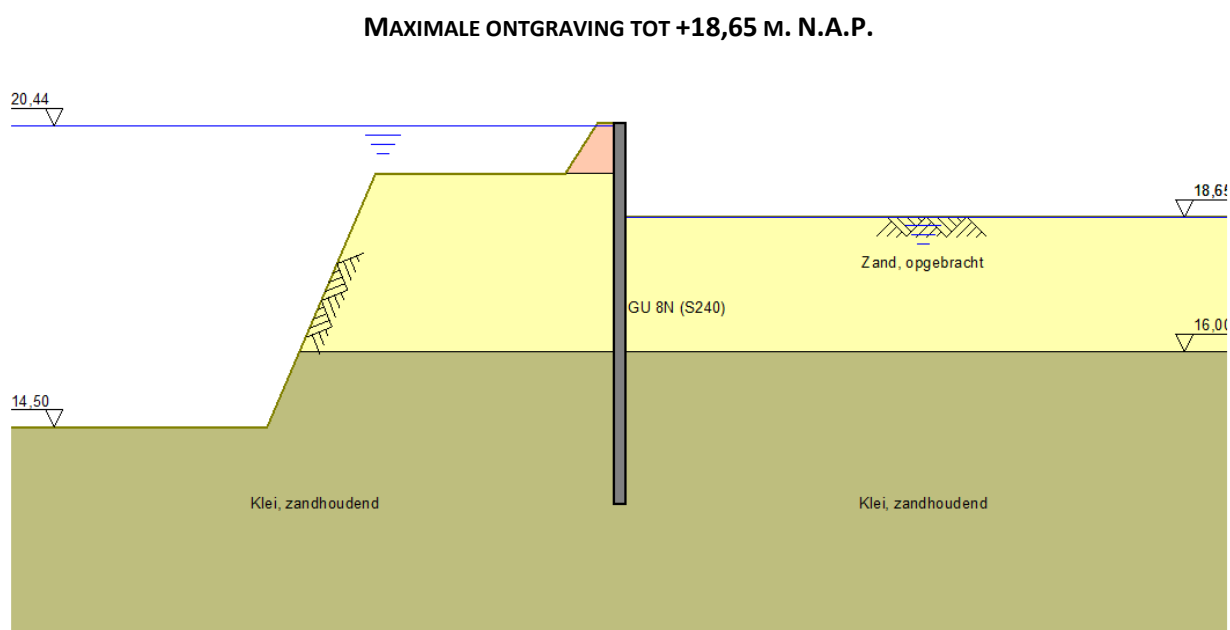


4 PROJECT SPECIFIEKE UITGANGSPUNTEN

4.1 DOORSNEDE EN FASERING.

Er is één doorsnede berekend in één fase.

4.1.1 DOORSNEDE 1 – PERMANENTE DAMWANDEN:





5 TOELICHTING DAMWANDBEREKENING

5.1 CONTROLES

Er wordt onderscheid gemaakt in de uiterste grenstoestand 1A en 1B (UGT) en de bruikbaarheids grenstoestand (BGT) grenstoestand 2. Bij het bereiken van de uiterste grenstoestand 1A is de stabiliteit van de gehele keerwand constructie nog juist gewaarborgd. In een eerder stadium kunnen echter al zodanige vervormingen van de keerwand constructie en het aangrenzende terrein optreden dat de stabiliteit van de daar aanwezige bouwwerken in gevaar komt. In die situatie is de uiterste grenstoestand 1B bereikt, die vervolgens een toetsing vereist van de optredende vervormingen aan de voor deze grenstoestand gestelde eisen.

De controle van de bruikbaarheids grenstoestand houdt eveneens verband met vervormingen, maar daarbij gaat het om de toetsing van de bruikbaarheid. Bij overschrijding van deze grenstoestand worden de vervormingen van de keerwand constructie en het aangrenzende terrein zodanig groot dat de bruikbaarheid in ernstige mate wordt geschaad. Hierbij moet onder andere worden gedacht aan invloed op belendingen en hinder voor verkeer en kranen door (ongelijkmatige) zakkingen van het achter de keerwand gelegen terrein.

In dit ontwerpstadium staat de controle van de uiterste grenstoestand (UGT) van de stabiliteit van de hoofdwand centraal, namelijk:

- het overschrijden van de passieve weerstand van de wand (grondbreuk)
- het ontstaan van vloeiementen/breukmomenten in de wand
- het overschrijden van de draagkracht van de ankers of stempelraam het overschrijden van de verticale draagkracht.

Daarnaast wordt de vervorming in de bruikbaarheids grenstoestand (BGT) gecontroleerd.

De keerwand berekeningen zijn uitgevoerd met het elastoplastische rekenmodel D-Sheet versie 22.2 waarmee momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een al dan niet (meervoudig) gestempelde of verankerde wand kunnen worden berekend.

De volgende berekeningen zijn gemaakt: Berekening UGT Met rekenwaarde voor de geotechnische- en geometrische parameters, alsmede rekenwaarde voor de buigstijfheid van de damwand en lage rekenwaarde voor de beddingconstante van de grondlagen wordt een ontwerpberekening uitgevoerd, waarmee de minimale inbeddingdiepte wordt bepaald.



De minimale inbeddingdiepte kan echter ook beïnvloed worden door andere factoren, zoals de verticale draagkracht, geohydrologische omstandigheden en/of het beschikbare damwand profiel.

Vervolgens worden gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd met lage en hoge rekenwaarden voor de beddingconstanten en wordt de inbeddingdiepte geoptimaliseerd. Met deze berekening worden eventuele onzekerheden in de buigstijfheid van de wand verwerkt. Ook worden de grondwaterstanden aan de lage en hoge zijde gevarieerd. De hier genoemde berekeningen zijn de berekeningen stap 6.1 t/m stap 6.4 volgens CUR 166 (6e druk).

Berekening BGT: Tenslotte worden de berekeningen uitgevoerd met de representatieve waarden van de geotechnische- en geometrische parameters. Door variatie van de beddingconstante (hoge en lage gemiddelde waarden) kan een goede indruk worden verkregen van de te verwachten uitbuigingen. Behalve de gebruikstoestand, wordt deze berekening ook gebruikt voor toetsing van de uiterste grenstoestand, door een belastingsfactor van 1,2 op het moment, de snedenkrachten en de anker/stempelkrachten te zetten. (berekening stap 6.5 volgens CUR 166 (6e druk)).

Maatgevende waarden: De maatgevende rekenwaarden van moment $M_{s;d}$ en dwarskracht $D_{s;d}$ van de bovengenoemde berekening dienen getoetst te worden aan de rekenwaarde voor de sterkte van de wand volgens materiaal gebonden normen. Voor de toetsing van de rekenwaarde van de anker- of stempelkracht $F_{s;A;d}$, worden additionele partiële factoren gebruikt, onder andere vanwege het feit dat bij vloeï of breuk het anker of stempel volledig uitvalt.



6 BASISBEREKENING

6.1 BEREKENINGSRESULTATEN D-SHEET

In tabel 6.1 worden de resultaten van de keerwand uit de D-Sheet berekening voor de twee doorsneden, voor de maatgevende bouwphase in RC3 gepresenteerd.

TABEL 6.1: RESULTATEN D-SHEET

Doorsnede [-]	Damwand profiel [-]	Staal kwaliteit [-]	B.k. wand [t.o.v. N.A.P.]	O.k. wand [t.o.v. N.A.P.]	Lengte profiel [m]	M;s;d UGT [kNm/m]	Mu Toelaatbaar [kNm/m]	Maximale vervorming [mm]
1	GU 8N	S240	+20,50	+13,00	7,50	89,75	122,46	31,4

CONTROLE VAN DEZE UITGANGSPUNTEN DOOR DE HOOFDCONSTRUCTEUR

6.1.1 LEVENSDUUR

In de berekening is uitgegaan van een afroesten van 1,2 mm per zijde in 100 jaar.

De damwanden van het type GU 8N heeft een minimale dikte van 7,1 mm en een maximaal opneembaar moment van 185 kN. Het toelaatbare moment bedraagt na 100 jaar $185 / 7,1 * 4,7 = 122,46$ kNm/m.

Het maximaal optredend moment bedraagt 89,75 kNm/m. Conclusie de damwanden GU 8N voldoen.

6.1.2 TOETSING VERVORMING

Conform CUR166 bedraagt de geadviseerde toelaatbare vervorming 1/100 van de kerende hoogte met een maximum van 50 mm. De hoofdconstructeur dient te beoordelen of deze verplaatsingen toelaatbaar zijn.

PROJECTNR.: 22520275
DOCUMENTNR.: 22520275-BER-WDM-V01
PROJECT: WEERTOREN - VENLO
DATUM: 21 NOVEMBER 2022



W-DAM

WERKMAATSCHAPPIJ HOFFMANN GROEP
WWW.HOFFMANNGROEP.COM

7 BIJLAGE I – DAMWANDBEREKENING

1. REPORT DOORSNEDE 1



HOFFMANNGROEP

PROJECTNR.: 22520275
DOCUMENTNR.: 22520275-BER-WDM-V01
PROJECT: WEERDTOREN - VENLO
DATUM: 21 NOVEMBER 2022



W-DAM

WERKMAATSCHAPPIJ HOFFMANN GROEP
WWW.HOFFMANNGROEP.COM

8 COLOFON

BEREKENING:

WEERDTOREN AAN DE PROFESSOR GELISSENSINGEL – VENLO

OPDRACHTGEVER:

TEN BRINKE ZUID

ONDERDEEL:

DAMWANDEN

STATUS:

VO – VERSIE 1

AUTEUR:

GECONTROLEERD DOOR:

VRIJGEGEVEN DOOR:

DATUM:

21 NOVEMBER 2022

W-DAM B.V.

BEEKERHEIDE 17-19

POSTBUS 127

5740 AC BEEK EN DONK

TEL 0492-386677

FAX 0492-386670

WWW.HOFFMANNGROEP.COM



HOFFMANNGROEP



W-DAM

BIJLAGE I-1

D-SHEET BEREKENING

DOORSNEDE 1



HOFFMANN GROEP

Rapport voor D-Sheet Piling 22.2

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



HOFFMANN GROEP

Datum van rapport: 21-11-2022
Tijd van rapport: 11:51:29
Rapport met versie: 22.2.1.38119

Datum van berekening: 21-11-2022
Tijd van berekening: 11:41:41
Berekend met versie: 22.2.1.38119

Bestandsnaam: dsn 1 alt

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 Totale Stabiliteit per Fase	3
2.3 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
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht	5
3.3 Rekenopties	5
4 Overzicht Fase 1: Maximale ontgraving	7
5 Totale Stabiliteit Fase 1: Maximale ontgraving	8
5.1 Totale Stabiliteit	8
6 Stap 6.5 Fase 1: Maximale ontgraving	9
6.1 Algemene Invoergegevens	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: IB 02P017451-adv-01	9
6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	10
6.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links	10
6.4 Berekende Kracht per Laag - Links	10
6.5 Invoergegevens Rechts	10
6.5.1 Berekeningsmethode	11
6.5.2 Waterniveau	11
6.5.3 Maaiveld	11
6.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: IB 02P017451-adv-01 (1)	11
6.5.5 Beddingsconstanten (Secant)	11
6.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts	12
6.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts	12
6.8 Berekeningsresultaten	12
6.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	13
6.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen	13
6.8.3 Grafieken van Spanningen	14
6.8.4 Spanningen	14
6.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand	15
6.8.6 Verticaal Evenwicht	16
6.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag	16

2 Overzicht

2.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Status
Alle	EC7(NL)-Stap 6.1						(D)*
Alle	EC7(NL)-Stap 6.2						(D)*
1	EC7(NL)-Stap 6.3		-89,75	48,93	0,0	62,3	
1	EC7(NL)-Stap 6.4		-89,75	48,53	0,0	62,1	
1	EC7(NL)-Stap 6.5	31,4	-50,03	-28,48	0,0	35,6	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,350		-67,54	-38,45			

Max		31,4	-89,75	48,93	0,0	62,3	
-----	--	-------------	---------------	--------------	------------	-------------	--

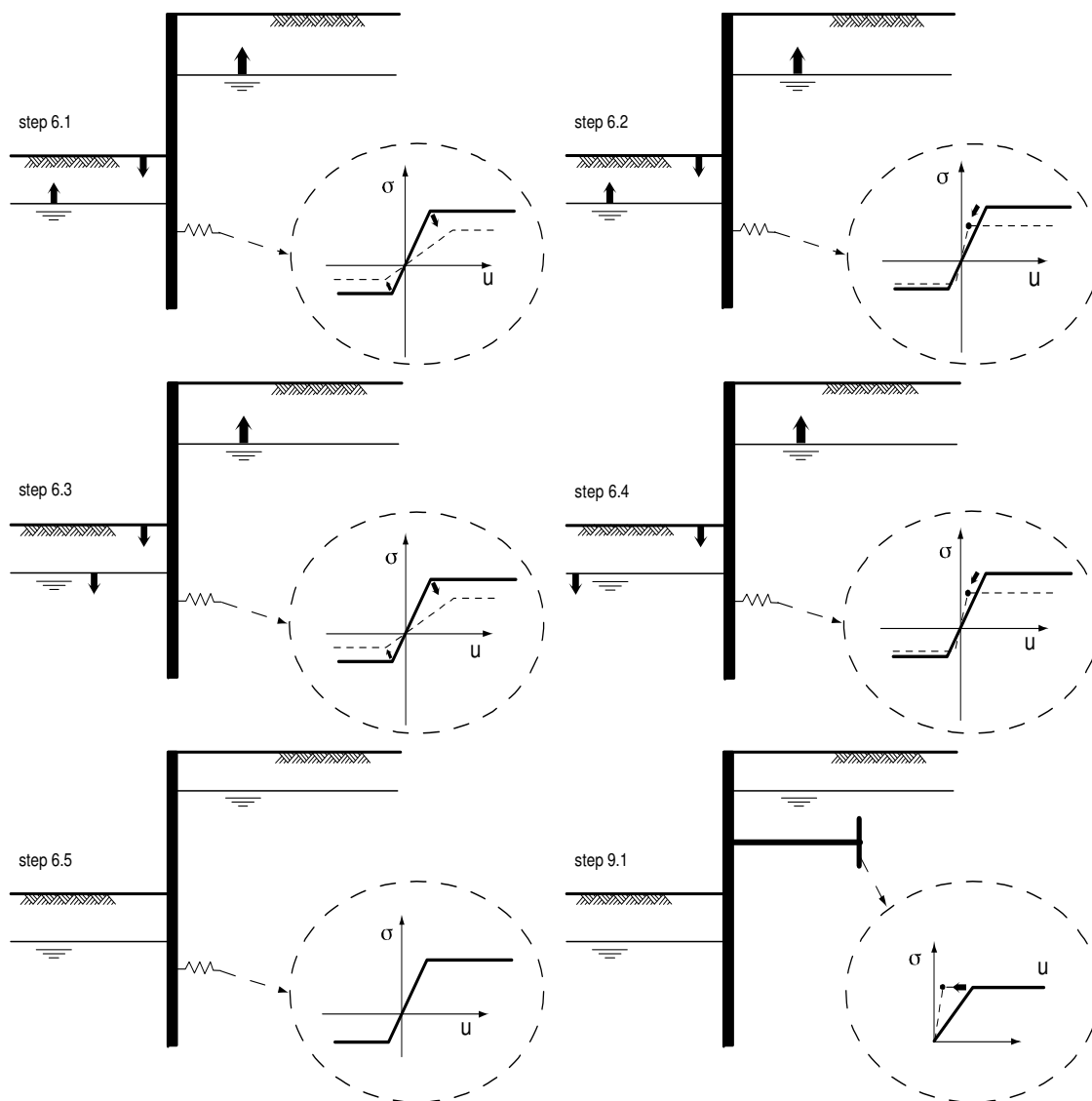
Fase nr.	Verificatie type	Verticaal evenwicht
Alle	EC7(NL)-Stap 6.1	
Alle	EC7(NL)-Stap 6.2	
1	EC7(NL)-Stap 6.3	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.4	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,350	

Overzicht	Omhoog/Voldoet
-----------	----------------

*(A) Berekening numerisch instabiel, (B) Fout gevonden tijdens berekening, (C) Geen convergentie van probabilistische berekening, (D) Bij vrije waterspiegel aan passieve zijde is een lage waterstand het meest ongunstig, daarom worden stappen 6.1 en 6.2 achterwege gelaten.

2.2 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
Maximale ontgraving	2,46

2.3 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	Ja
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	7,50 m
Bovenkant	20,50 m
Aantal secties	1
q _b ;max	10,00 MPa
Ksifactor	1,39

3.2.1 Algemene Eigenschappen

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Materiaal type	Werkende breedte [m]
GU 8N (S240)	13,00	20,50	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
GU 8N (S240)	2,5221E+04	0,66	1,6646E+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]
GU 8N (S240)	185,00	1,00	1,00	0,66	122,10

3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Hoogte [mm]	Doorsnede [cm ² /m']
GU 8N (S240)	13,00	20,50	312,00	103,00

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 3



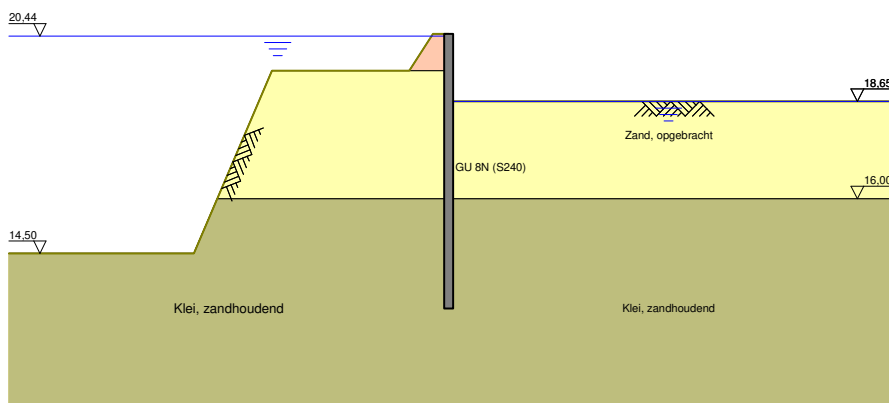
Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,000
- Permanente belasting, gunstig	1,000
- Variabele belasting, ongunstig	1,250
- Variabele belasting, gunstig	0,000
Factoren op belastingen - Constructieve belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,485
- Permanente belasting, gunstig	0,900
- Variabele belasting, ongunstig	1,650
- Variabele belasting, gunstig	0,000
Materiaalfactoren	
- Cohesie	1,400
- Tangens phi	1,200
- Delta (wandwrijvingshoek)*	1,200
- 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	1,350
Factoren op totale stabiliteit	
- Cohesie	1,600
- Tangens phi	1,300
- Factor op volumegewicht grond	1,000
Factoren op verticale evenwicht	
- Partiële puntweerstandsfactor (γ_b)	1,200

* 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: Maximale ontgraving

Overzicht - Fase 1: Maximale ontgraving

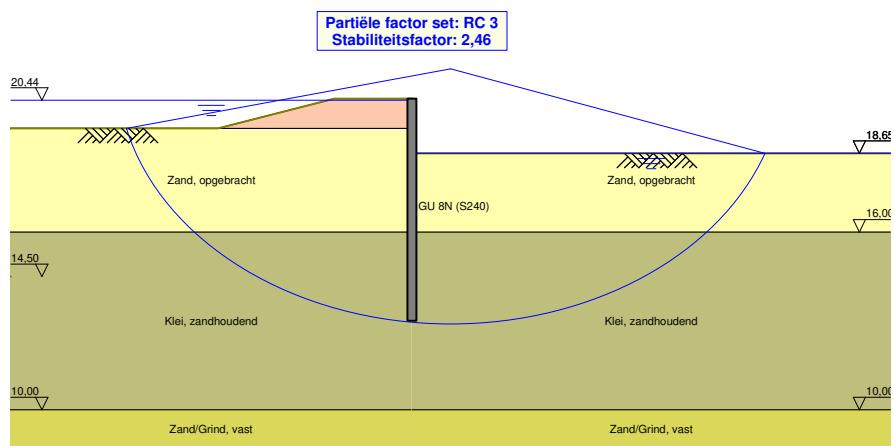


5 Totale Stabiliteit Fase 1: Maximale ontgraving

Stabiliteitsfactor : 2,46

5.1 Totale Stabiliteit

Totale Stabiliteit - Fase 1: Maximale ontgraving



6 Stap 6.5 Fase 1: Maximale ontgraving

6.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant bepalingsmethode Automatisch bepaald
 Passieve kant Rechterkant (niet relevant)

6.2 Invoergegevens Links

6.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

6.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 20,44 [m]

6.2.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0,00	20,50
2,00	20,50
5,00	19,50
22,50	19,50
32,50	14,50
50,00	14,50

6.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: IB 02P017451-adv-01

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht	
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]
Dijkmateriaal	20,50	18,00	18,00
Zand, opgebracht	19,50	18,00	20,00
Klei, zandhoude...	16,00	18,00	18,00
Zand/Grind, vast	10,00	19,00	21,00

Laag naam	Niveau [m]	Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek*	
				Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]
Dijkmateriaal	20,50	0,00	22,50	15,00	15,00
Zand, opgebracht	19,50	0,00	30,00	20,00	20,00
Klei, zandhoude...	16,00	3,00	22,50	15,00	15,00
Zand/Grind, vast	10,00	0,00	35,00	23,30	16,60

* 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
Dijkmateriaal	20,50	1,00	1,00	Fijn
Zand, opgebracht	19,50	1,00	1,00	Fijn
Klei, zandhoude...	16,00	1,00	1,00	Fijn
Zand/Grind, vast	10,00	1,00	1,00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Dijkmateriaal	20,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,00	0,00
Zand, opgebracht	19,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,00	0,00
Klei, zandhoude...	16,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,00	0,00
Zand/Grind, vast	10,00	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/m ³]	Onder [kN/m ³]	Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Dijksmateriaal	20,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, opgebracht	19,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, zandhoude...	16,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Zand/Grind, vast	10,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Dijksmateriaal	20,50	500,00	500,00
Zand, opgebracht	19,50	5000,00	5000,00
Klei, zandhoude...	16,00	800,00	800,00
Zand/Grind, vast	10,00	10000,00	10000,00

6.3 Berekende Grondrukcoëfficiënten Links

Segment nummer	Niveau [m]	Horizontale druk		Fictieve grondrukcoëfficiënten		
		Actief [kN/m ²]	Passief [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	20,47	0,2	1,8	0,38	0,49	3,30
2	20,28	0,9	7,8	0,38	0,40	3,30
3	19,97	1,9	16,2	0,38	0,38	3,30
4	19,66	2,9	19,6	0,39	0,39	2,63
5	19,36	2,8	48,5	0,28	0,28	4,79
6	19,07	3,6	58,7	0,28	0,29	4,53
7	18,79	4,5	59,4	0,28	0,30	3,77
8	18,48	5,3	71,0	0,28	0,32	3,78
9	18,15	6,3	87,1	0,29	0,33	3,96
10	17,82	7,2	104,2	0,29	0,35	4,12
11	17,49	8,1	122,0	0,28	0,36	4,28
12	17,16	8,8	140,2	0,28	0,37	4,42
13	16,83	9,5	158,8	0,27	0,38	4,54
14	16,50	10,3	177,6	0,27	0,39	4,65
15	16,17	11,1	196,5	0,27	0,40	4,74
16	15,83	12,9	124,9	0,29	0,52	2,81
17	15,50	13,8	133,0	0,29	0,53	2,83
18	15,17	14,7	145,8	0,30	0,53	2,94
19	14,83	15,6	159,6	0,30	0,54	3,05
20	14,50	16,6	173,1	0,30	0,54	3,16
21	14,17	17,5	185,1	0,30	0,55	3,22
22	13,83	18,4	193,8	0,31	0,55	3,22
23	13,50	19,3	202,5	0,31	0,55	3,23
24	13,17	20,2	211,2	0,31	0,56	3,23

6.4 Berekende Kracht per Laag - Links

Laag naam	Kracht [kN/m']
Dijksmateriaal	1,79
Zand, opgebracht	25,21
Klei, zandhoude...	73,13
Zand/Grind, vast	0,00

6.5 Invoergegevens Rechts

6.5.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

6.5.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 18,65 [m]

6.5.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0,00	18,65

6.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: IB 02P017451-adv-01 (1)

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht	
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]
Dijksmateriaal	20,50	18,00	18,00
Zand, opgebracht	19,50	18,00	20,00
Klei, zandhoude...	16,00	18,00	18,00
Zand/Grind, vast	10,00	19,00	21,00

Laag naam	Niveau [m]	Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek*	
				Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]
Dijksmateriaal	20,50	0,00	22,50	15,00	15,00
Zand, opgebracht	19,50	0,00	30,00	20,00	20,00
Klei, zandhoude...	16,00	3,00	22,50	15,00	15,00
Zand/Grind, vast	10,00	0,00	35,00	23,30	16,60

* 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
Dijksmateriaal	20,50	1,00	1,00	Fijn
Zand, opgebracht	19,50	1,00	1,00	Fijn
Klei, zandhoude...	16,00	1,00	1,00	Fijn
Zand/Grind, vast	10,00	1,00	1,00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Dijksmateriaal	20,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,00	0,00
Zand, opgebracht	19,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,00	5,37
Klei, zandhoude...	16,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	5,37	17,56
Zand/Grind, vast	10,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	17,56	17,56

6.5.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]	Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Dijksmateriaal	20,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, opgebracht	19,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, zandhoude...	16,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Zand/Grind, vast	10,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Dijksmateriaal	20,50	500,00	500,00
Zand, opgebracht	19,50	5000,00	5000,00
Klei, zandhoude...	16,00	800,00	800,00
Zand/Grind, vast	10,00	10000,00	10000,00

6.6 Berekende Grondrukcoëfficiënten Rechts

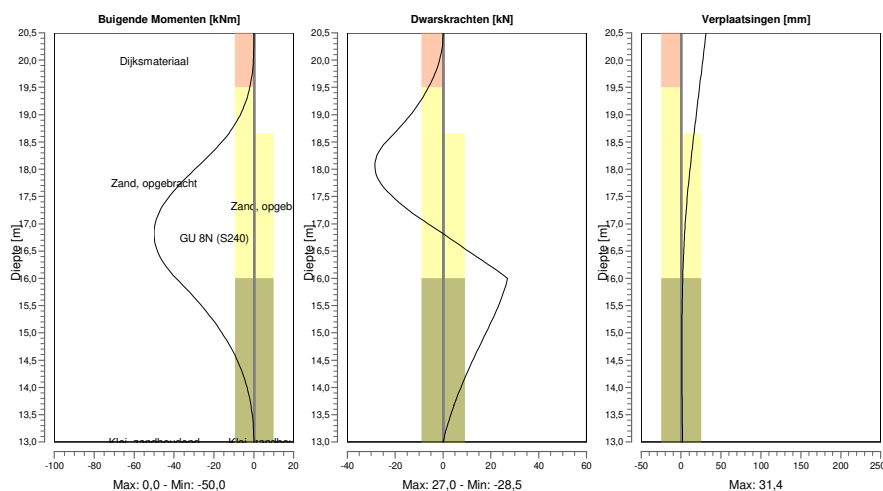
Segment nummer	Niveau [m]	Horizontale druk		Fictieve grondrukcoëfficiënten		
		Actief [kN/m ²]	Passief [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	18,48	0,0	0,7	0,28	0,50	5,74
2	18,15	0,8	17,2	0,28	0,50	5,74
3	17,82	1,6	33,6	0,28	0,50	5,74
4	17,49	2,4	50,1	0,28	0,50	5,74
5	17,16	3,2	66,5	0,28	0,50	5,74
6	16,83	4,0	83,0	0,28	0,50	5,74
7	16,50	4,8	99,4	0,28	0,50	5,74
8	16,17	5,6	115,9	0,28	0,50	5,74
9	15,83	5,2	91,9	0,23	0,62	4,06
10	15,50	6,0	98,2	0,24	0,62	3,97
11	15,17	6,8	104,5	0,25	0,62	3,90
12	14,83	7,6	110,9	0,26	0,62	3,85
13	14,50	8,3	117,4	0,27	0,62	3,80
14	14,17	9,1	123,9	0,28	0,62	3,76
15	13,83	9,9	130,5	0,28	0,62	3,73
16	13,50	10,7	137,1	0,29	0,62	3,70
17	13,17	11,5	143,7	0,29	0,62	3,68

6.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

Laag naam	Kracht [kN/m]
Dijksmateriaal	0,00
Zand, opgebracht	107,33
Klei, zandhoude...	73,43
Zand/Grind, vast	0,00

6.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 6

6.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen
Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Maximale ontgraving
Stap 6.5 - Partiële factor set: RC 3

6.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

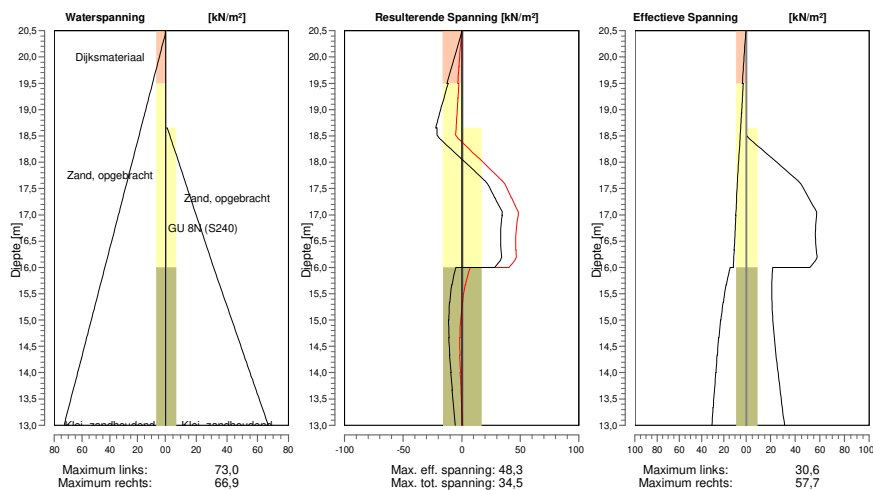
Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
1	20,50	0,00	0,00	31,4
1	20,44	0,00	-0,01	30,9
2	20,44	0,00	-0,01	30,9
2	20,13	-0,09	-0,78	28,3
3	20,13	-0,09	-0,78	28,3
3	19,81	-0,62	-2,82	25,7
4	19,81	-0,62	-2,82	25,7
4	19,50	-1,99	-6,13	23,1
5	19,50	-1,99	-6,13	23,1
5	19,22	-4,24	-9,93	20,7
6	19,22	-4,24	-9,93	20,7
6	18,93	-7,71	-14,76	18,4
7	18,93	-7,71	-14,76	18,4
7	18,65	-12,70	-20,60	16,2
8	18,65	-12,70	-20,60	16,2
8	18,32	-20,64	-26,84	13,6
9	18,32	-20,64	-26,84	13,6
9	17,99	-29,93	-28,36	11,1
10	17,99	-29,93	-28,36	11,1
10	17,66	-38,84	-24,57	8,9
11	17,66	-38,84	-24,57	8,9
11	17,32	-45,73	-16,56	6,9
12	17,32	-45,73	-16,56	6,9
12	16,99	-49,52	-5,97	5,2
13	16,99	-49,52	-5,96	5,2
13	16,66	-49,64	5,19	3,8
14	16,66	-49,64	5,19	3,8
14	16,33	-46,10	16,19	2,8
15	16,33	-46,10	16,20	2,8
15	16,00	-38,90	26,95	2,1

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
16	16,00	-38,90	26,96	2,1
16	15,67	-30,26	24,70	1,6
17	15,67	-30,26	24,71	1,6
17	15,33	-22,54	21,54	1,3
18	15,33	-22,54	21,56	1,3
18	15,00	-15,95	17,95	1,2
19	15,00	-15,95	17,97	1,2
19	14,67	-10,58	14,26	1,1
20	14,67	-10,58	14,28	1,1
20	14,33	-6,42	10,71	1,2
21	14,33	-6,42	10,73	1,2
21	14,00	-3,41	7,44	1,3
22	14,00	-3,41	7,46	1,3
22	13,67	-1,42	4,54	1,4
23	13,67	-1,42	4,56	1,4
23	13,33	-0,33	2,06	1,5
24	13,33	-0,33	2,07	1,5
24	13,00	0,00	-0,01	1,6
Max		-49,64	-28,36	31,4
Max incl. tussenknopen		-50,03	-28,48	31,4

6.8.3 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden - Fase 1: Maximale ontgraving

Stap 6.5 - Partiële factor set: RC 3



6.8.4 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Effectieve Spanning [kN/m²]	Waterspan. [kN/m²]	Stat* [A]	Mob* [%]	Effectieve Spanning [kN/m²]	Waterspan. [kN/m²]	Stat* [A]	Mob** [%]
1	20,50	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
1	20,44	0,41	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	20,44	0,41	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	20,13	1,40	3,07	A		0,00	0,00	-	
3	20,13	1,40	3,07	A	12	0,00	0,00	-	
3	19,81	2,38	6,15	A	12	0,00	0,00	-	
4	19,81	2,39	6,15	A	15	0,00	0,00	-	

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Effectieve Spannir [kN/m ²]	Waterspan. [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effectieve Spannir [kN/m ²]	Waterspan. [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]
4	19,50	3,36	9,22	A	15	0,00	0,00	-	
5	19,50	2,43	9,22	A	6	0,00	0,00	-	
5	19,22	3,22	12,00	A	6	0,00	0,00	-	
6	19,22	3,25	12,00	A		0,00	0,00	-	
6	18,93	4,04	14,78	A		0,00	0,00	-	
7	18,93	4,06	14,78	A		0,00	0,00	-	
7	18,65	4,86	17,56	A		0,00	0,00	-	
8	18,65	4,88	17,56	A		0,00	1,30	P	
8	18,32	5,80	20,81	A		8,97	5,06	P	
9	18,32	5,82	20,81	A		8,97	5,06	P	
9	17,99	6,75	24,06	A		25,42	8,82	P	
10	17,99	6,76	24,06	A		25,42	8,82	P	
10	17,66	7,69	27,31	A		41,87	12,58	P	
11	17,66	7,64	27,31	A		41,87	12,58	P	
11	17,32	8,56	30,56	A		50,80	16,34	3	87
12	17,32	8,35	30,56	A		50,80	16,34	3	87
12	16,99	9,25	33,81	A		57,36	20,09	2	77
13	16,99	9,10	33,81	A		57,36	20,09	2	77
13	16,66	9,98	37,06	A		56,27	23,85	2	62
14	16,66	9,88	37,06	A		56,27	23,85	2	62
14	16,33	10,76	40,31	A		56,96	27,61	2	53
15	16,33	10,70	40,31	A		56,96	27,61	2	53
15	16,00	11,57	43,56	A		51,92	31,37	1	42
16	16,00	14,39	43,56	1		21,58	31,37	1	25
16	15,67	17,70	46,83	1		20,90	35,31	1	22
17	15,67	17,93	46,83	1		20,90	35,31	1	22
17	15,33	20,45	50,10	1		21,02	39,26	1	21
18	15,33	20,68	50,10	1		21,02	39,26	1	21
18	15,00	22,61	53,37	1		21,76	43,21	1	20
19	15,00	22,83	53,37	1		21,76	43,21	1	20
19	14,67	24,35	56,64	1		22,92	47,16	1	20
20	14,67	24,57	56,64	1		22,92	47,16	1	20
20	14,33	25,81	59,91	1		24,37	51,10	1	20
21	14,33	26,02	59,91	1		24,37	51,10	1	20
21	14,00	27,10	63,18	1		25,99	55,05	1	20
22	14,00	27,30	63,18	1		25,99	55,05	1	21
22	13,67	28,30	66,45	1		27,71	59,00	1	21
23	13,67	28,49	66,45	1		27,71	59,00	1	21
23	13,33	29,47	69,72	1		29,46	62,94	1	21
24	13,33	29,65	69,72	1		29,46	62,94	1	21
24	13,00	30,62	72,99	1		31,23	66,89	1	21

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
 Mob** Percentage passief gemobiliseerd

6.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

Horizontale gronddruk	Links [kN]	Rechts [kN]
Effectief	100,1	180,8
Water	271,5	190,7
Totaal	371,6	371,4

Maximale effectieve weerstand aan linkerzijde 920,94 kN
 Gemobiliseerde effectieve weerstand aan linkerzijde 100,12 kN
 Percentage gemobiliseerde weerstand aan linkerzijde 10,9 %

Maximale effectieve weerstand aan rechterzijde 507,86 kN
 Gemobiliseerde effectieve weerstand aan rechterzijde 180,76 kN
 Percentage gemobiliseerde weerstand aan rechterzijde 35,6 %

6.8.6 Verticaal Evenwicht

Ksifactor	1,39
Partiële puntweerstandsfactor	1,20
Maximale puntweerstand	10,000 [MPa]

Verticaal evenwicht niet pluggend	Kracht [kN]
Verticale kracht actief	-29,25
Verticale kracht passief	58,74
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	29,49
Opneembare verticale kracht Rb;d	61,75
Resultante gaat omhoog	

Verticaal evenwicht pluggend	Kracht [kN]
Verticale kracht actief	-29,25
Verticale kracht passief	58,74
Totaal verticale kracht (geen eigengewicht)	29,49
Opneembare verticale kracht Rb;d	1870,50
Resultante gaat omhoog	

6.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

Links			Rechts		
Niveau [m]	Laag naam	Bijdrage [kN]	Niveau [m]	Laag naam	Bijdrage [kN]
20,50	Dijksmateriaal	-0,48	20,50	Dijksmateriaal	0,00
19,50	Zand, opgebracht	-9,17	19,50	Zand, opgebracht	39,06
16,00	Klei, zandhoude...	-19,59	16,00	Klei, zandhoude...	19,68
10,00	Zand/Grind, vast	0,00	10,00	Zand/Grind, vast	0,00

Einde Rapport