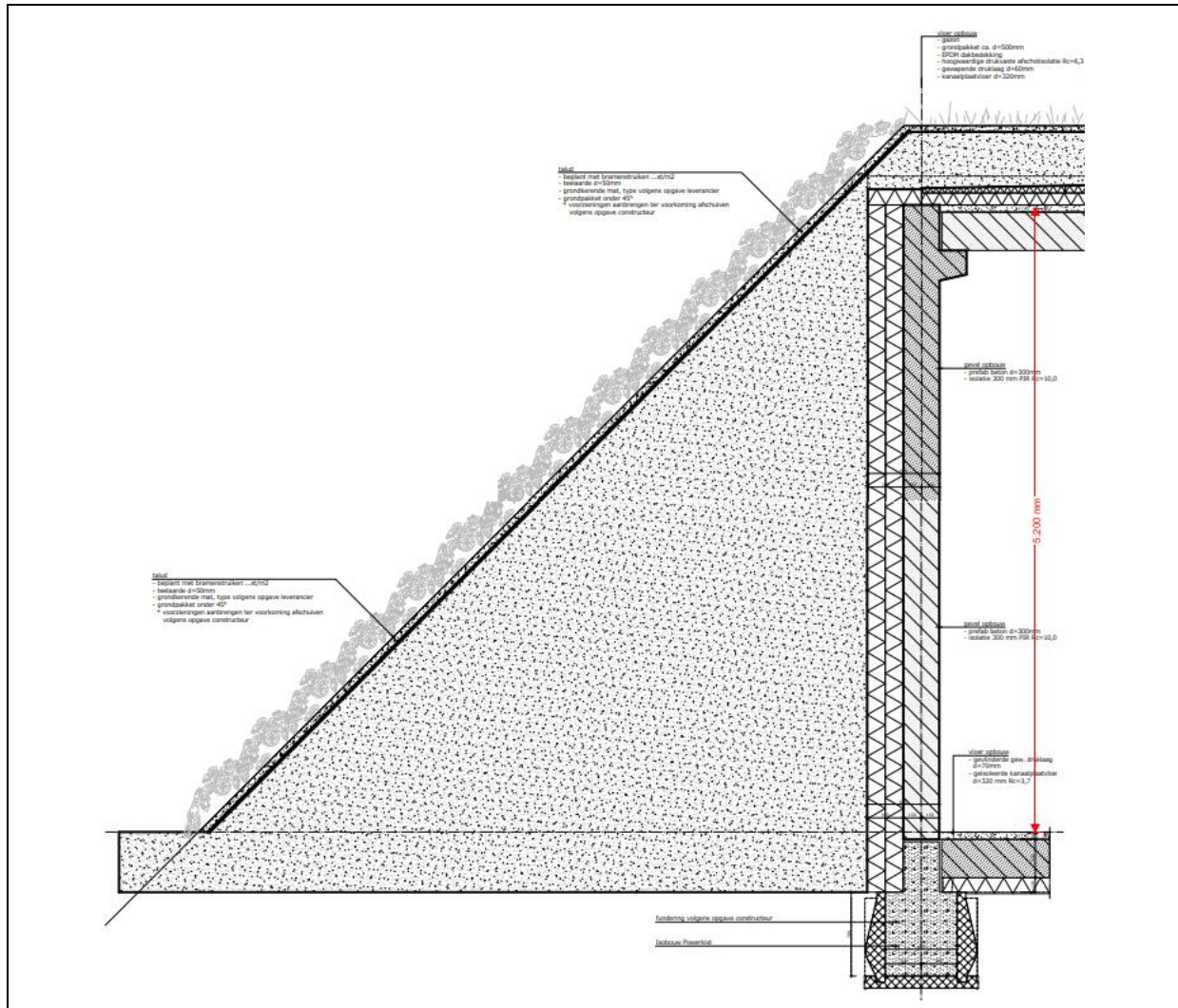
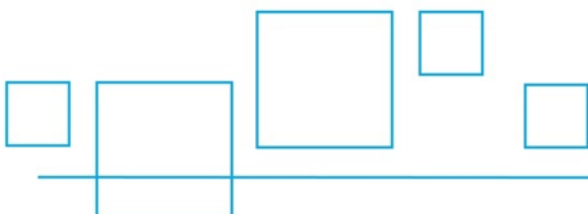


Stabiliteit grondtalud en invloed op palen



Documentnr.: 2022-2224/3 versie 1

Datum: 7 november 2022



BT Geoconsult BV

INGENIEURSBUREAU

Loire 204 secretariaat@btgeoconsult.nl

2491 AM Den Haag www.btgeoconsult.nl

+31 (0)70 4159002 BTW nr. NL806348288B01
K.v.K. 23087854 IBAN NL13RABO0377530611

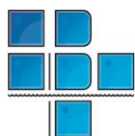
Algemene informatie

Opdrachtgever:



Pieters Bouwtechniek
Vlietsorgstraat 15
2012 JB Haarlem

Opdrachtnemer:



BT Geoconsult BV
INGENIEURSBUREAU

BT Geoconsult BV (BTG)
Loire 204
2491 AM DEN HAAG
Telefoon (alg.): +31 (0)70-4159002

Documentbeheer

Documentnr:	2022-2224/3 versie 1
Datum:	7 november 2022
Titel:	Stabiliteit grondtalud en invloed op palen
Project:	Grondtalud rondom Museum depot te Utrecht
Organisatie:	BT Geoconsult BV
Status:	Definitief

Paraaf:

Auteur:	I. Leentfaar
Controle:	S. Maan, D.E. den Arend

Versie:	Verstrekt aan:	Organisatie:	Datum:
1	Dhr. P. Smit	Pieters Bouwtechniek	7 november 2022

Inhoudsopgave

Algemene informatie	ii
Documentbeheer	ii
Inhoudsopgave	iii
Bijlagen	iii
1 Inleiding	1
2 Projectgegevens	2
2.1 Projectgegevens	2
2.2 Gebruikte normen en referenties	2
3 Bodemopbouw en geohydrologie.....	3
3.1 Beschikbaar geotechnisch en geohydrologisch onderzoek.....	3
3.2 Maaiveldniveau.....	3
3.3 Bodemopbouw.....	3
3.4 Geohydrologie	4
4 Stabiliteitsanalyse	5
4.1 Maatgevende dwarsdoorsnedes	5
4.2 Grondopbouw en grondparameters	5
4.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden	7
4.4 Model	7
4.5 Resultaten stabiliteitsanalyse	8
4.6 Conclusies	8
5 Bepaling extra negatieve kleef op palen	9
6 Bepaling horizontale belasting op wand en palen	10
6.1 Horizontale belasting op de wand en evt. palen	10
6.2 Horizontale grondbelasting op de palen	10
7 Bepaling aanvullend moment in de palen	12
7.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden	12
7.2 Resultaten	12
7.3 Conclusie aanvullend moment in de palen	13
8 Conclusie	14

Bijlagen

- I Tekeningen;
- II Relevant grondonderzoek;
- III Resultaten stabiliteitsberekeningen;
- IV Resultaten zettingsberekening;
- V Resultaten paalberekening.

1 Inleiding

Ten behoeve van project "Museum Depot" aan de Isotopenweg te Utrecht wordt er een grondtalud van zand aangebracht rondom het gebouw aangebracht.

Door Pieters Bouwtechniek is aan BT Geoconsult BV gevraagd een advies uit te brengen ten aanzien van de invloed van de aanleg van het grondtalud.

Hiertoe is door BT Geoconsult BV een stabiliteitsanalyse uitgevoerd van het nieuwe grondtalud en is de invloed beschouwd op de wand en fundering.

In het onderhavige rapport zijn de resultaten van de hierboven omschreven analyses en berekeningen weergegeven.

2 Projectgegevens

2.1 Projectgegevens

Ten behoeve van de uitgevoerde werkzaamheden zijn de volgende projectgegevens gebruikt:

- [A] Tekening "Detail talud BG" van Pieters Bouwtechniek met kenmerk A5630 d.d. 06 september;
- [B] Tekening "Begane Grond – Depot Collecties, Utrecht" van Pieters bouwtechniek met kenmerk 121054 en tekeningnummer DO-100 d.d. 02 september 2022;
- [C] Rapportage "Museum Depot aan de Isotopenweg te Utrecht, Funderingsadvies" van Tjaden met kenmerk S 21.464-F1/AJJ, d.d. 02 november 2021;
- [D] Grondonderzoek van Tjaden, met kenmerk S 21.464 d.d. 27 oktober 2021.

Daarnaast is gebruik gemaakt van mondeling en per email verstrekte informatie door de opdrachtgever.

2.2 Gebruikte normen en referenties

De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform de volgende normen en richtlijnen:

- [E] NEN 9997-1+C2:2017 "Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels", november 2017.

Het ontwerp en de toetsingen zijn uitgevoerd in overeenstemming met de 8 algemene aannamen, zoals verwoord in paragraaf 1.3 van NEN 9997-1+C2:2017.

Tevens wordt in onderhavige rapportage gerefereerd aan de volgende documenten:

- [F] Peilbesluit, <https://hdsr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html>
- [G] Isohypsens, <https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/map>

3 Bodemopbouw en geohydrologie

3.1 Beschikbaar geotechnisch en geohydrologisch onderzoek

Een overzicht van het beschikbaar gestelde en door BT Geoconsult BV gebruikte geotechnisch onderzoek is opgenomen in Tabel 3.1. Het gebruikte grondonderzoek is opgenomen in Bijlage II.

Tabel 3.1: Overzicht beschikbaar geotechnisch onderzoek

Bron [-]	Relevant onderzoek [-]	Afstand tot de projectlocatie [m]	Diepte [m NAP]
Rapportage Funderingadvies, zie [C]	13 sonderingen	Binnen 15 à 25 meter	Sonderingen: - 34,0
Dinoloket	1 boring	100 tot 150	Boring: - 5,4

3.2 Maaiveldniveau

Het maaiveldniveau ter plaatse van de projectlocatie is gemeten, zie [D] en ligt tussen circa NAP + 1,22 m en NAP + 1,32 m.

3.3 Bodemopbouw

Uit interpretatie van het beschikbare geotechnisch onderzoek is een algemeen beeld van de bodemopbouw ter plaatse van de projectlocatie bepaald. Voor tussenliggende locaties is een interpolatie gemaakt met behulp van omliggend grondonderzoek. De globale bodemopbouw is weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Globale bodemopbouw

Grondlaag nr. [-]	Niveau grondlaag [-]	Grondsoort [-]
1	Vanaf NAP + 1,22 m á NAP + 1,32 m (= maaiveld) tot NAP -0,2 m á NAP - 0,9 m	Toplaag: Klei matig / zand
2	Vanaf NAP - 0,2 m á NAP - 0,9 m tot NAP - 1,6 m á NAP - 2,8 m	Klei slap
3	Vanaf circa NAP - 1,6 m tot circa NAP - 5,6 m	Zand kleig ¹⁾
4	Vanaf NAP - 2,8 m á NAP - 5,6 m Tot circa NAP - 33,0 m (maximaal verkende diepte)	Zand matig

¹⁾ Laag niet overal aanwezig

3.4 Geohydrologie

Uit interpretatie van het beschikbare geohydrologisch onderzoek zijn de heersende geohydrologische omstandigheden ter plaatse van de projectlocatie bepaald. Indien nodig is een interpolatie gemaakt uit de resultaten van de peilbuismetingen.

De freatische grondwaterstand is aangehouden conform het peilbesluit [E] en bedraagt NAP – 0,30 m.

De stijghoogte in het watervoerend zandpakket onder circa NAP -3,0 m is aangehouden conform [F]. De stijghoogte is vergelijkbaar met de freatische weerstand, en is daarom gelijk aangehouden aan de freatische weerstand.

4 Stabiliteitsanalyse

Met betrekking tot de eisen ten aanzien van de stabiliteit zijn in onderhavig rapport de resultaten van de stabiliteitsanalyses weergegeven. Onderzocht is of het grondtalud rondom het gebouw voldoende stabiel is tijdens de gebruiksfase en uitvoeringsfase.

4.1 Maatgevende dwarsdoorsneden

De stabiliteit is bepaald ter plaatse van de doorsnede op tekening [A]. Deze dwarsdoorsnede is op twee locaties gecombineerd met de maatgevende bodemopbouw op basis van het grondonderzoek [D]. De locatie van de dwarsdoorsnede is weergegeven op de tekening in Bijlage I.

4.2 Grondopbouw en grondparameters

De algemene bodemopbouw ter plaatse van de projectlocatie is weergegeven in paragraaf 3.3. Ten behoeve van de stabiliteitsanalyse is op basis van deze algemene bodemopbouw een conservatieve bodemopbouw geïnterpreteerd ter plaatse van de maatgevende doorsnede. De geschematiseerde grondopbouw ter plaatse van de maatgevende doorsnede op basis van sondering 4 en sondering 8 is weergegeven in Tabel 4.1 en Tabel 4.2 respectievelijk.

Tabel 4.1: Grondopbouw op basis van sondering 4

Grondlaag nr. [-]	Niveau bovenkant grondlaag [m t.o.v. NAP]	Dikte laag [m]	Grondsoort [-]
1	Vanaf NAP + 1,22 m (= maaiveld) tot NAP - 0,9 m	2,12	Toplaag: Klei matig
2	Vanaf NAP - 0,9 m tot NAP - 1,6 m	0,7	Klei slap
3	Vanaf NAP - 1,6 m tot NAP - 5,6 m	4,0	Zand, kleilig
4	Vanaf NAP - 5,6 m tot NAP - 33,0 m	Tot max. verkende diepte	Zand matig

Tabel 4.2: Grondopbouw op basis van sondering 8

Grondlaag nr. [-]	Niveau bovenkant grondlaag [m t.o.v. NAP]	Dikte laag [m]	Grondsoort [-]
1	Vanaf NAP + 1,32 m (= maaiveld) tot NAP - 0,2 m	1,52	Toplaag: zand
2	Vanaf NAP - 0,2 m tot NAP - 2,8 m tot NAP - 1,6 m	0,8	Klei slap
3	Vanaf NAP - 2,8 m tot NAP - 33,0 m	Tot max. verkende diepte	Zand matig

De sterkteparameters ten behoeve van de stabiliteitsanalyse zijn bepaald op basis van het beschikbare grondonderzoek.

Voor grondlagen waarvoor geen resultaten van laboratoriumproeven of boorbeschrijvingen aanwezig zijn is een interpretatie of interpolatie gemaakt met behulp van omliggend grondonderzoek eventueel aangevuld rekening houdend met [G] Tabel 2.b. De karakteristieke waarden en rekenwaarden van de parameters zijn weergegeven in Tabel 4.3. De ongedraineerde schuifsterkte is bepaald op basis van de conusweerstand in het grondonderzoek. Om van de conusweerstand tot de ongedraineerde schuifsterkte te komen is een N_{kt} factor van 25 aangehouden voor verzadigde grondlagen en een factor 60 voor onverzadigde grondlagen. De rekenwaarden zijn bepaald door de karakteristieke waarden te delen door een partiële materiaal factor. De constructie is ingedeeld in Reliability Class RC1, conform [G]. De partiële materiaalfactoren zijn aangehouden conform [G].

Tabel 4.3: Sterkteparameters grondsoorten ten behoeve van de stabiliteitsanalyses

Grondsoort [-]	Volumiek gewicht $\gamma_{uns} / \gamma_{sat}$ [kN/m ³]	Sterkteparameters					
		Karakteristieke waarden			Rekenwaarden		
		c_u [kPa]	c'_{kar} [kPa]	ϕ'_{kar} [°]	$c_{u;d}$ [kPa]	c'_{rek} [kPa]	ϕ'_{rek} [°]
Ophoogzand	18,0/20,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	25,7
Klei matig, toplaag	17,0/17,0	30,0	1,0	17,5	20,0	0,8	14,7
Zand, toplaag	18,0/20,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	25,7
Klei slap	14,0/14,0	12,0	1,0	17,5	8,0	0,8	14,7
Zand, kleiig	18,0/20,0	0,0	1,0	25,0	0,0	0,0	21,2
Zand, matig	18,0/20,0	0,0	0,0	32,5	0,0	0,0	28,0

4.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Ten behoeve van de stabiliteitsberekeningen zijn de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden aangehouden:

- Het huidig maaiveldniveau is aangehouden op NAP + 1,22 m ter plaatse van sondering 4 en NAP + 1,32 m ter plaatse van sondering 8, zie paragraaf 3.2.
- De grondopbouw en grondparameters zijn aangehouden conform paragraaf 4.2;
- De freatische grondwaterstand is aangehouden op NAP – 0,30 m conform paragraaf 3.4;
- De stijghoogte in de diepere zandlagen is aangehouden op NAP – 0,30 m conform paragraaf 3.4;
- De ophoging is aangehouden conform de tekening [A];
- Als ophoging is zand met een volumiek gewicht van 18 kN/m^3 / 20 kN/m^3 (onverzadigd/verzadigd) aangehouden;
- Het talud van de ophoging is aangehouden op 1:1;
- De ophoging is getoetst vlak na het aanbrengen van de ophoging en in de gebruiksfase;
- Aangehouden is dat de ophoging in 1 keer wordt aangebracht;
- De consolidatie in de samendrukbare lagen ten gevolge van het aanbrengen van de ophoging is aangehouden op 10% in de uitvoeringsfase en op 100% in de gebruiksfase.
- In de stabiliteitsanalyse is uitgegaan van rekenwaarden van de grondparameters;
- Als criterium voor de stabiliteit in de uitvoeringsfase is een stabiliteitsfactor gehanteerd van 0,85. Deze waarde is bepaald uitgaande van een benodigde veiligheidsfactor van 1,15 indien gebruik gemaakt wordt van karakteristieke parameters en een overall factor van 1,35;
- Alle stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd uitgaande van cirkelvormige glijvlakken (Bishop).

4.4 Model

De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Geo Stability versie 16.1. In dit programma is de stabiliteit van de dwarsdoorsneden bepaald met behulp van de methode Bishop. Bishop gaat uit van cirkelvormige glijvlakken in de grond. Voor dit model geldt dat de grond opgedeeld wordt in verticale lamellen en wordt getoetst of het weerstandbiedende moment groter is dan het aandrijvende moment.

4.5 Resultaten stabiliteitsanalyse

De resultaten van de uitgevoerde stabiliteitsanalyses zijn samengevat in Tabel 4.3. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage III.

Tabel 4.4: Resultaten stabiliteitsanalyse

Dwarsdoorsnede	Model	Maatgevende veiligheidsfactor uitvoeringsfase ¹⁾	Veiligheidsfactor gebruiksfase ²⁾
[-]	[-]	[-]	[-]
sondering 4	Bishop	1,38	1,16
sondering 8	Bishop	0,92	1,50
¹⁾ De minimaal benodigde stabiliteitsfactor in de uitvoeringsfase is 0,85;			
²⁾ De minimaal benodigde stabiliteitsfactor in de gebruiksfase is 1,00.			

Uit de stabiliteitsberekeningen blijkt dat ter plaatse van de ophoging zonder aanvullende maatregelen wordt voldaan aan het gestelde toetsingscriterium.

4.6 Conclusies

Op basis van de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen wordt geconcludeerd dat ter plaatse van de ophoging (het grondtalud, bestaande uit zand) voldoende veiligheid ten aanzien van (macro)stabiliteit aanwezig is.

5 Bepaling extra negatieve kleef op palen

In het geval dat de ondergrond zetting ondervindt, is het mogelijk dat het zand aan de wand blijft hangen. Dit is tevens afhankelijk van de wandwrijving van de wand: is de wand glad dan glijdt de grond er langs en wanneer de wand wat ruw is zal de grond er eerder aan blijven hangen. Gelijkvormig met negatieve kleef aan de palen.

Verwacht wordt dat dat het hangen van de grond aan de wand niet goed is voor de isolatie van de wand. Door een vlies aan de buitenkant van de wand of de isolatie toe te passen wordt de wandwrijving tussen isolatie en grond geminimaliseerd. De grond gaat niet meer aan de wand hangen.

Het extra grond gewicht kan wel zorgen voor een extra belasting (negatieve kleef) op de palen. Dit is berekend conform 7.3.2.2 (d) uit de NEN 9997-1+C2:2017.

De negatieve kleef per paal was circa 40 kN/m paalomtrek conform het funderingsadvies [C]. Door het grondtalud wordt een extra negatieve kleef van 3 kN/m paalomtrek verwacht. Voor een paal diameter 460/560 was de negatieve kleef 85 kN/paal en door het grondtalud wordt 6 kN/paal extra negatieve kleef verwacht.

6 Bepaling horizontale belasting op wand en palen

Het talud rondom het gebouw kan zorgen voor een horizontale belasting op de wand en palen. Vanwege de beperkte ophoging, symmetrische ophoging en aanwezigheid van de constructie wordt verwacht dat de horizontale belasting op de palen beperkt is.

De oorzaak van horizontale belasting op de palen (en wand) wordt onderverdeeld in een directe belasting op de wand en palen, en een indirecte belasting door zetting van de grond en daarmee een grondvervorming met horizontale belasting op de palen. Beide onderdelen zijn uitgewerkt in onderhavig hoofdstuk.

6.1 Horizontale belasting op de wand en evt. palen

Het talud rondom het gebouw 'duwt' tegen het gebouw. Dit kan zorgen voor een horizontale belasting op de wand (rechtstreekse belasting, met mogelijk een belasting op de palen). Vanwege de vorm van de ophoging (talud) en het afschuifvlak (cirkel van de wand af) wordt verwacht dat de belasting op de wand zeer beperkt is.

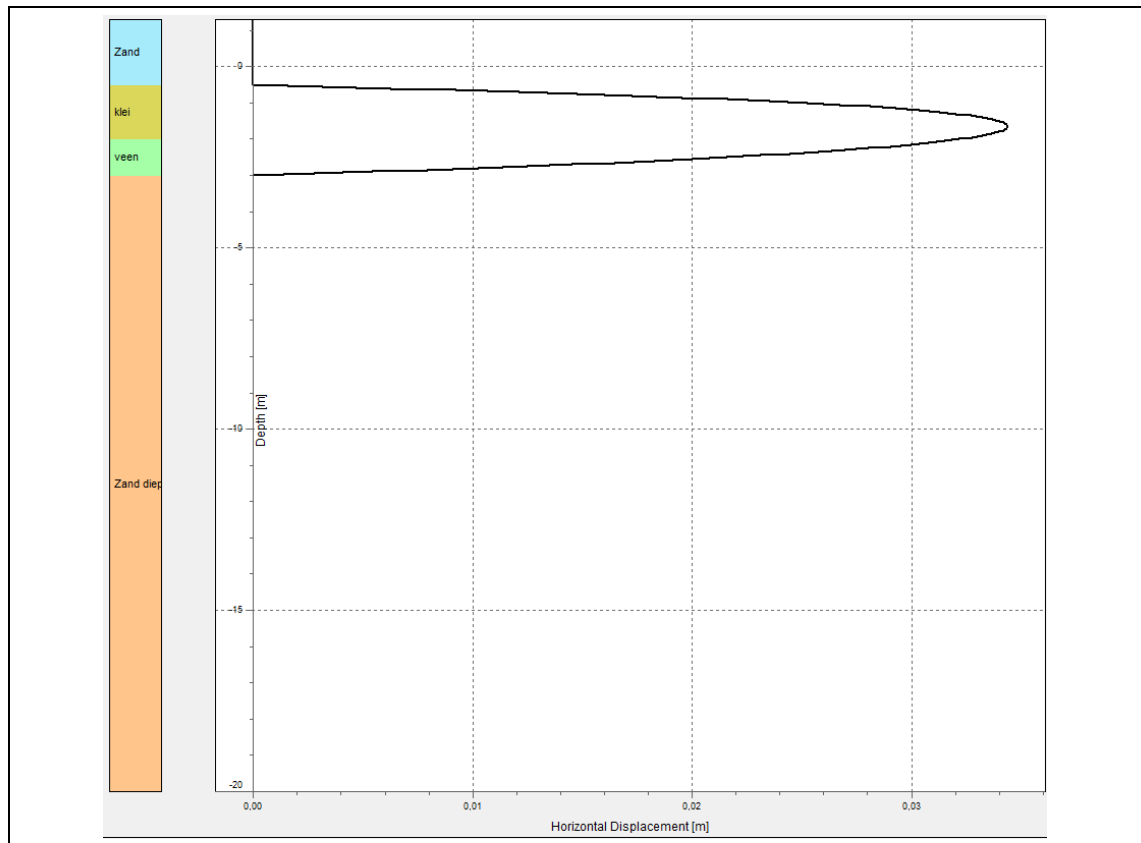
Indien uitgegaan wordt van een zand ophoging van 5,5 m hoog en 5,5 m breed (talud 1:2), is de horizontale gronddruk op de wand 43,6 kN/m. Deze horizontale belasting moet worden afgedragen door de constructie (wanden, vloeren en palen). Vanwege de symmetrische aanwezigheid van talud, mogelijke afdracht via plafond en vloeren en gezien het geen horizontale ophoging maar een steil talud is, wordt verwacht dat de belasting maar zeer beperkt op de palen wordt afgedragen. Een constructeur dient te beschouwen of deze belasting inderdaad afgedragen kan worden door wand en vloeren.

6.2 Horizontale grondbelasting op de palen

In het geval dat de ondergrond zetting ondervindt, treedt er aan de grondtalud-zijde meer zetting op dan aan de gebouwszijde van de palen. De grond wil dan mogelijk horizontaal vervormen. Door middel van methode IJsseldijk-Loof is horizontale grondvervorming bij de randpalen berekend. Verwacht wordt dat dit een bovengrens betreft. Uitgangspunten hierbij:

- Maaiveld is aangehouden op NAP + 1,3 m;
- Paal staat 0,5 m naast de ophoging met talud 1: 1. (andere zijde dan de zijde paal)
Hoogte ophoging = 5,5 m;
- Bij het noordelijke deel (S1,2,3,8) is te zien dat het pakket klei/veen tot NAP – 2,7 m á NAP – 3,0 m aanwezig is. Bij het zuidelijke deel is deze slappe laag aanwezig tot circa NAP – 1,5 m, met eronder zand. Gemodelleerd is sondering 8. Bij deze sondering wordt de meeste verticale zetting en daarmee horizontale vervorming van de grond verwacht;
- De grondopbouw en parameters zijn opgenomen in bijlage IV.

Op basis van de berekening met IJsseldijk-Loof (door middel van het programma D-Settlement) wordt verwacht dat de maximaal horizontale grondverplaatsing circa 0,045 m ter plaatse van de palen is. De vervorming wordt alleen verwacht daar waar een verticale zetting van de grond aanwezig is, de horizontale vervorming wordt daarom alleen verwacht over de slappe lagen, zie figuur 6.1. Gezien de dikte van het slappe lagen pakket, i.c.m. de dikte van de ophoging, grondopbouw en het model wordt verwacht dat genoemde waarden conservatief zijn. De berekening en resultaten zijn opgenomen in Bijlage IV.



Figuur 6.1 Horizontale vervorming randpaal door grondtalud

Bovenstaande analyse is uitgevoerd voor de palen onder de wand naast het grondtalud. Tevens is beschouwd tot welke afstand de invloed van het talud op de palen significant is. Dit wordt verwacht tot 3,5 m afstand vanaf de ophoging/de wand. Verder weg van de ophoging is de verticale zetting zeer beperkt en daardoor wordt op die locatie ook geen (significante) horizontale grondvervorming meer verwacht. Tot 3,5 m van de wand kan de horizontale grondvervorming conform figuur 6.1 aangehouden worden.

7 Bepaling aanvullend moment in de palen

De horizontale grondvervorming zorgt voor een belasting op de palen, waardoor er een aanvullend moment door de palen opgenomen dient te worden. Op basis van de berekende horizontale grondvervorming in paragraaf 6.2. is in onderhavig hoofdstuk dit moment in de palen de palen bepaald.

7.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden

De volgende randvoorwaarden en uitgangspunten zijn aangehouden voor de bepaling van de aanvullende momenten in de paal:

- Aangehouden is een paal HEK 460/560 tot NAP – 23,5 m met een EI van $1,45 \cdot 10^5$ kNm²;
- Maaiveld is NAP + 1,3 m;
- Grondwaterstand is NAP - 0,3 m;
- B.k. paal is aangehouden op 2,0 m onder peil, waarbij peil is aangehouden op maaiveld. B.k. paal is daarmee aangehouden op NAP – 0,7 m;
- De paal is op 2 manieren gemodelleerd:
 - beschouwd als een ingeklemde paal;
 - beschouwd als een alleenstaande (vrije)paal.
 - Verwacht wordt dat dit voor verschillende momenten in de paal zorgt. De constructeur dient te bepalen welke modellering aangehouden dient te worden voor de bepaling van de benodigde paalwapening
- Voor de grondopbouw en parameters wordt verwezen naar Bijlage V;
- De opgelegde grondvervorming is conform de berekende horizontale grondvervorming uit paragraaf 6.2. Dit is maximaal 0,045 m en is alleen in de slappe lagen;
- Door middel van het programma D-Sheet Single Pile is beschouwd wat de invloed van de grondvervorming op de palen.

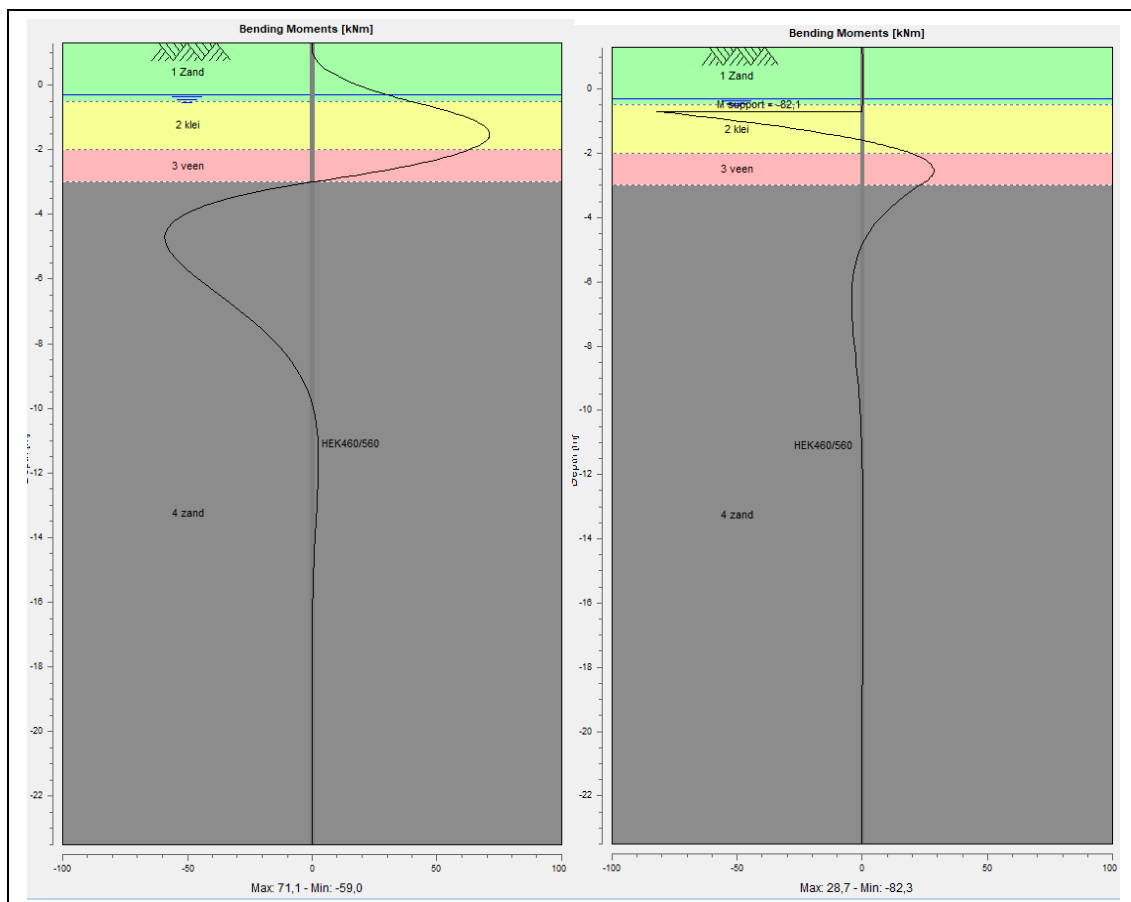
7.2 Resultaten

Het rapport van de uitgevoerde berekeningen van de door grond horizontaal belaste paal is opgenomen in Bijlage V.

Voor de ingeklemde paal is het maximaal moment in de paal door de horizontale grondbelasting 82,3 kNm op circa NAP – 0,7 m (paalkop), een tweede moment is maximaal op NAP – 2,5 m met 28,7 kNm.

Voor de alleenstaande (vrije) paal is het maximaal moment in de paal door de horizontale grondbelasting 71,1 kNm op circa NAP – 1,5 m, een tweede moment is maximaal op NAP – 4,7 m met 59,0 kNm.

De momentenlijnen zijn weergegeven in Figuur 7.1 en tevens opgenomen in Bijlage V.



Figuur 7.1: Momentenlijn in paal door horizontaal opgelegde grondvervorming – modellering vrije paal (links) en ingeklemde paal (rechts)

7.3 Conclusie aanvullend moment in de palen

Op basis van de uitgevoerde berekeningen wordt geconcludeerd dat de horizontale grondvervorming (veroorzaakt door zetting van het grondtalud) zorgt voor een aanvullend moment van maximaal 82,3 kNm (ingeklemde paal) of 71,1 kNm (vrije paal) in de palen, afhankelijk van de modellering.

Omdat de horizontale grondvervormingen zijn berekend met het model IJsseldijk-Loof kunnen de berekende momenten worden beschouwd als een bovengrenswaarde van de te verwachten momenten in de palen. De aanvullende momenten in de palen door horizontale grondvervorming worden alleen verwacht binnen 3,5 m van de wand/het grondtalud. Verder weg worden geen (significante) verticale zettingen verwacht door de ophoging, en daarmee geen horizontale vervormingen van de grond en aanvullende momenten hierdoor in de palen.

8 Conclusie

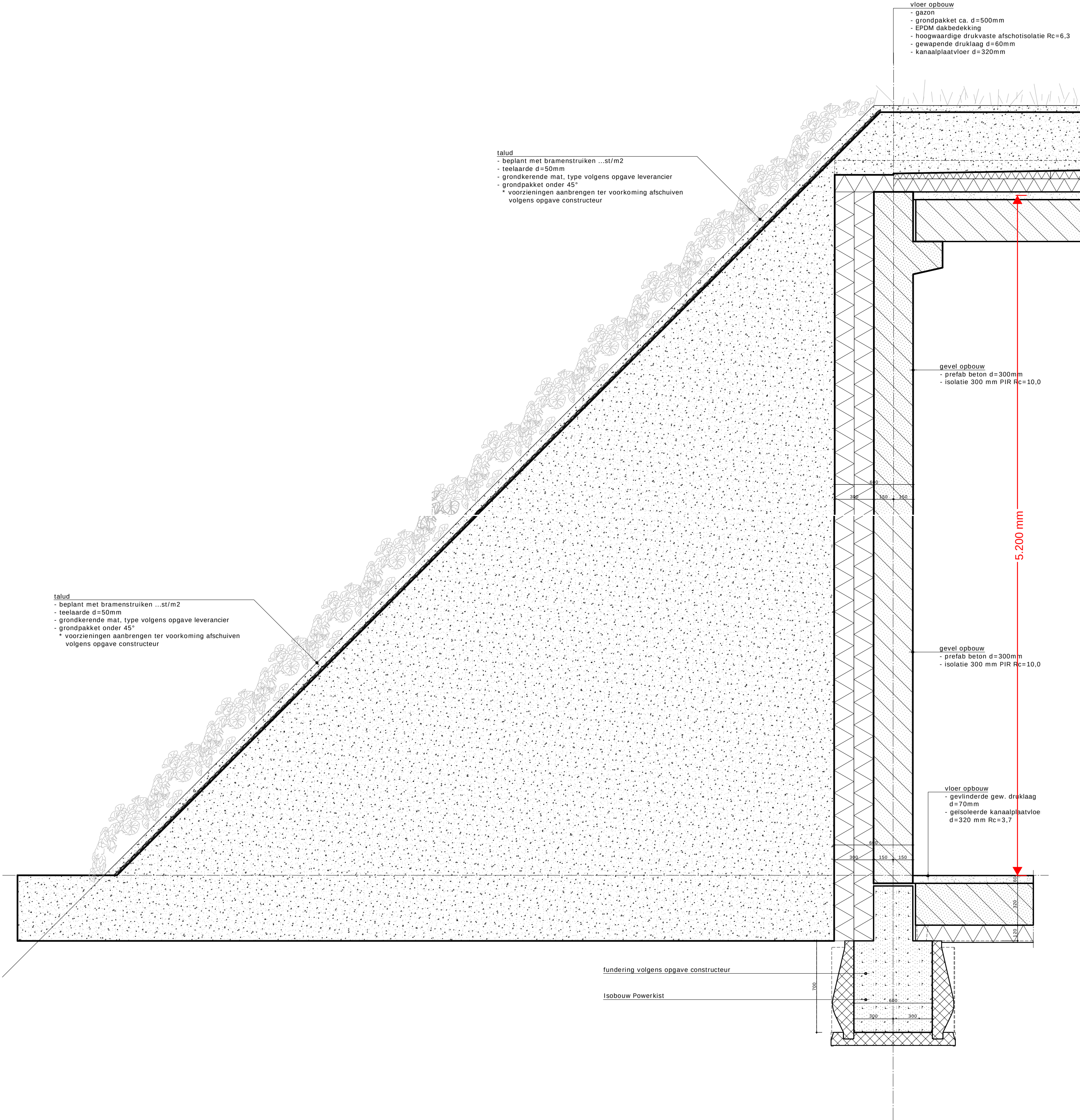
Op basis van de uitgevoerde berekeningen ten behoeve van de (macro) stabiliteit en invloed op de wanden en palen wordt het volgende geconcludeerd:

- Op basis van de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen wordt geconcludeerd dat ter plaatse van de ophoging (het zandtalud) voldoende veiligheid ten aanzien van (macro)stabiliteit aanwezig is;
- De stabiliteit van het zandtalud is getoetst. Er zijn geen aanvullende maatregelen (ten aanzien van macrostabiliteit) nodig om de zandophoging stabiel te houden. De teelaarde laag met bramen is hierbij niet beschouwd, daar moet nog wel naar gekeken worden door een specialist;
- Als gevolg van zakkende grond kan er een significant grondgewicht aan de wanden blijven hangen. Verwacht wordt dat dat niet goed is voor de isolatie. Geadviseerd wordt daar een vlies tussen de wand en grond aan te brengen, zodat er geen grond aan de wand blijft hangen;
- De extra negatieve kleeft op de palen door het grondtalud is circa 6 kN/paal;
- De horizontale belasting van het talud op de wand is 43,6 kN/m. Verwacht wordt dat gezien het gebouw en symmetrie deze belasting kan worden opgenomen door de vloeren, en daarmee geen belasting op de palen komt. Dit dient een constructeur te toetsen;
- Door de zetting wordt een horizontale grondvervorming ter plaatse van de palen (in de slappe lagen) verwacht van maximaal 4,5 cm (methode IJsseldijk-Loof). Verwacht wordt dat deze horizontale grondvervorming door het zandtalud aanwezig is tot 3,5 m uit de wand/de ophoging;
- Door de horizontale grondvervorming wordt een moment in de palen verwacht van 82,3 kNm (modellering ingeklemde paal) of 71,1 kNm (modellering vrije paal). Dit kan worden beschouwd als een bovengrens van de te verwachten momenten in de palen, en geldt voor de palen die tot 3,5 m vanuit het zandtalud/de ophoging staan. De toets of de palen deze momenten kunnen opnemen en eventuele aanvullende benodigde maatregelen dienen door een constructeur uitgewerkt te worden.



Bijlage I

Tekeningen



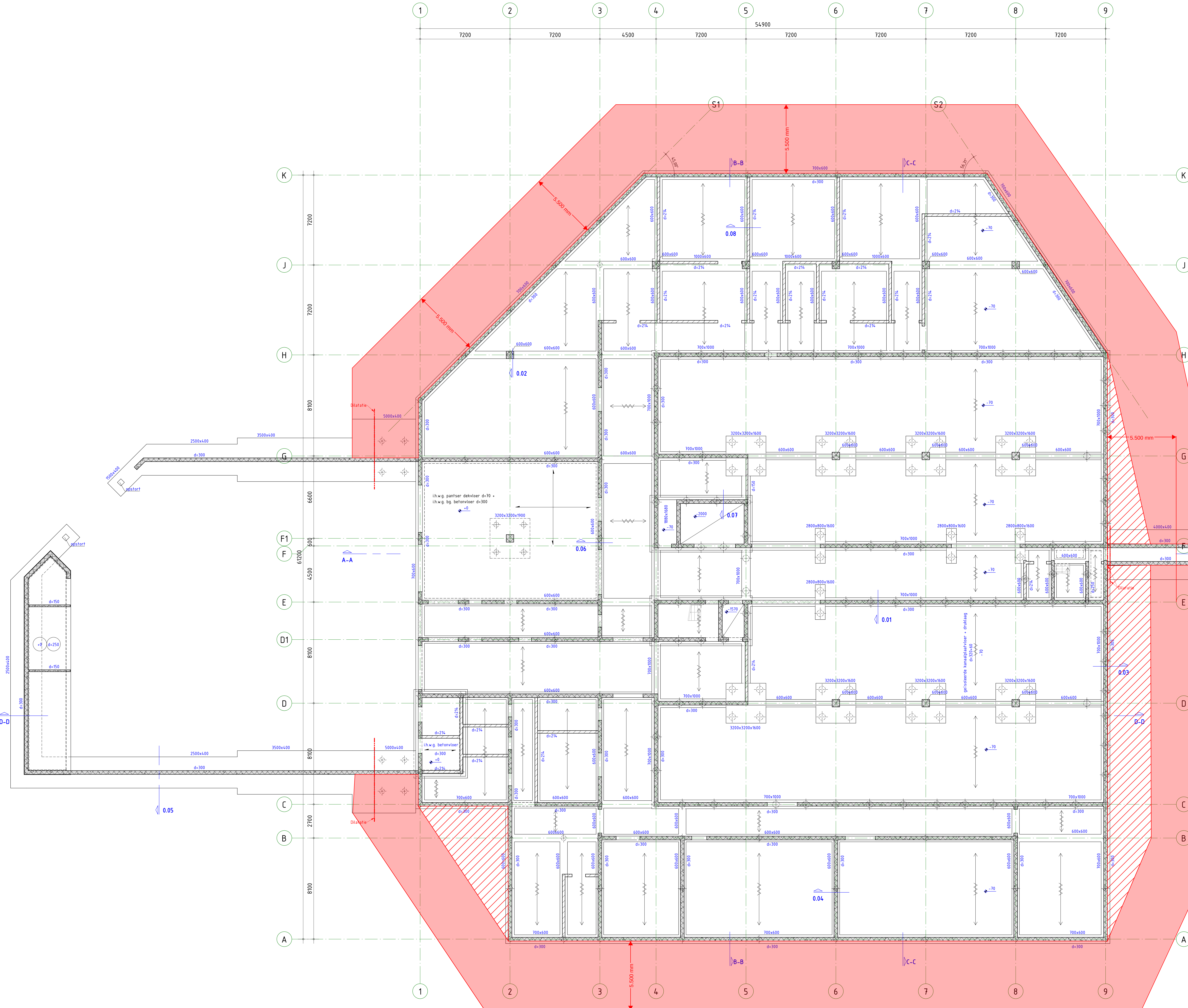
A5630

DP⁶

DETAILNUMMER 25

DATUM
GEWIJZIGD
SCHAAL

06.09.22
1:20



BRONVERMELDING
Omschrijving
- Constructief model en tekeningen volgens Bouwkundige onderliggende: 2458_01TRECHT_Opdragbouw_00_0122.rvt
Datum
30-08-2022
Versie

BRANDWERENDHEID
Onderdeel
- Hoofddraagconstructie
Eis
90 min
Een + tijdruimte van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken in minuten.

ALGEMENE OPMERKINGEN
- Alle hoogtematen t.o.v. Peil (tenzij anders aangegeven).
- Alle maten in mm (tenzij anders aangegeven).
- Voor overige maatvoering zie bouwkundige tekeningen.
- Kalkzandsteen op alle verdiepingen uitvoeren als NET dragende wanden

LEGENDA
Materialen
- Beton
- Prefab beton
- Kalkzandsteen
Overgangsspringschijf
- l.h.w.g. betondek. + draag
- Geïsoleerde kanaalplaatvloer + draag
HE200A : HE200A, kolom op de constructie
HE260A : HE260A, kolom onder de constructie

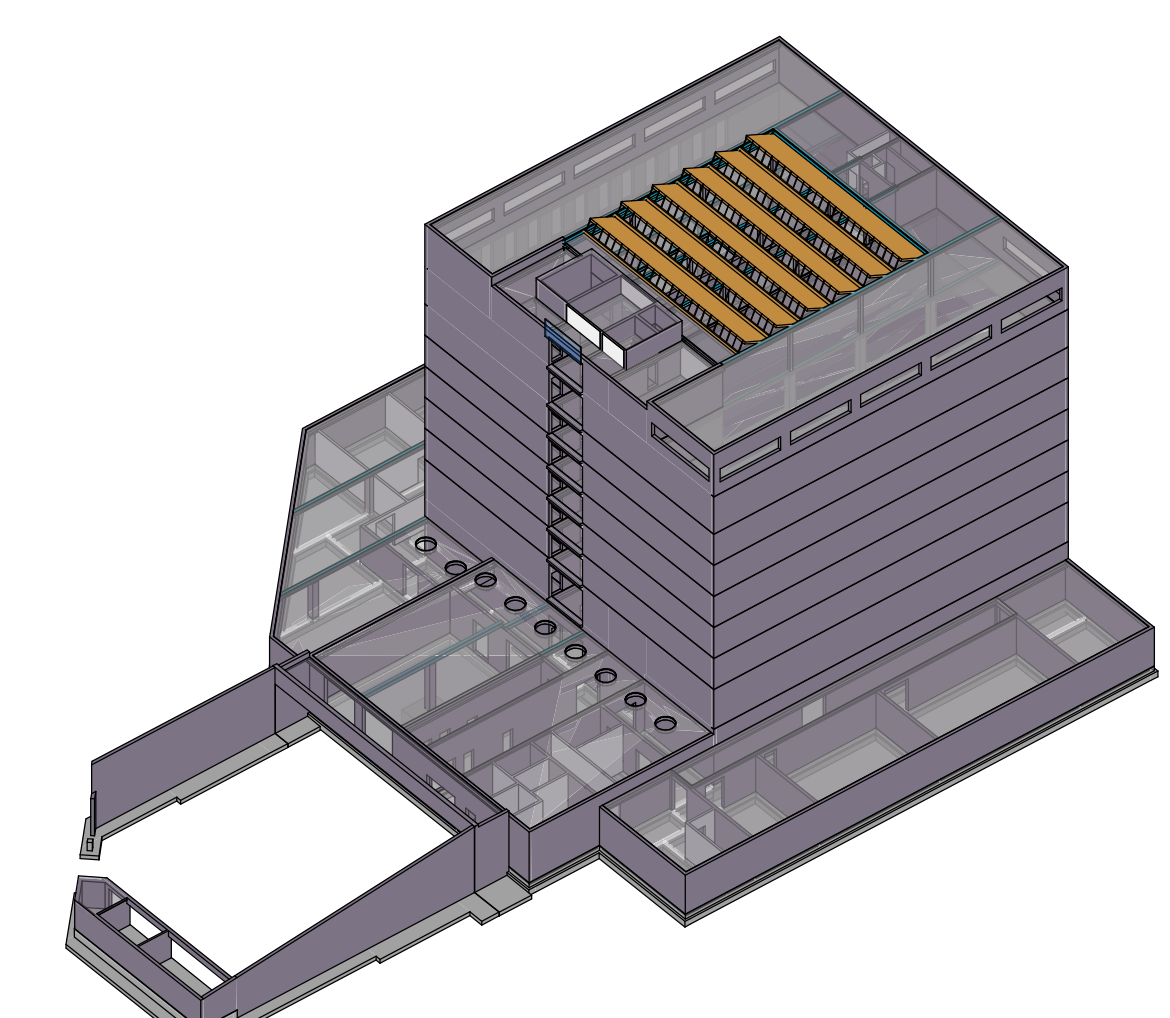
GO : gewelfdrager
NO : noodverlichting
VS : versterkte strook (binnen de vloerdikte)
WB : wandbalk
MV : meubelkast
BB : bergruimte
GB : gewapend betondek.
KO : koelruimteonderbreking
BWS : beschermingsruimte vlg. leverancier
spansingszone

RENDVDI KALKZANDSTEEN
Wanddikte
150 mm
750 mm
Geldende voorschriften
Bouwbesluit 2012
Lyswalleit
Gen. representatieve druksterkte
= 10,5 N/mm²
Tekeningen te vervaardigen door aannemer.
Wandansluitingen verband uitvoeren.
(tenzij anders aangegeven)

RENDVDI STAALCONSTRUCTIE
Constructiedeel
Plaatprofiel en strookprofiel
Koker- en buisprofiel
WB-liggers
Wand- en bodemligger
Bouverbinding
Bouten en moeren
Ankers
Geldende voorschriften
Bouwbesluit 2012
Lyswalleit
Gen. representatieve druksterkte
= 10,5 N/mm²
Tekeningen te vervaardigen door aannemer.
Wandansluitingen verband uitvoeren.
(tenzij anders aangegeven)

RENDVDI BETONCONSTRUCTIE
Algemene gegevens
- Ondersteuning- en stabiliteitsvoorzieningen tijdens uitvoering volgens werkplan van de aannemer.
- Betonkwaliteit/mixklasse conform onderstaande tabel, tenzij anders aangegeven.

Constructiedeel	Betonkwaliteit	Mixklasse
l.h.w.g. funderingsbalken	C30/37	
l.h.w.g. vloeren	C35/45	
l.h.w.g. draaglaag	C30/37	
Prefab. wanden	min. C35/45	
Prefab. kolommen	min. C35/47	
l.h.w.g. vloeren	C30/37	



omschrijving	wijziging	datum	getekend
		E	
		C	
		B	
		A	

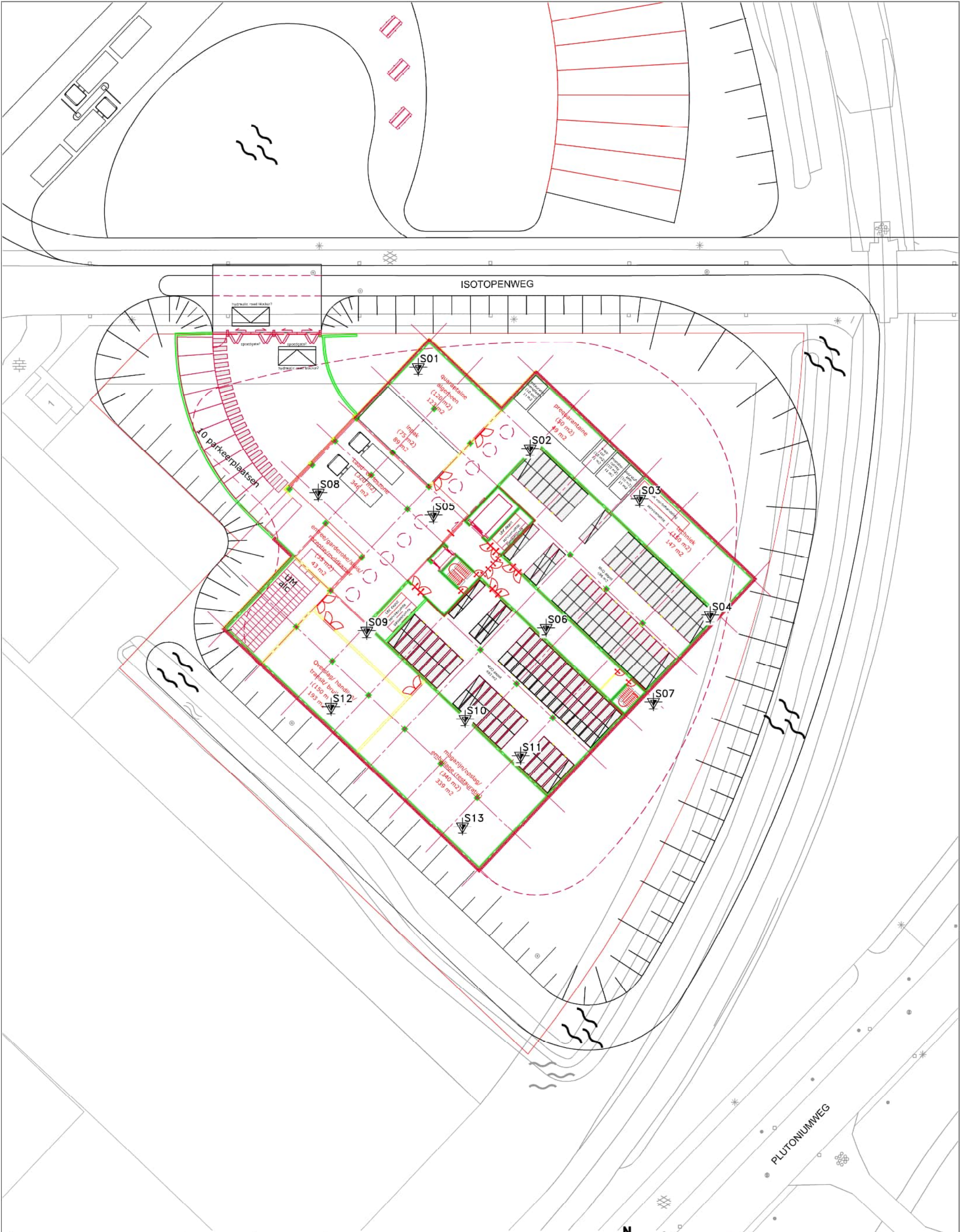
Pieters BOUWTECHNIEK
Pieters Bouwtechniek
Vlaetweg 15
2012 JB Haren
023-5433999

project
Depot Collecties, Utrecht
opdrachtgever
Gemeente Utrecht
architect
DP6 architectuurstudio

format
A0
schaal
1:100
datum
02-09-2022
fase
Definitief ontwerp
projectleider
ir. P. Smit
tekenaar
A. Spelsstra

onderwerp
Begane grond

121054
tekeningnr.
DO-100



▼ Sondering met Kleefmeting ⊕ Boring ⊕ Peilbuis ▼ Sondering nog uitvoeren

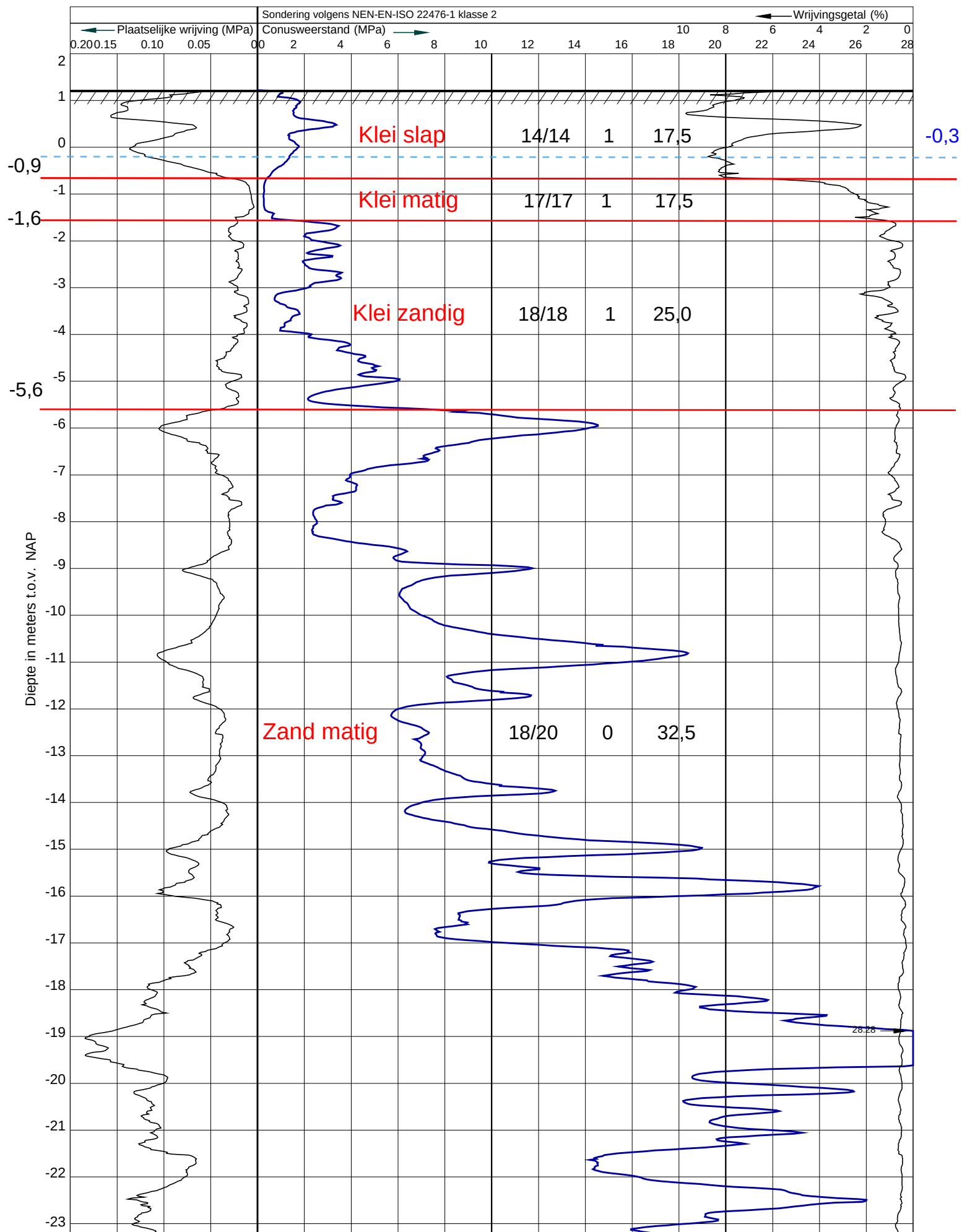
Tekening overgenomen van derden
De genoemde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen van toepassing op het bodemonderzoek en kunnen niet dienen als basis voor de realisatie van het bouwproject en/of andere doeleinden.

	"Museum Depot" Isotopenweg Utrecht	kaartblad: (A3)		schaal: 1:500	
		get. : 27.10.2021		opdr. S 21.464	
		gew. :		nr.:	
		SITUATIE		nr.:	

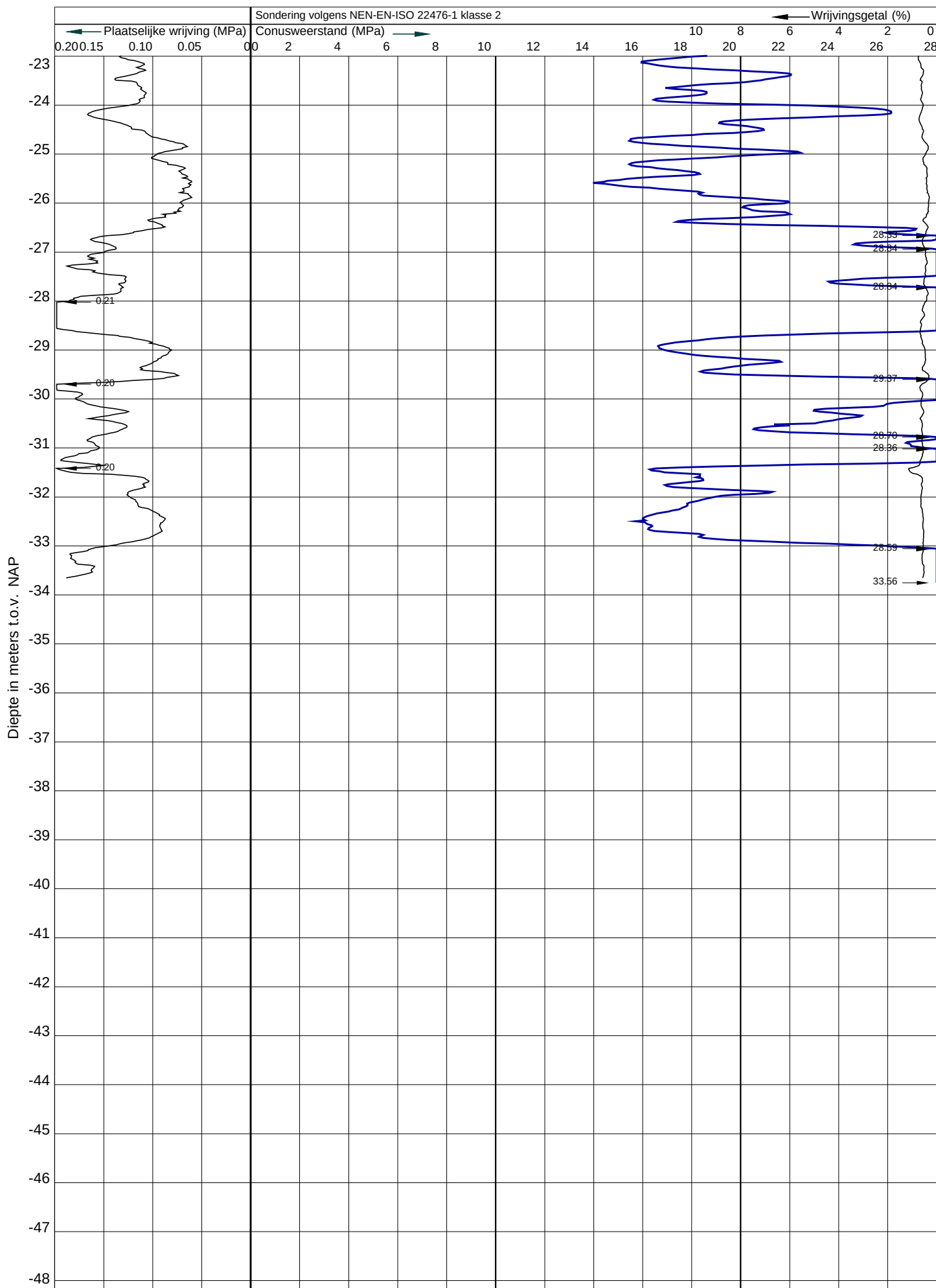


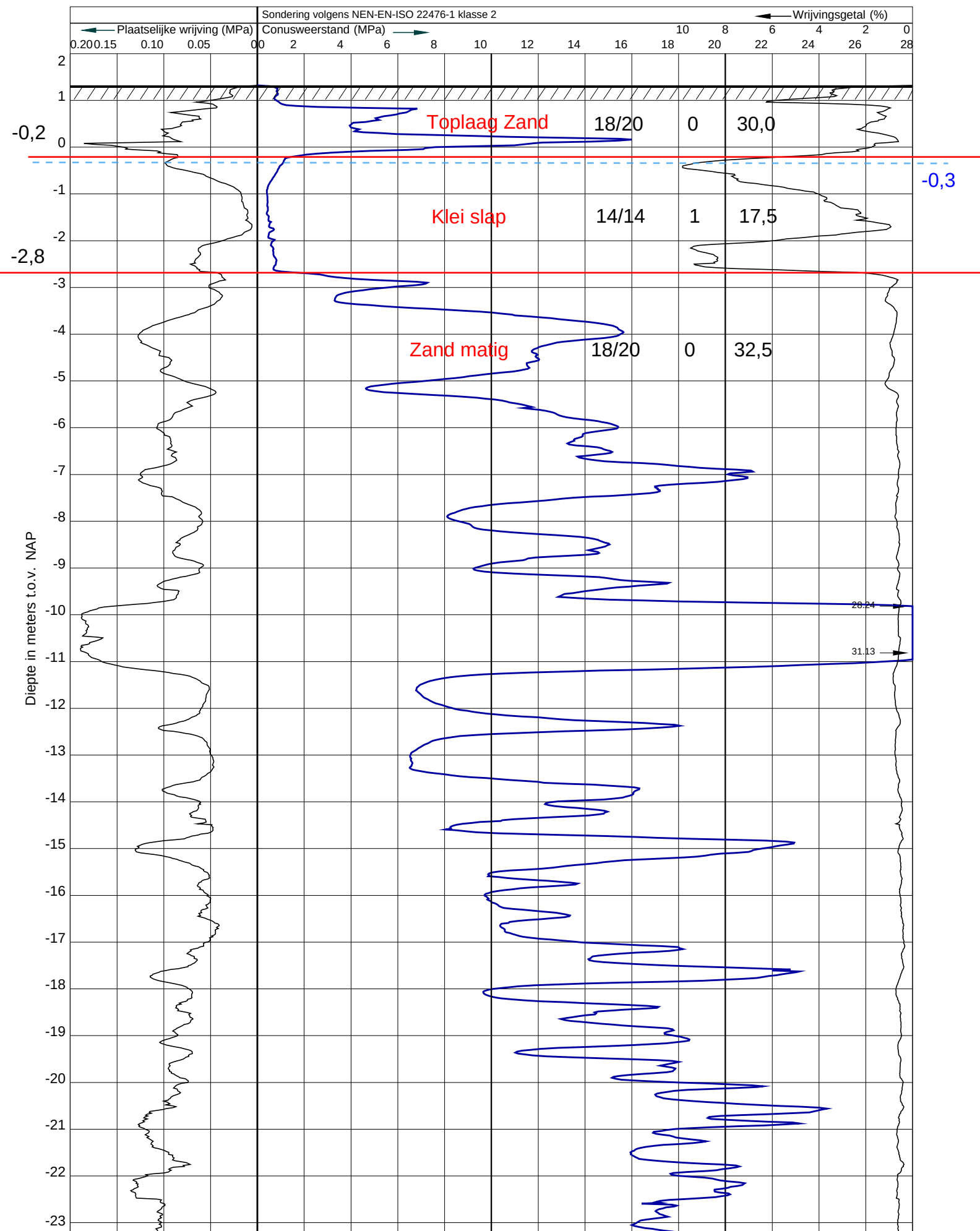
Bijlage II

Relevant grondonderzoek

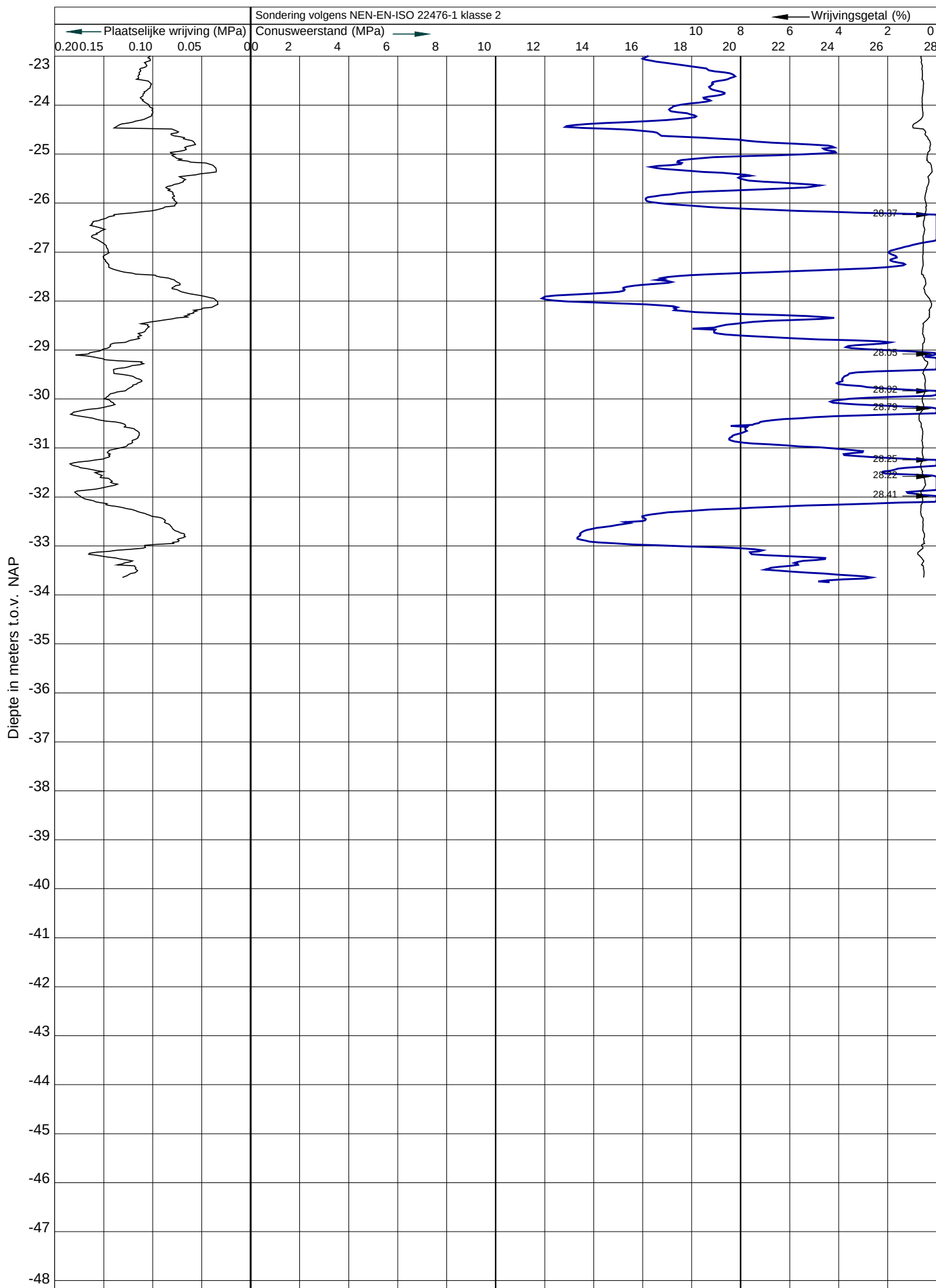


Werknummer : S21464
 Sonderingnr. : 4
 Datum : 26-10-2021
 Maaiveld : 1.22 m. t.o.v. NAP
 RD-coördinaten : X:132500 Y:459041

 Plaats : Utrecht
 Locatie : Isotopenweg, "Museum Depot"
 Conustype : I-CFY-15
 Opdrachtgever : Pieters Bouwtechniek Haarlem BV
 Opmerking :




Werknummer : S21464
 Sonderingnr. : 8
 Datum : 25-10-2021
 Maaiveld : 1.32 m. t.o.v. NAP
 RD-coördinaten : X:132443 Y:459059

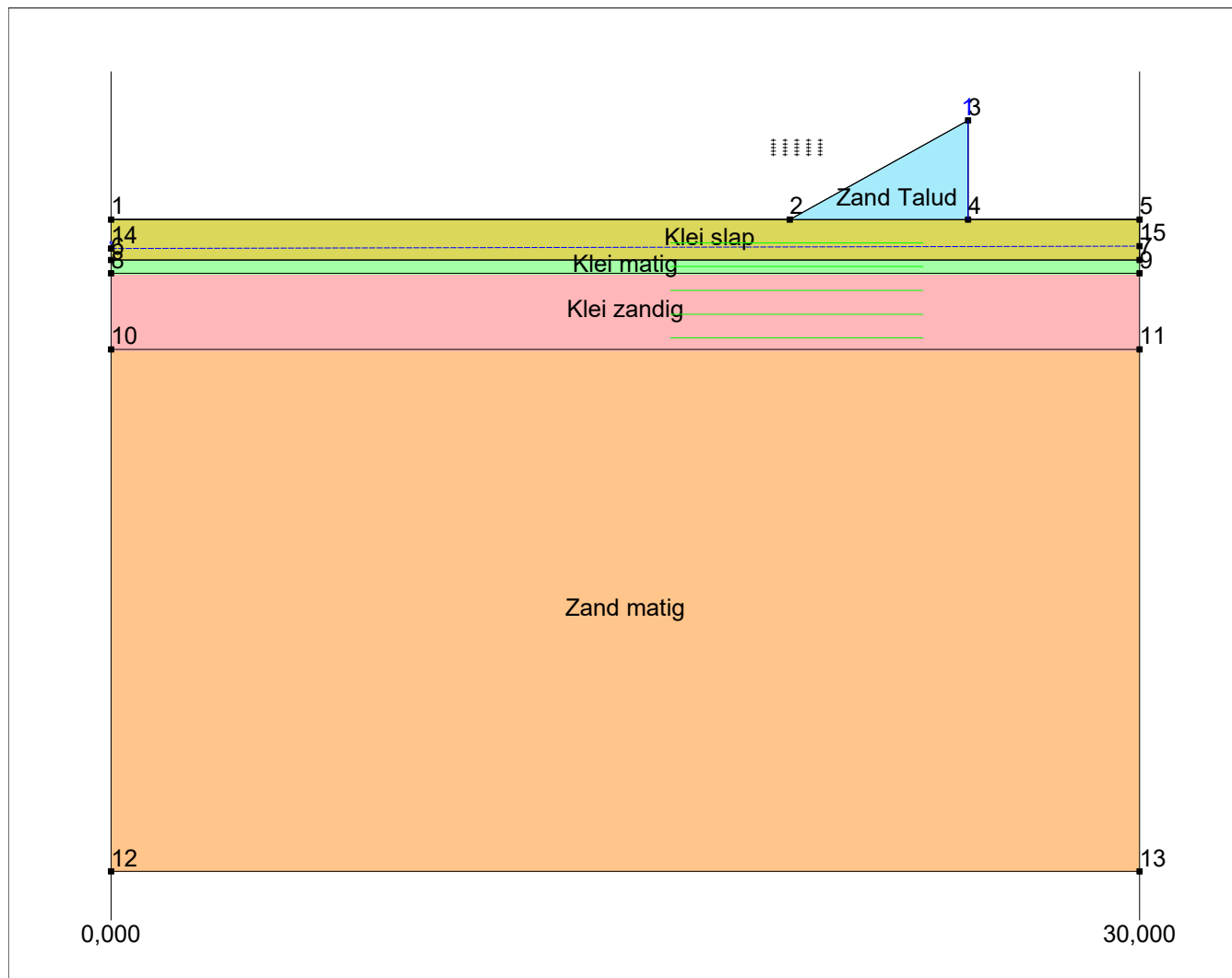
 Plaats : Utrecht
 Locatie : Isotopenweg, "Museum Depot"
 Conustype : I-CFY-15
 Opdrachtgever : Pieters Bouwtechniek Haarlem BV
 Opmerking :




Bijlage III

Resultaten stabiliteitsberekeningen

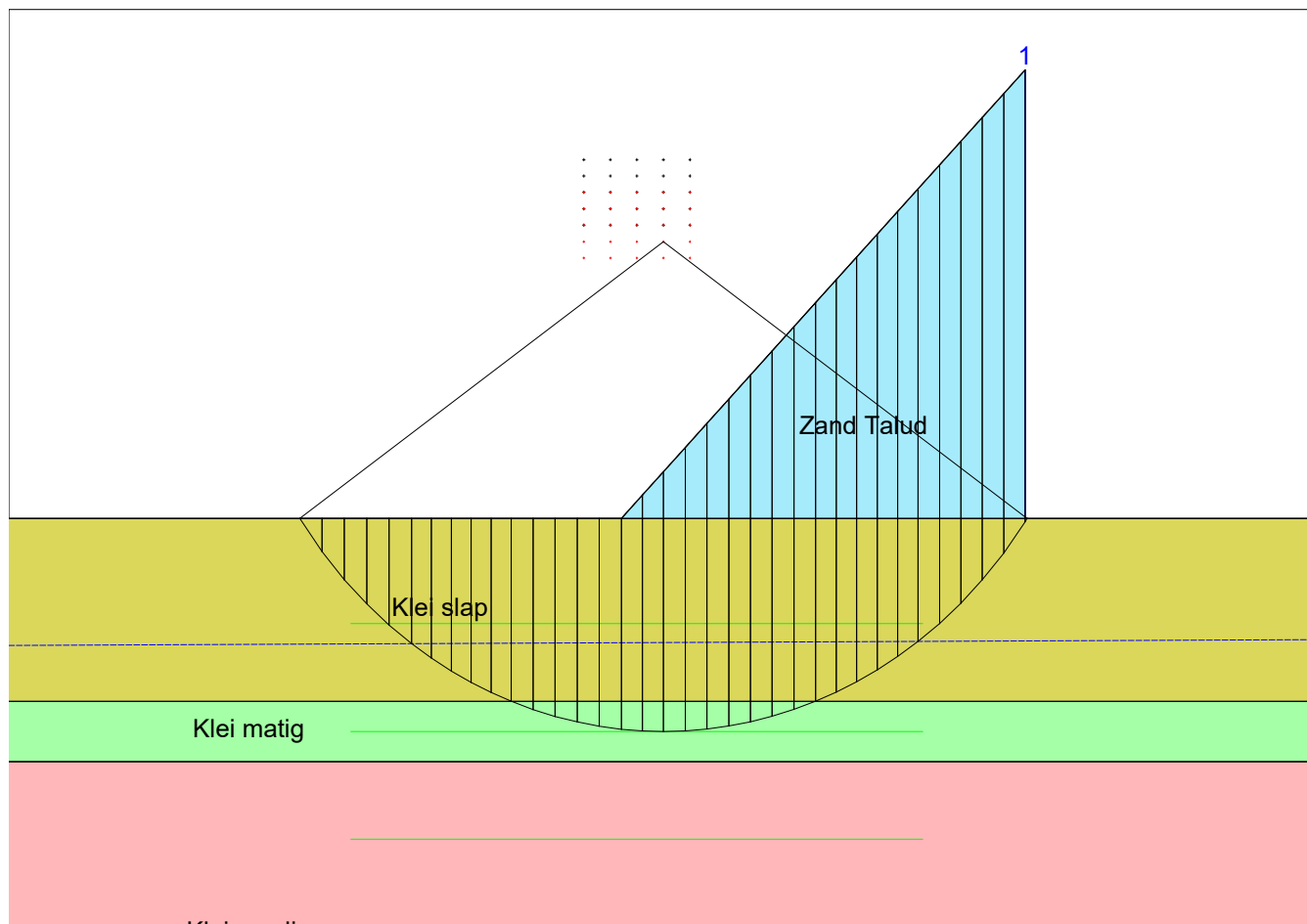
Input View



Materials

- Zand Talud
- Klei slap
- Klei matig
- Klei zandig
- Zand matig

Critical Circle Bishop



Materials

- Zand Talud
- Klei slap
- Klei matig
- Klei zandig
- Zand matig

Xm : 20,34 [m]
Ym : 4,43 [m]

Radius : 5,68 [m]
Safety : 1,05

Program : D-Geo Stability
 Version : 18.2.1.31227
 Company : BT Geconsult BV
 Date : 14-10-2022
 Time : 11:32:53

Output file : Z:\Projecten\2022-2224\03 Calc\02 Zet & Stab\Project1.sto

Input file : Z:\Projecten\2022-2224\03 Calc\02 Zet & Stab\Project1.sti

===== BEGINNING OF DATA =====

ECHO OF THE INPUT

=====

Problem identification :
:

Calculation model : Bishop
Default shear strength : C phi

LAYER BOUNDARIES

=====

Boundary no.	Co-ordinates [m]					
5 - X -	0.00	19.80	25.00	25.00	30.00	
5 - Y -	1.22	1.22	6.42	1.22	1.22	
4 - X -	0.00	19.80	25.00	30.00		
4 - Y -	1.22	1.22	1.22	1.22		
3 - X -	0.00	30.00				
3 - Y -	-0.90	-0.90				
2 - X -	0.00	30.00				
2 - Y -	-1.60	-1.60				
1 - X -	0.00	30.00				
1 - Y -	-5.60	-5.60				
0 - X -	0.00	30.00				
0 - Y -	-33.00	-33.00				

PL-LINES

=====

Pl-line no.	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	30.00				
1 - Y -	-0.30	-0.18				

Unit weight of water used for calculation: 9.81 [kN/m3]
The groundwater level is determined by Pl-line number 1

FORBIDDEN LINES

=====

Line number	X-start [m]	Y-start [m]	X-end [m]	Y-end [m]
1	25.00	1.22	25.00	6.42

SOIL PROPERTIES

=====

Layer no. | Material name

	5	Zand Talud					
	4	Klei slap					
	3	Klei matig					
	2	Klei zandig					
	1	Zand matig					
Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	P1-line top	P1-line bottom			
5	18.00	20.00	1	1			
4	14.00	14.00	1	1			
3	17.00	17.00	1	1			
2	18.00	18.00	1	1			
1	18.00	20.00	1	-			
Layer number	Cohesion [kN/m ²]	Phi [degrees]	Dilatancy [degrees]	S [-]	POP [kN/m ²]	m [-]	
5	0.00	25.70	25.70	-	-	-	
4	0.80	14.70	14.70	-	-	-	
3	0.80	14.70	14.70	-	-	-	
2	0.80	21.20	21.20	-	-	-	
1	0.00	28.00	28.00	-	-	-	
Layer number	Su top [kN/m ²]	Su bot. [kN/m ²]	Su grad. [kN/m ² /m]	POP top [kN/m ²]	POP bot. [kN/m ²]	Gamma LEM [-]	
5	-	-	-	-	-	-	
4	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	
1	-	-	-	-	-	-	

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES

```
X co-ordinate grid left      : 19.32 [m]
X co-ordinate grid right     : 20.68 [m]
Number of grid points in X - direction : 5

Y co-ordinate grid bottom    : 4.62 [m]
Y co-ordinate grid top       : 5.38 [m]
Number of grid points in Y - direction : 5

Y co-ordinate tangent smallest circle : 0.00 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle  : -5.00 [m]
Number of circles per grid point      : 5
```

No fixed points input.

```
Total number of center points in the grid:      25
Total number of slip circles in the grid :      125
```

MEASURED YIELD STRESS
=====

No measured yield stress input.

LINE LOADS
=====

No line loads were input.

UNIFORM LOAD
=====

No uniform loads were input.

TREE ON SLOPE
=====

No tree on slope was input.

EARTHQUAKE
=====

No earth quake factors were input.

***** The input has been tested, and is correct. *****

□

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS =====

The center point of the critical circle lies on the edge of the grid.

New grid with : X minimum = 19.32 [m]
X maximum = 20.68 [m]
Y minimum = 4.43 [m]
Y maximum = 5.19 [m]

The center point of the critical circle lies on the edge of the grid.

New grid with : X minimum = 19.32 [m]
X maximum = 20.68 [m]
Y minimum = 4.24 [m]
Y maximum = 5.00 [m]

Information on the critical circle : Fmin = 1.049
Calculation method used : Bishop - C phi

=====

X co-ordinate center point	:	20.34 [m]
Y co-ordinate center point	:	4.43 [m]
Radius of critical circle	:	5.68 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Total driving moment	:	-711.30 [kNm/m]
Driving moment free water	:	0.00 [kNm/m]
Driving moment external loads	:	0.00 [kNm/m]
Iterated resisting moment	:	746.00 [kNm/m]
Non-iterated resisting moment	:	743.72 [kNm/m]

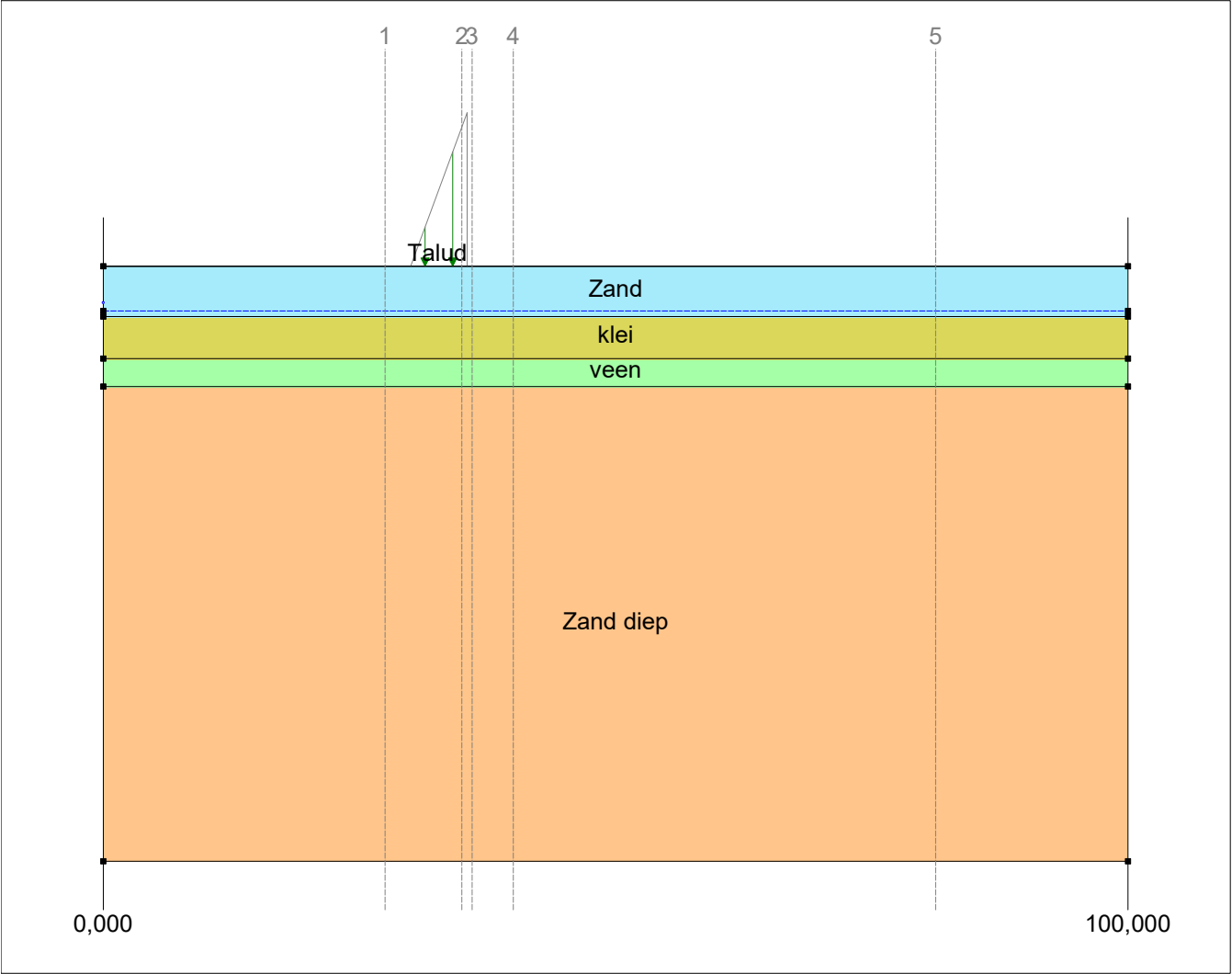
END OF D-Geo Stability OUTPUT
=====



Bijlage IV

Resultaten zettingsberekening

Input View

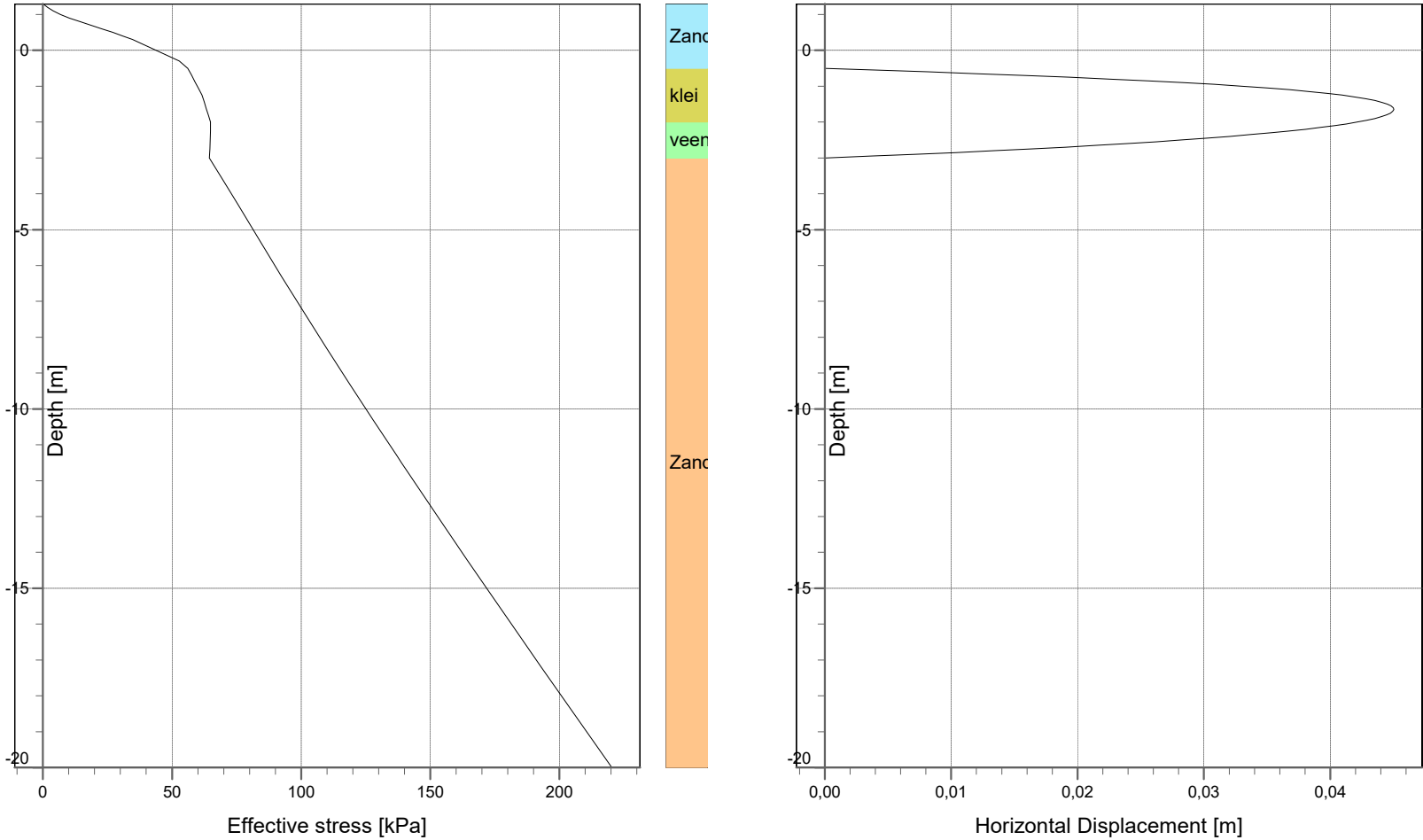


D-Settlement 21.2 : Zetting grondtaand sll	
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered> Phone Fax <Not Registered> <Not Registered>

date
31-10-2022

Grondtaand Museum Depot Utrecht Horizontale grondvervorming bij palen	
Annex	

Depth-History



Vertical 3 (X = 36,000 m; Z = 0,000 m, Elasticity = 902,905 kN/m2)
Method = NEN - Koppejan with Darcy (Natural strain)

Time = 10000,000[days]

D-Settlement 21.2 : Zetting grondtaaiud sll	
date	31-10-2022
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered> Phone Fax <Not Registered> <Not Registered>

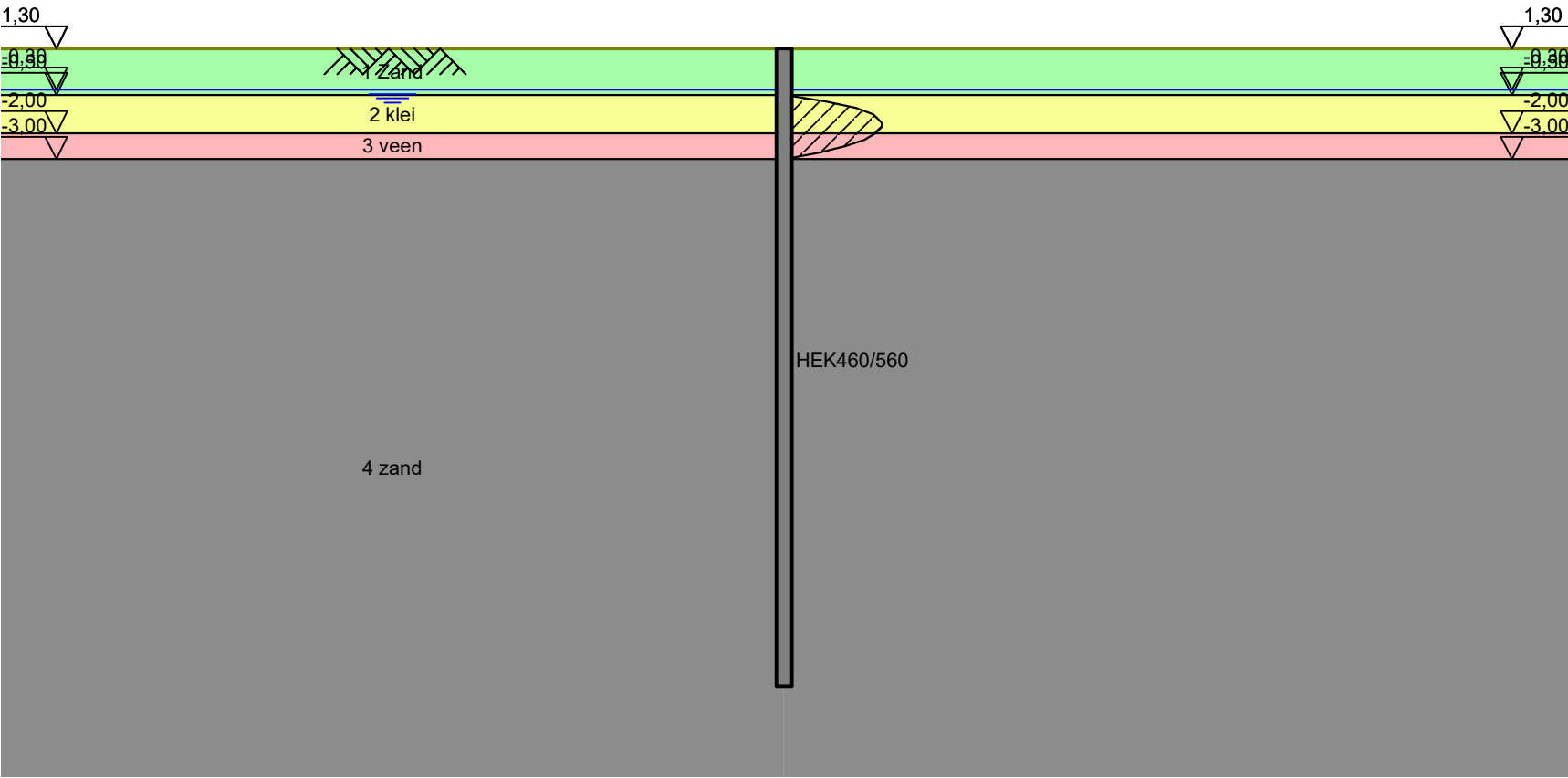
Grondtaaiud Museum Depot Utrecht
Horizontale grondvervorming bij palen



Bijlage V

Resultaten paalberekeningen

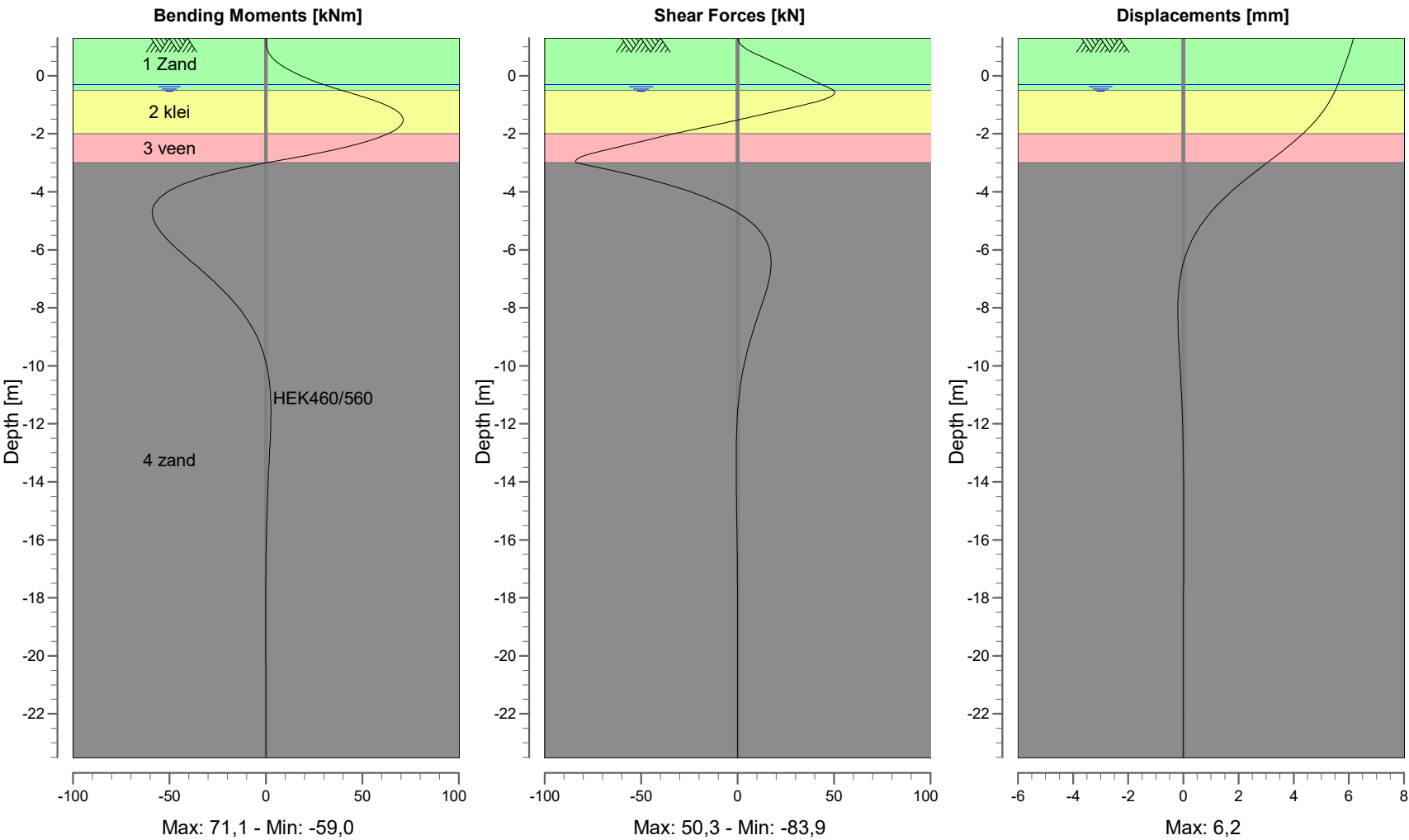
Outline



D-Sheet Piling 22.1 : moment in paal.sh

<Not Registered> <Not Registered>		<Not Registered> <Not Registered>		Phone Fax		<Not Registered> <Not Registered>		date 3-11-2022		dwg. -	
Utrecht		Belasting op palen door talud om gebouw		modellering vrije paal		Annex -		A4		form. A4	

Moments/Forces/Displacements



D-Street Piling 22.1 : moment in paal.shl			
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered>	Phone Fax	<Not Registered> <Not Registered>
Utrecht Belasting op palen door talud om gebouw modellering vrije paal	date	3-11-2022	driv. -
	-		ctf.
	Annex -		form. A4

Report for D-Sheet Piling 22.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 3-11-2022
Time of report: 14:25:32
Report with version: 22.1.2.36786

Date of calculation: 3-11-2022
Time of calculation: 14:24:55
Calculated with version: 22.1.2.36786

File name: moment in paal

Project identification: Utrecht
Belasting op palen door talud om gebouw
modellering vrije paal

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview of Maxima	3
3 Input Data	4
3.1 General Input Data	4
3.2 Pile Properties	4
3.2.1 General Properties	4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	4
3.2.3 Maximum Allowable Moments	4
3.3 Outline	4
3.4 Soil Displacements	5
3.5 Water Level	5
3.6 Surface	5
3.7 Soil Material Properties	5
3.8 Soil Material Properties Calculated Using Brinch Hansen	5
3.9 Modulus of Subgrade Reaction	5
4 Calculation Results	6
4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	6
4.2 Moments, Forces and Displacements	6
4.3 Charts of Stresses	8
4.4 Stresses	8

2 Summary

2.1 Overview of Maxima

Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]
6,2	71,12	-83,94	0,0	0,4

3 Input Data

3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by soil displacements
 Unit weight of water 9,81 kN/m³
 Elastic calculation Yes

3.2 Pile Properties

Length 24,80 m
 Level top side 1,30 m
 Number of sections 1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Diameter [m]
HEK460/560	-23,50	1,30	Concrete	0,56

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

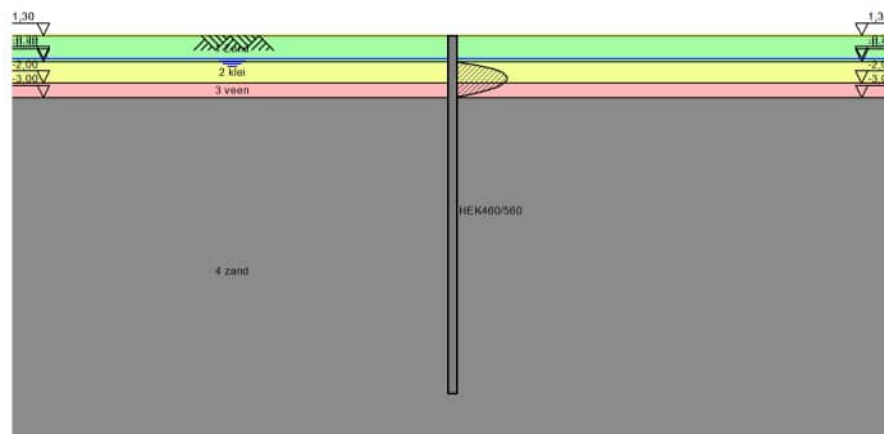
Section name	Elastic stiffness EI [kNm ²]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
HEK460/560	1,4482E+05	1,00	1,4482E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
HEK460/560	5000,00	1,00	1,10	1,00	4545,45

3.3 Outline

Outline



3.4 Soil Displacements

Level [m]	Displacement [m]
1,30	0,000
-0,50	0,000
-0,75	0,019
-1,00	0,033
-1,25	0,041
-1,50	0,044
-1,60	0,045
-1,65	0,045
-1,75	0,045
-2,00	0,042
-2,25	0,037
-2,50	0,028
-2,75	0,016
-3,00	0,000
-23,50	0,000

3.5 Water Level

Water level: -0,30 [m]

3.6 Surface

Surface level: 1,30 [m]

3.7 Soil Material Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Brinch Hansen used
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
1 Zand	1,30	17,00	19,00	0,00	30,00	Yes
2 klei	-0,50	15,00	15,00	1,00	17,50	Yes
3 veen	-2,00	10,50	10,50	1,00	15,00	Yes
4 zand	-3,00	18,00	20,00	0,00	35,00	Yes

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
1 Zand	1,30	0,00	0,00	6,64	0,00	0,00
2 klei	-0,50	0,00	0,00	3,10	0,00	0,00
3 veen	-2,00	0,00	0,00	2,64	0,00	0,00
4 zand	-3,00	0,00	0,00	25,14	0,00	0,00

3.8 Soil Material Properties Calculated Using Brinch Hansen

Layer name	Level [m]	Fictive cohesion [kN/m ²]
1 Zand	1,30	0,00
2 klei	-0,50	4,27
3 veen	-2,00	4,39
4 zand	-3,00	0,00

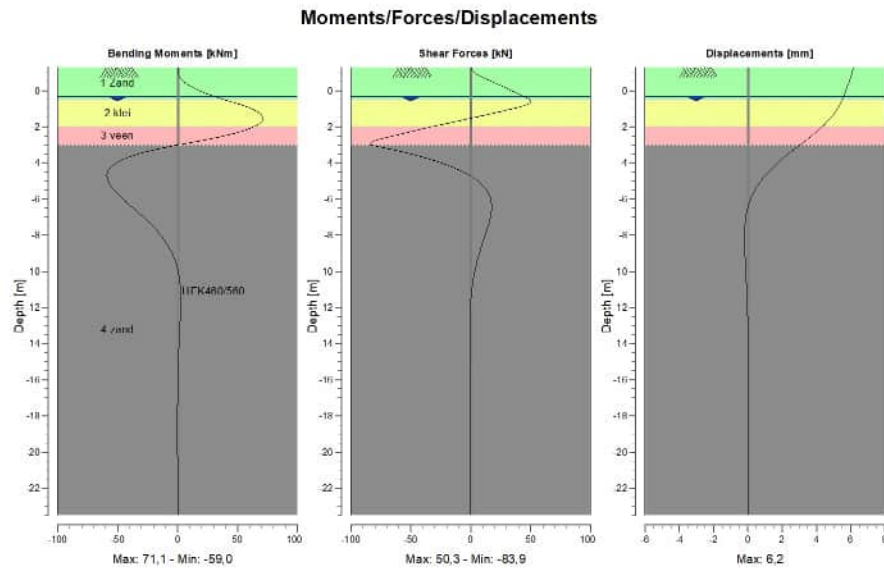
3.9 Modulus of Subgrade Reaction

Layer name	Level [m]	Branch 1	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
1 Zand	1,30	10000,00	10000,00
2 klei	-0,50	4500,00	4500,00
3 veen	-2,00	6400,00	6400,00
4 zand	-3,00	45000,00	45000,00

4 Calculation Results

Number of iterations: 3

4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

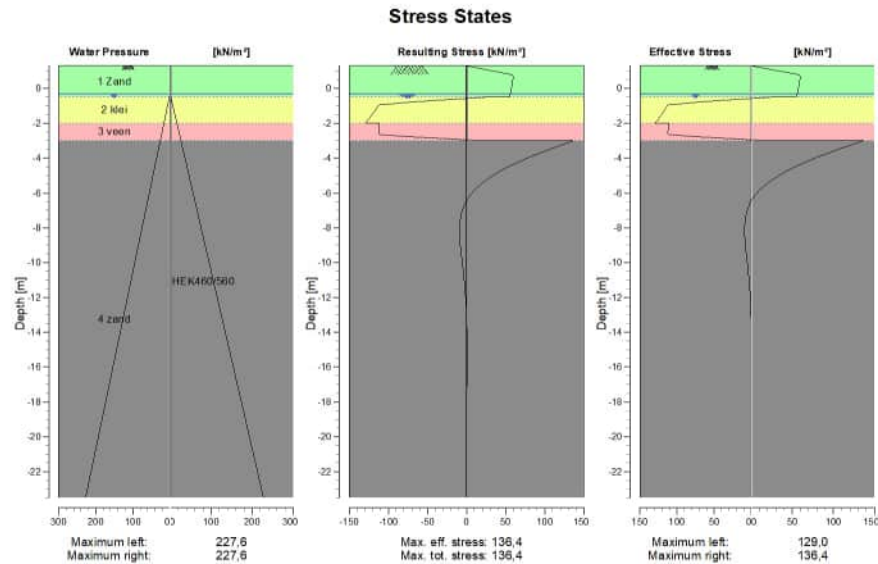


4.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	0,00	6,2
1	0,65	2,87	12,85	6,0
2	0,65	2,87	12,85	6,0
2	0,00	18,18	34,12	5,7
3	0,00	18,18	34,12	5,7
3	-0,30	29,85	43,63	5,6
4	-0,30	29,85	43,63	5,6
4	-0,50	39,20	49,85	5,5
5	-0,50	39,20	49,85	5,5
5	-0,70	49,19	48,77	5,4
6	-0,70	49,19	48,77	5,4
6	-0,75	51,59	47,29	5,4
7	-0,75	51,59	47,29	5,4
7	-1,00	61,98	34,43	5,2
8	-1,00	61,98	34,43	5,2
8	-1,25	68,58	18,33	5,0
9	-1,25	68,58	18,33	5,0
9	-1,50	71,10	1,68	4,8
10	-1,50	71,10	1,68	4,8
10	-1,60	70,92	-5,14	4,7
11	-1,60	70,92	-5,14	4,7
11	-1,65	70,58	-8,58	4,7
12	-1,65	70,58	-8,58	4,7
12	-1,75	69,38	-15,54	4,6
13	-1,75	69,38	-15,54	4,6
13	-2,00	63,28	-33,32	4,3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-2,00	63,28	-33,32	4,3
14	-2,25	53,00	-48,93	4,0
15	-2,25	53,00	-48,93	4,0
15	-2,50	38,81	-64,61	3,7
16	-2,50	38,81	-64,61	3,7
16	-2,75	20,72	-79,39	3,4
17	-2,75	20,72	-79,38	3,4
17	-3,00	0,05	-83,68	3,0
18	-3,00	0,05	-83,69	3,0
18	-4,21	-55,24	-15,85	1,5
19	-4,21	-55,23	-15,90	1,5
19	-5,41	-54,28	12,25	0,5
20	-5,41	-54,28	12,19	0,5
20	-6,62	-34,97	17,30	0,0
21	-6,62	-34,98	17,26	0,0
21	-7,82	-16,32	12,93	-0,2
22	-7,82	-16,32	12,91	-0,2
22	-9,03	-4,41	6,95	-0,2
23	-9,03	-4,41	6,95	-0,2
23	-10,24	1,09	2,53	-0,1
24	-10,24	1,09	2,53	-0,1
24	-11,44	2,54	0,18	0,0
25	-11,44	2,54	0,18	0,0
25	-12,65	2,13	-0,67	0,0
26	-12,65	2,13	-0,66	0,0
26	-13,85	1,25	-0,71	0,0
27	-13,85	1,25	-0,71	0,0
27	-15,06	0,52	-0,48	0,0
28	-15,06	0,52	-0,48	0,0
28	-16,26	0,10	-0,23	0,0
29	-16,26	0,10	-0,23	0,0
29	-17,47	-0,08	-0,07	0,0
30	-17,47	-0,08	-0,07	0,0
30	-18,68	-0,11	0,01	0,0
31	-18,68	-0,11	0,01	0,0
31	-19,88	-0,08	0,03	0,0
32	-19,88	-0,08	0,03	0,0
32	-21,09	-0,04	0,03	0,0
33	-21,09	-0,04	0,03	0,0
33	-22,29	-0,01	0,02	0,0
34	-22,29	-0,01	0,02	0,0
34	-23,50	0,00	0,00	0,0
Max		71,10	-83,69	6,2
Max, minor nodes incl.		71,12	-83,94	6,2

4.3 Charts of Stresses



4.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	1,30	0,00	0,00	A		0,00	0,00	P	
1	0,65	0,00	0,00	A		59,57	0,00	-	81
2	0,65	0,00	0,00	A		59,57	0,00	-	81
2	0,00	0,00	0,00	A		57,22	0,00	-	39
3	0,00	0,00	0,00	A		57,22	0,00	-	39
3	-0,30	0,00	0,00	A		55,99	0,00	-	31
4	-0,30	0,00	0,00	A		55,99	0,00	-	31
4	-0,50	0,00	1,96	A		55,07	1,96	-	29
5	-0,50	0,00	1,96	A		24,78	1,96	-	24
5	-0,70	44,08	3,92	-	41	0,00	3,92	A	
6	-0,70	44,08	3,92	-	41	0,00	3,92	A	
6	-0,75	61,31	4,41	-	56	0,00	4,41	A	
7	-0,75	61,31	4,41	-	56	0,00	4,41	A	
7	-1,00	112,94	6,87	P		0,00	6,87	A	
8	-1,00	112,94	6,87	P		0,00	6,87	A	
8	-1,25	116,95	9,32	P		0,00	9,32	A	
9	-1,25	116,95	9,32	P		0,00	9,32	A	
9	-1,50	120,97	11,77	P		0,00	11,77	A	
10	-1,50	120,97	11,77	P		0,00	11,77	A	
10	-1,60	122,58	12,75	P		0,00	12,75	A	
11	-1,60	122,58	12,75	P		0,00	12,75	A	
11	-1,65	123,38	13,24	P		0,00	13,24	A	
12	-1,65	123,38	13,24	P		0,00	13,24	A	
12	-1,75	124,98	14,22	P		0,00	14,22	A	
13	-1,75	124,98	14,22	P		0,00	14,22	A	
13	-2,00	129,00	16,68	P		0,00	16,68	A	
14	-2,00	111,32	16,68	P		0,00	16,68	A	
14	-2,25	111,77	19,13	P		0,00	19,13	A	
15	-2,25	111,77	19,13	P		0,00	19,13	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
15	-2,50	112,23	21,58	P		0,00	21,58	A	
16	-2,50	112,23	21,58	P		0,00	21,58	A	
16	-2,75	80,80	24,03	-	72	0,00	24,03	A	
17	-2,75	80,80	24,03	-	72	0,00	24,03	A	
17	-3,00	0,00	26,49	A		19,40	26,49	-	17
18	-3,00	0,00	26,49	A		136,40	26,49	-	14
18	-4,21	0,00	38,32	A		67,02	38,32	-	5
19	-4,21	0,00	38,32	A		67,02	38,32	-	5
19	-5,41	0,00	50,15	A		20,51	50,15	-	1
20	-5,41	0,00	50,15	A		20,51	50,15	-	1
20	-6,62	2,12	61,98	-		0,00	61,98	A	
21	-6,62	2,12	61,98	-		0,00	61,98	A	
21	-7,82	8,90	73,81	-		0,00	73,81	A	
22	-7,82	8,90	73,81	-		0,00	73,81	A	
22	-9,03	8,04	85,64	-		0,00	85,64	A	
23	-9,03	8,04	85,64	-		0,00	85,64	A	
23	-10,24	4,94	97,47	-		0,00	97,47	A	
24	-10,24	4,94	97,47	-		0,00	97,47	A	
24	-11,44	2,18	109,29	-		0,00	109,29	A	
25	-11,44	2,18	109,29	-		0,00	109,29	A	
25	-12,65	0,50	121,12	-		0,00	121,12	A	
26	-12,65	0,50	121,12	-		0,00	121,12	A	
26	-13,85	0,00	132,95	A		0,23	132,95	-	
27	-13,85	0,00	132,95	A		0,23	132,95	-	
27	-15,06	0,00	144,78	A		0,40	144,78	-	
28	-15,06	0,00	144,78	A		0,40	144,78	-	
28	-16,26	0,00	156,61	A		0,31	156,61	-	
29	-16,26	0,00	156,61	A		0,31	156,61	-	
29	-17,47	0,00	168,44	A		0,17	168,44	-	
30	-17,47	0,00	168,44	A		0,17	168,44	-	
30	-18,68	0,00	180,27	A		0,07	180,27	-	
31	-18,68	0,00	180,27	A		0,07	180,27	-	
31	-19,88	0,00	192,10	A		0,01	192,10	-	
32	-19,88	0,00	192,10	A		0,01	192,10	-	
32	-21,09	0,02	203,93	-		0,00	203,93	A	
33	-21,09	0,02	203,93	-		0,00	203,93	A	
33	-22,29	0,02	215,76	-		0,00	215,76	A	
34	-22,29	0,02	215,76	-		0,00	215,76	A	
34	-23,50	0,02	227,59	-		0,00	227,59	A	

Stat*

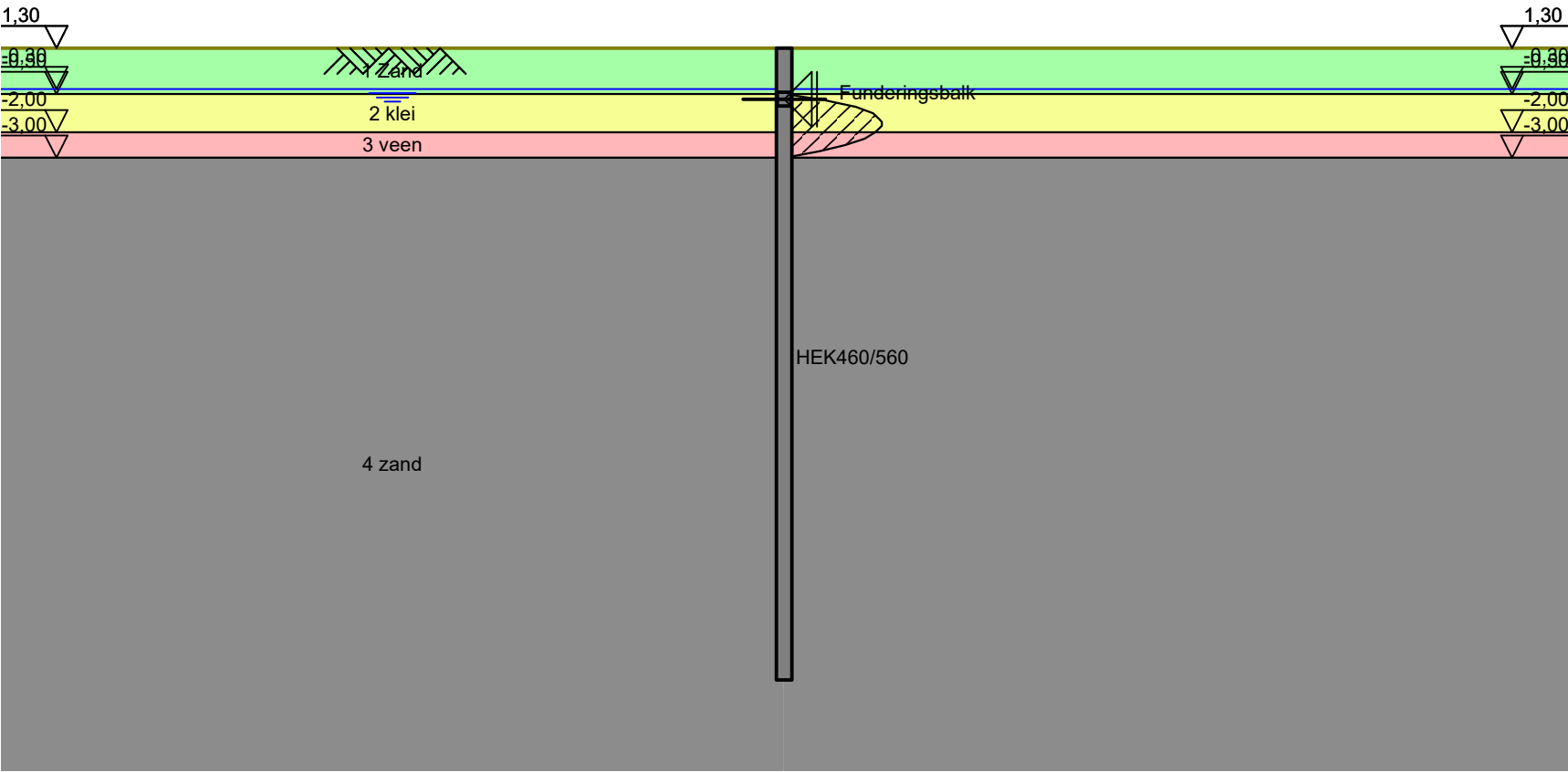
Mob**

Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)

Percentage passive mobilized

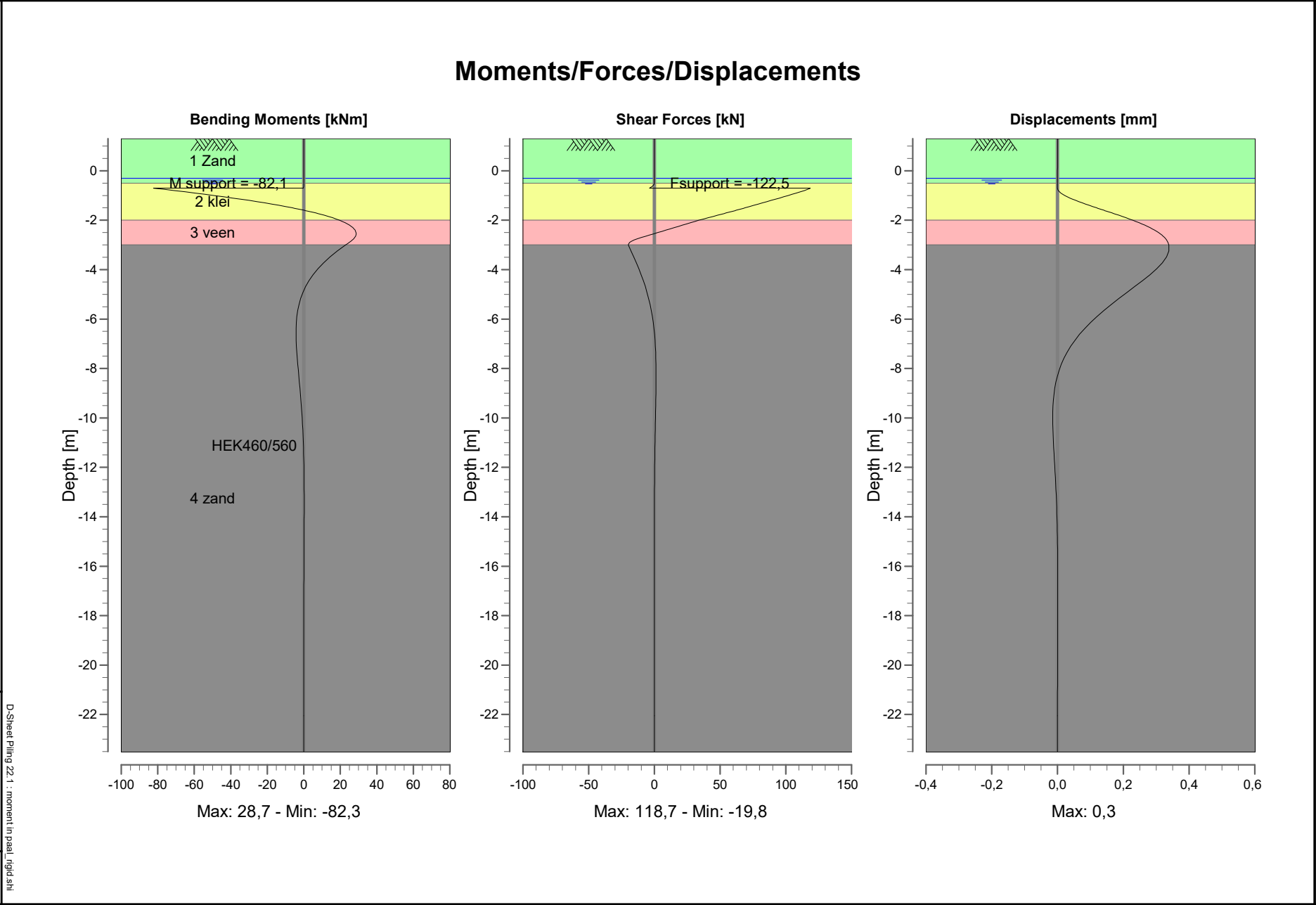
End of Report

Outline



Utrecht			D-Sheet Piling 22.1 : moment in paal_rigid.shp	
<Not Registered>		<Not Registered>	date	dwg.
<Not Registered>		<Not Registered>	3-11-2022	-
Belasting op palen door talud om gebouw		Phone	-	cit.
modellerings vastgehouden paal		Fax	-	
		<Not Registered>	Annex	A4
		<Not Registered>	-	form.

<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered> <Not Registered> Phone Fax <Not Registered> <Not Registered>		date	drw.
Utrecht Belasting op palen door talud om gebouw modellering vastgehouden paal		3-11-2022	-
		-	cit.
			form.
Annex -		A4	



Report for D-Sheet Piling 22.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 3-11-2022
Time of report: 14:24:09
Report with version: 22.1.2.36786

Date of calculation: 3-11-2022
Time of calculation: 14:18:45
Calculated with version: 22.1.2.36786

File name: moment in paal_rigid

Project identification: Utrecht
Belasting op palen door talud om gebouw
modellering vastgehouden paal

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview of Maxima	3
2.2 Supports	3
3 Input Data	4
3.1 General Input Data	4
3.2 Pile Properties	4
3.2.1 General Properties	4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	4
3.2.3 Maximum Allowable Moments	4
3.3 Outline	4
3.4 Rigid Supports	5
3.5 Soil Displacements	5
3.6 Water Level	5
3.7 Surface	5
3.8 Soil Material Properties	5
3.9 Soil Material Properties Calculated Using Brinch Hansen	5
3.10 Modulus of Subgrade Reaction	6
4 Calculation Results	7
4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	7
4.2 Moments, Forces and Displacements	7
4.3 Charts of Stresses	9
4.4 Stresses	9
4.5 Rigid and Spring Supports	10

2 Summary

2.1 Overview of Maxima

Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]
0,3	-82,31	118,70	0,0	0,3

2.2 Supports

Support Funderingsbalk		
Force [kN]	Moment [kNm]	Status
-122,53	-82,06	
---	---	
---	---	

3 Input Data

3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by soil displacements
 Unit weight of water 9,81 kN/m³
 Elastic calculation Yes

3.2 Pile Properties

Length 24,80 m
 Level top side 1,30 m
 Number of sections 1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Diameter [m]
HEK460/560	-23,50	1,30	Concrete	0,56

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

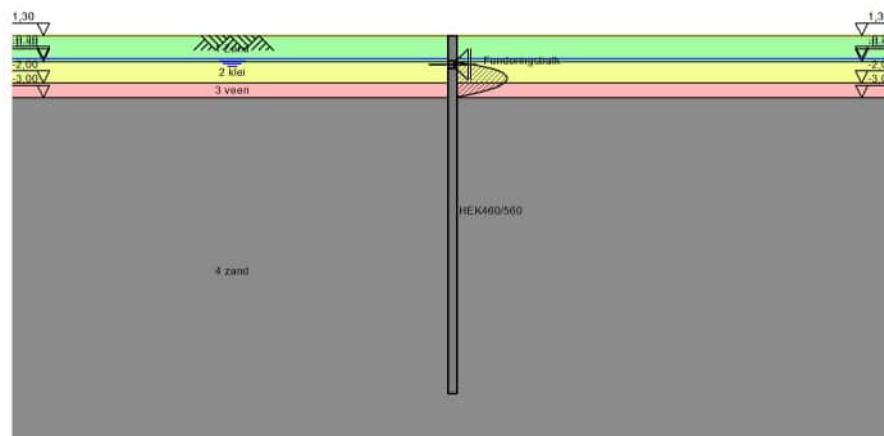
Section name	Elastic stiffness EI [kNm ²]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
HEK460/560	1,4482E+05	1,00	1,4482E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
HEK460/560	5000,00	1,00	1,10	1,00	4545,45

3.3 Outline

Outline



3.4 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Funderingsbalk	-0,70	Yes	Yes

3.5 Soil Displacements

Level [m]	Displacement [m]
1,30	0,000
-0,50	0,000
-0,75	0,019
-1,00	0,033
-1,25	0,041
-1,50	0,044
-1,60	0,045
-1,65	0,045
-1,75	0,045
-2,00	0,042
-2,25	0,037
-2,50	0,028
-2,75	0,016
-3,00	0,000
-23,50	0,000

3.6 Water Level

Water level: -0,30 [m]

3.7 Surface

Surface level: 1,30 [m]

3.8 Soil Material Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Brinch Hansen used
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
1 Zand	1,30	17,00	19,00	0,00	30,00	Yes
2 klei	-0,50	15,00	15,00	1,00	17,50	Yes
3 veen	-2,00	10,50	10,50	1,00	15,00	Yes
4 zand	-3,00	18,00	20,00	0,00	35,00	Yes

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
1 Zand	1,30	0,00	0,00	6,64	0,00	0,00
2 klei	-0,50	0,00	0,00	3,10	0,00	0,00
3 veen	-2,00	0,00	0,00	2,64	0,00	0,00
4 zand	-3,00	0,00	0,00	25,14	0,00	0,00

3.9 Soil Material Properties Calculated Using Brinch Hansen

Layer name	Level [m]	Fictive cohesion [kN/m ²]
1 Zand	1,30	0,00
2 klei	-0,50	4,27
3 veen	-2,00	4,39
4 zand	-3,00	0,00

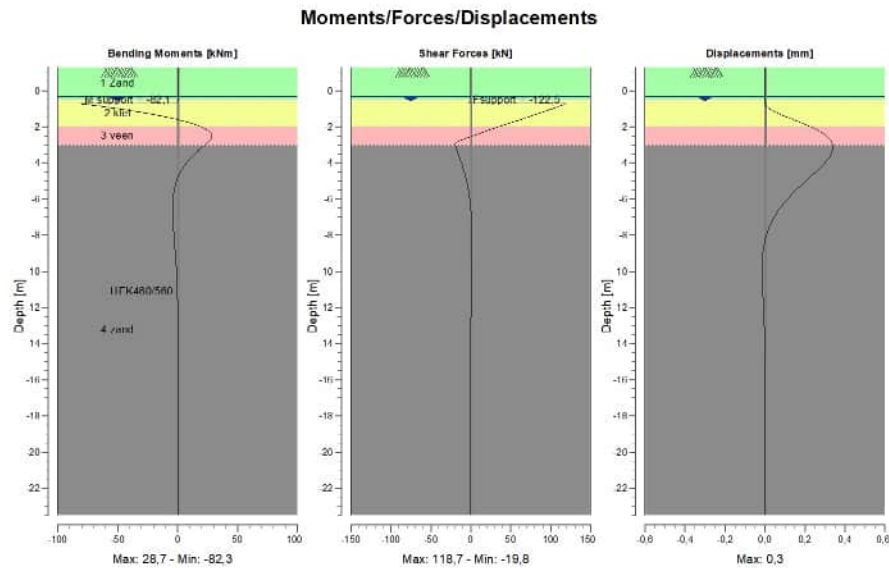
3.10 Modulus of Subgrade Reaction

Layer name	Level [m]	Branch 1	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
1 Zand	1,30	10000,00	10000,00
2 klei	-0,50	4500,00	4500,00
3 veen	-2,00	6400,00	6400,00
4 zand	-3,00	45000,00	45000,00

4 Calculation Results

Number of iterations: 3

4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

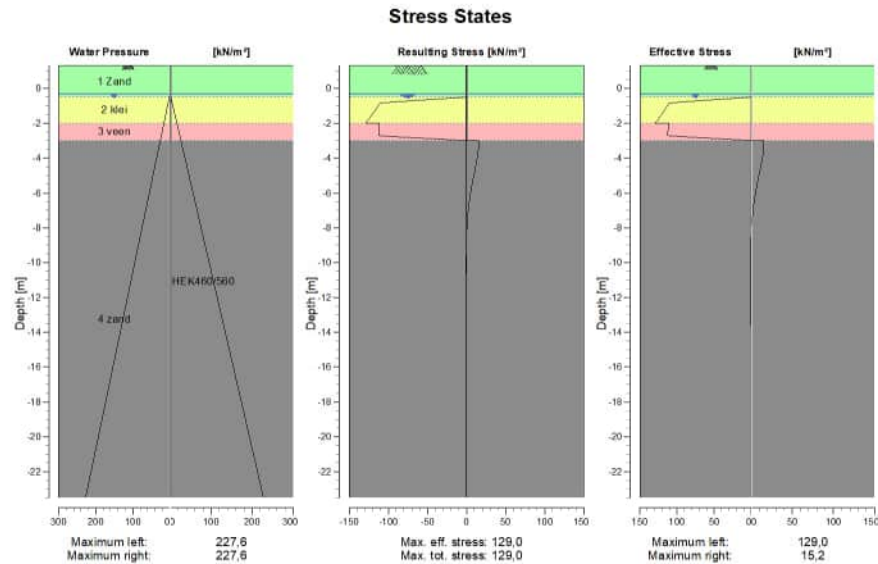


4.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	0,00	0,0
1	0,65	0,00	0,00	0,0
2	0,65	0,00	0,00	0,0
2	0,00	0,00	0,00	0,0
3	0,00	0,00	0,00	0,0
3	-0,30	0,00	0,00	0,0
4	-0,30	0,00	0,00	0,0
4	-0,50	0,00	0,00	0,0
5	-0,50	0,00	0,00	0,0
5	-0,70	-0,25	-3,83	0,0
6	-0,70	-82,31	118,70	0,0
6	-0,75	-76,43	116,54	0,0
7	-0,75	-76,43	116,54	0,0
7	-1,00	-49,08	101,67	0,0
8	-1,00	-49,08	101,67	0,0
8	-1,25	-25,67	85,58	0,1
9	-1,25	-25,67	85,58	0,1
9	-1,50	-6,34	68,92	0,1
10	-1,50	-6,34	68,92	0,1
10	-1,60	0,21	62,10	0,1
11	-1,60	0,21	62,10	0,1
11	-1,65	3,23	58,66	0,2
12	-1,65	3,23	58,66	0,2
12	-1,75	8,75	51,70	0,2
13	-1,75	8,75	51,70	0,2
13	-2,00	19,46	33,93	0,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-2,00	19,46	33,93	0,2
14	-2,25	25,99	18,31	0,3
15	-2,25	25,99	18,31	0,3
15	-2,50	28,61	2,63	0,3
16	-2,50	28,61	2,63	0,3
16	-2,75	27,31	-12,94	0,3
17	-2,75	27,31	-12,94	0,3
17	-3,00	22,91	-19,81	0,3
18	-3,00	22,91	-19,80	0,3
18	-4,21	5,08	-10,07	0,3
19	-4,21	5,08	-10,07	0,3
19	-5,41	-2,62	-3,31	0,2
20	-5,41	-2,62	-3,31	0,2
20	-6,62	-4,26	0,10	0,1
21	-6,62	-4,26	0,09	0,1
21	-7,82	-3,32	1,20	0,0
22	-7,82	-3,32	1,19	0,0
22	-9,03	-1,84	1,14	0,0
23	-9,03	-1,84	1,14	0,0
23	-10,24	-0,71	0,72	0,0
24	-10,24	-0,71	0,72	0,0
24	-11,44	-0,08	0,33	0,0
25	-11,44	-0,08	0,33	0,0
25	-12,65	0,15	0,09	0,0
26	-12,65	0,15	0,09	0,0
26	-13,85	0,18	-0,03	0,0
27	-13,85	0,18	-0,03	0,0
27	-15,06	0,12	-0,05	0,0
28	-15,06	0,12	-0,05	0,0
28	-16,26	0,06	-0,04	0,0
29	-16,26	0,06	-0,04	0,0
29	-17,47	0,02	-0,03	0,0
30	-17,47	0,02	-0,03	0,0
30	-18,68	0,00	-0,01	0,0
31	-18,68	0,00	-0,01	0,0
31	-19,88	-0,01	0,00	0,0
32	-19,88	-0,01	0,00	0,0
32	-21,09	-0,01	0,00	0,0
33	-21,09	-0,01	0,00	0,0
33	-22,29	0,00	0,00	0,0
34	-22,29	0,00	0,00	0,0
34	-23,50	0,00	0,00	0,0
Max		-82,31	118,70	0,3
Max, minor nodes incl.		-82,31	118,70	0,3

4.3 Charts of Stresses



4.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	1,30	0,00	0,00	A		0,00	0,00	P	
1	0,65	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	0,65	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	0,00	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-0,30	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-0,30	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,96	A		0,00	1,96	-	
5	-0,50	0,00	1,96	A		0,00	1,96	-	
5	-0,70	68,40	3,92	-	63	0,00	3,92	A	
6	-0,70	68,40	3,92	-	63	0,00	3,92	A	
6	-0,75	85,50	4,41	-	78	0,00	4,41	A	
7	-0,75	85,50	4,41	-	78	0,00	4,41	A	
7	-1,00	112,94	6,87	P		0,00	6,87	A	
8	-1,00	112,94	6,87	P		0,00	6,87	A	
8	-1,25	116,95	9,32	P		0,00	9,32	A	
9	-1,25	116,95	9,32	P		0,00	9,32	A	
9	-1,50	120,97	11,77	P		0,00	11,77	A	
10	-1,50	120,97	11,77	P		0,00	11,77	A	
10	-1,60	122,58	12,75	P		0,00	12,75	A	
11	-1,60	122,58	12,75	P		0,00	12,75	A	
11	-1,65	123,38	13,24	P		0,00	13,24	A	
12	-1,65	123,38	13,24	P		0,00	13,24	A	
12	-1,75	124,98	14,22	P		0,00	14,22	A	
13	-1,75	124,98	14,22	P		0,00	14,22	A	
13	-2,00	129,00	16,68	P		0,00	16,68	A	
14	-2,00	111,32	16,68	P		0,00	16,68	A	
14	-2,25	111,77	19,13	P		0,00	19,13	A	
15	-2,25	111,77	19,13	P		0,00	19,13	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
15	-2,50	112,23	21,58	P		0,00	21,58	A	
16	-2,50	112,23	21,58	P		0,00	21,58	A	
16	-2,75	100,30	24,03	-	89	0,00	24,03	A	
17	-2,75	100,30	24,03	-	89	0,00	24,03	A	
17	-3,00	0,00	26,49	A		2,17	26,49	-	2
18	-3,00	0,00	26,49	A		15,24	26,49	-	2
18	-4,21	0,00	38,32	A		12,63	38,32	-	1
19	-4,21	0,00	38,32	A		12,63	38,32	-	1
19	-5,41	0,00	50,15	A		7,35	50,15	-	
20	-5,41	0,00	50,15	A		7,35	50,15	-	
20	-6,62	0,00	61,98	A		3,02	61,98	-	
21	-6,62	0,00	61,98	A		3,02	61,98	-	
21	-7,82	0,00	73,81	A		0,53	73,81	-	
22	-7,82	0,00	73,81	A		0,53	73,81	-	
22	-9,03	0,49	85,64	-		0,00	85,64	A	
23	-9,03	0,49	85,64	-		0,00	85,64	A	
23	-10,24	0,65	97,47	-		0,00	97,47	A	
24	-10,24	0,65	97,47	-		0,00	97,47	A	
24	-11,44	0,48	109,29	-		0,00	109,29	A	
25	-11,44	0,48	109,29	-		0,00	109,29	A	
25	-12,65	0,25	121,12	-		0,00	121,12	A	
26	-12,65	0,25	121,12	-		0,00	121,12	A	
26	-13,85	0,09	132,95	-		0,00	132,95	A	
27	-13,85	0,09	132,95	-		0,00	132,95	A	
27	-15,06	0,00	144,78	-		0,00	144,78	A	
28	-15,06	0,00	144,78	-		0,00	144,78	A	
28	-16,26	0,00	156,61	A		0,03	156,61	-	
29	-16,26	0,00	156,61	A		0,03	156,61	-	
29	-17,47	0,00	168,44	A		0,03	168,44	-	
30	-17,47	0,00	168,44	A		0,03	168,44	-	
30	-18,68	0,00	180,27	A		0,02	180,27	-	
31	-18,68	0,00	180,27	A		0,02	180,27	-	
31	-19,88	0,00	192,10	A		0,01	192,10	-	
32	-19,88	0,00	192,10	A		0,01	192,10	-	
32	-21,09	0,00	203,93	A		0,00	203,93	-	
33	-21,09	0,00	203,93	A		0,00	203,93	-	
33	-22,29	0,00	215,76	-		0,00	215,76	A	
34	-22,29	0,00	215,76	-		0,00	215,76	A	
34	-23,50	0,01	227,59	-		0,00	227,59	A	

Stat*

Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)

Mob**

Percentage passive mobilized

4.5 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
6	-0,70	-122,53	-82,06

End of Report