Notitie

HASKONING NEDERLAND B.V.
WATER

Aan	:	Van den Biggelaar
Van	:	Simon van Velp
Datum	:	3 februari 2012
Collegiale toets	:	Ruud Steenbakkers
Kopie	:	Herald Vervoorn en archief
Onze referentie	:	9W7512.A0/N0008/901605/MJANS/Nijm
Betreft	:	**Regelwerk Pannerden, Ontwerp keerwanden, fundering, onder- en achterloopsheidschermen**

1. Inleiding

In deze notitie worden de volgende onderdelen behandeld voor het regelwerk Pannerden:

- Keerwand primaire kering;
- Keerwand Veerdam;
- Fundering;
- Onder- en achterloopsheidschermen.

2. Uitgangspunten

2.1 Literatuur en documentatie

De volgende documenten zijn beschikbaar gesteld:

[1] Vraagspecificatie Deel 1 Beschrijving van het werk - Het ontwerpen en uitvoeren van Regelwerk Pannerden, zaaknumemr: 31032165, datum 19-09-2011);

[2] Vraagspecificatie Deel 2 Beschrijving van proceseisen - Het ontwerpen en uitvoeren van Regelwerk Pannerden, zaaknummer: 31032165, datum 19-09-2011).

2.2 Standaarden en richtlijnen

Bij het uitvoeren van de berekeningen worden de in de geldende normen voorgeschreven rekenmethodes gebruikt:

- Geotechnisch en fundatie: NEN 6740; NEN 6743-1;
- Damwanden en verankering: CUR 166.

2.3 Grondonderzoek en bodemopbouw

Onderzoek MOS

In juli 2009 is er door MOS Grondmechanica (opdrachtnr. 6053609) een geotechnisch onderzoek uitgevoerd ten behoeve van voorontwerp en kostenraming (Arcadis, 14-9-2009). Dit onderzoek heeft bestaan uit: 3 diepsonderingen met kleefmeting (tot ca. NAP - 7,0 m) en 1 boring (ca. 1,5 m diep). Er is geen geotechnisch laboratoriumonderzoek uitgevoerd.

Onderzoek Fugro

Voor het uitwerken van de verschillende civieltechnische constructies en voorzieningen is er in august 2011 een aanvullend grondonderzoek uitgevoerd door Fugro GeoServices B.V. ("*Geotechnisch onderzoek betreffende Regelwerk Pannerden*", opdrachtnr. 6011-0233-000, d.d. 21 oktober 2011). In aanvulling op het beschikbare grondonderzoek is dit grondonderzoek met name aan de noordelijke zijde van de bestaande kering uitgevoerd. De rapportage van het grondonderzoek is toegevoegd in bijlage 1.

Hierbij zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd:
- 8 sonderingen tot verschillende dieptes, inclusief de meting van lokale wrijving;
- 5 mechanische boringen tot een diepte van ca. 12,5 m;
- Diverse laboratoriumonderzoeken:
  - Classificatie;
  - Bepaling volumiek gewicht, watergehalte;
  - Bepaling korrelverdeling;
  - Bepaling gloeiverlies;
  - Bepaling consolidatie-coëfficiënt;
  - Bepaling Atterbergse grenzen;
  - Samendrukkingsproeven.

De sonderingen DKM 8, DKM 9 en boring B5 zijn maatgevend voor de grondkering en zettingen bij de primaire dijk. Sondering DKM 5 en boring 2 zijn maatgevend voor de Veerdam. Op basis hiervan is gebleken dat de bodem globaal bestaat uit een laag van 6 à 7 m cohesief, slap materiaal (klei) vanaf maaiveld. De dikte van de deklaag is onder andere afhankelijk van de maaiveldhoogte. Daaronder bevindt zich de vaste zandlaag. De parameters zijn bepaald naar aanleiding van het grondonderzoek en waar nodig aangevuld met behulp van tabel 1 van NEN 6740. In tabel 1 en 2 zijn de maatgevende profielen weergegeven voor de damwand aan de dijkzijde en ter plaatse van de Veerdam.

Tabel 1: Bodemopbouw en grondparameters ter plaatse van de primaire dijk

Bovenkant laag [NAP +… m]	**Grondsoort**	**γ_{dr} / γ_{sat} [kN/m^3]**	**φ_{rep} [°]**	**c'$_{rep}$ [kN/m^2]**	**C'p / Cp [-]**	**C's / Cs [-]**
Maaiveld ca. +11,0	Klei, matig siltig, slap	16 / 16	17,5	0	12,9 / 37,2	93,6 / 230
+9,0	Klei, zwak siltig, slap	17 / 17	17,5	0	19,2 / 76	169 / 599
+5,0	Zand, matig vast	18 / 20	30	-	600 / 1800	-
+3,0	Grind, sterk zandig	18 / 20	37,5	-	1000 / 3000	-
+0,0	Zand, vast	19 / 21	35	-	1000 / 3000	-
-	Ophoogzand	18 / 20	30	-	-	-

Tabel 2: Bodemopbouw en grondparameters ter plaatse van de Veerdam

Bovenkant laag [NAP +… m]	**Grondsoort**	**γ_{dr} / γ_{sat} [kN/m^3]**	**φ_{rep} [°]**	**c'$_{rep}$ [kN/m^2]**
Maaiveld ca. +11,0	Klei, zwak zandig, matig vast	16 / 16	22,5	1
+5,0	Zand, matig vast	18 / 20	30	-
+3,0	Grind, sterk zandig	18 / 20	37,5	-
+0,0	Zand, vast	19 / 21	35	-

Toelichting bij tabellen:

γ_{dr} representatief volumegewicht van onverzadigde grond;

γ_{sat} representatief volumegewicht van met water verzadigde grond;

ϕ'_{rep} representatieve waarde van het laaggemiddelde voor de effectieve hoek van inwendige wrijving;

c'$_{rep}$ representatieve waarde van het laaggemiddelde van de cohesie.

C'p / Cp Zettingsconstantes voor de primaire zetting van voor- en na de grensspanning

Tijdens de uitvoering van de Fugro-boringen (Augustus 2011) is de grondwaterstand aangetroffen op NAP +10.5 m à NAP +9.9 m. Het betreft een éénmalige opname welke slechts dient als oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd (sterk) fluctueren ten gevolge van rivierwaterstanden, weersgesteldheid en seizoenen. Echter voor de maatgevende waterstand is gekozen de grondwaterstanden te nemen direct na hoogwater waarbij zich nog water achter de damwand bevindt. Hierbij is gerekend met een verval van 1,5 m water van achter de damwand tot het nieuwe maaiveld voor de damwand (op NAP +12,0 m).

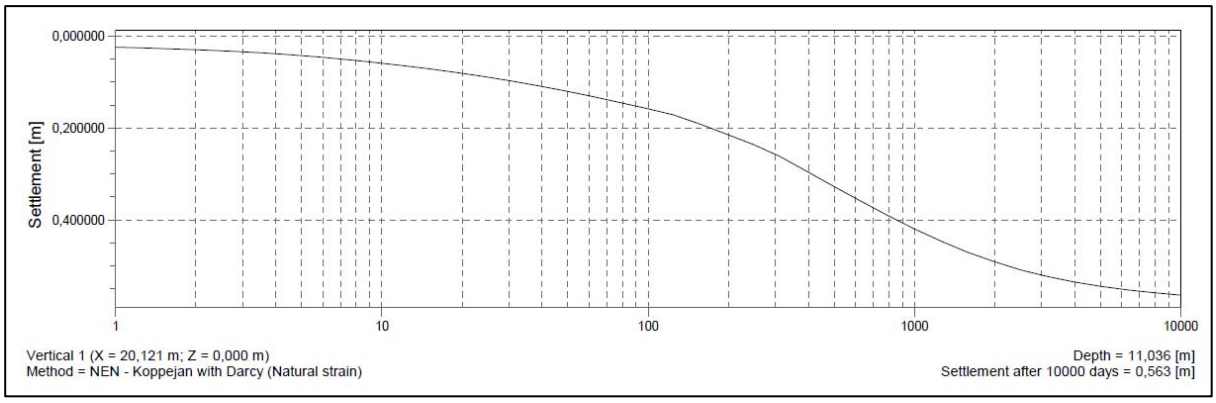
3. Zettingen

Achter de damwand aan de primaire kering wordt een ophoging gerealiseerd van maximaal 4,0 m hoogte. Hierdoor zullen zettingen ontstaan ter plaatse van de teen van de dijk. De berekening van de zettingen is voornamelijk van belang ten behoeve van de ankerkrachten. De grond zal als gevolg van de zettingen aan de ankers gaan “hangen”. Hierdoor dient volgens paragraaf 4.9.13 van deel 2 van CUR 166 een extra ankerkracht te worden berekend.

De zettingen zijn berekend met behulp van het programma D-Settlement van Deltares software, versie 9.2 build 1.2 met het model van Koppejan met natuurlijke rek voor een zettingsperiode van 30 jaar (10.000 dagen). Deze periode is kenmerkend in de bepaling van de eindzetting.

Berekening is toegevoegd als bijlage 1.

De zetting direct achter de damwand bedraagt ca. 55 cm aan het eind van de zettingsperiode. Uit onderstaande figuur is af te lezen dat de zetting in ca. 2-3 maanden ca. 10 cm bedraagt. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat er geen lange periode beschikbaar is tussen aanbrengen van de aanvulling en de ankers.



Figuur 1: Tijd-zettingsfiguur 4,0 m ophoging achter de damwand aan de primaire dijk

Naarmate de ophoging afneemt over de hoogte van het talud van de dijk zal ook de zetting aanzienlijk afnemen. Echter voor de ankerstangen zijn de zettingen ter plaatse van de voet van de dijk maatgevend. Deze zijn dermate groot dat er voor de ankerstangen met zakkende grond op de ankerstangen is gerekend.

Opgemerkt wordt dat het voorspellen van zettingen altijd enige onnauwkeurigheid met zich meebrengt. Voor de berekende resultaten wordt daarom een marge gehanteerd van +/- 30%. Opgemerkt wordt dat er in deze situatie ook een 3D-effect is omdat de ophoging ook in langsrichting van de dijk afneemt waardoor de zetting waarschijnlijk minder is (vooral waar de keerwand / het talud sneller afneemt: aan bovenstroomse zijde). Ook is er op sommige plaatsen al een voorbelasting tot ca. NAP+13 m aanwezig geweest, wat eveneens een gunstig effect heeft. Doordat het voorspellen van de zettingen deze onnauwkeurigheid kent, is het aan te bevelen de zettingen te monitoren. Hierdoor kan bepaald worden wat de verwachte restzetting is, wat gebruikt kan worden voor de aanleghoogte van het talud en de planning voor o.a. het aanbrengen van de taludbekleding van betonblokken.

4. Verankerde damwand

4.1 Algemene uitgangspunten

Voor de (algemene) uitgangspunten ten aanzien van de keerwanden langs de primaire kering wordt verwezen naar de uitganspuntennotitie 9W7512.A0/N0006/422620/VVDM/Nijm van 5 januari 2012 die is afgestemd met Waterschap Rijn en IJssel.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Sheet Piling, versie 9.1, Build 1.2 en conform CUR 166 Damwandconstructies 4^{e} druk, deel 1 en 2.

Met betrekking tot de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekening wordt uitgevoerd met D-sheetpiling van Deltares Software;
- Damwand langs primaire kering wordt ingedeeld in Klasse III volgens CUR 166 (β = 4,2); damwand als onderdeel van een primaire kering;
- Damwand langs Veerdam is strikt genomen geen klasse III, maar deze wordt berekend als klasse III gezien het belang van het regelwerk voor het waterbeheer in het riviersysteem;
- Dwarsprofielen volgens ontwerptekening (eerste indicatie zie onderstaande profielen D-D, C-C en B-B);
- Verankeringsniveau op ca. 1,5 m onder top v.d. keerwand (anker komt onder de betonnen ‘deksloof’);
- Op basis van bodemopbouw, belasting en berekeningen wordt bekeken tot welke kerende hoogte een verankering noodzakelijk is in verband met een aflopend talud, zie dwarsprofielen C-C en B-B;
- Nieuw maaiveld niveau voor de keerwand bedraagt ca. NAP +12,0 m t.g.v. de aanleg van de onderhoudswegen direct voor de keerwand;
- Max hoogte aanvulling achter de keerwand NAP +16,0 m (kerende hoogte ca. 4,0 m);
- Bovenbelasting werkverkeer tijdens uitvoeringsfase, 10 kN/m^2 (rep), indien aanwezig;
- Bovenbelasting gebruiksfase: 10 kN/m^2 (rep) direct achter de damwand, 20,0 kN/m^2 (rep) ter plaatse van de weg op de kruin;
- De ankers zullen onder een hoek horizontaal geplaatst worden (35º);
- H.o.h. afstand van de groutankers rekening houdend met de inkassingen van de damwand;
- Rekenwaarden van de grondparameters in alle fasen;
- Levensduur damwand = 100 jaar;
- Corrosie = aanname 2,2 mm per zijde gedurende 100 jaar, op basis van aantastingsklasse ”onverdichte grond (klei, zand)” voor damwanden in bodem of ophogingen met of zonder grondwater;

- De bovenzijde van de geleidewanden zal ook het hoogste punt NAP+ 17 m zijn (ter plaatse van het regelwerk) en geleidelijk aflopen tot maaiveld;
- Voor de maximale waterstand (MHW) zal rekening worden gehouden met NAP+16.75 m aan bovenstroomse zijde en NAP+15.45 m aan benedenstroomse zijde. Voor de berekeningen is echter de situatie met dalende waterstand en na-ijlende grondwaterstand van belang. Uitgaande van een aanvulling met zand achter de keerwanden, zal rekening worden gehouden met een maximaal verval van 1,5 m achter de wand voor de maatgevende situatie. Vanaf 1,0 m kerende hoogte wordt geen verval achter de damwand meegenomen.

4.2 Resultaat damwandberekening dijkzijde

Uit de berekeningen volgen diverse typen damwand en verankering langs de primaire kering, zie Tabel 3. Een volledig overzicht is terug te vinden in bijlage 2.

Tabel 3: Samenvatting D-Sheet Piling resultaten damwand-berekening t.p.v. dijk

Profiel				**Grenstoestand 1**				**Grenstoestand 2**
Type	Kerende hoogte [m]	Niveau [m + NAP]	Lengte [m]	$M_{s;d}$ [kNm/m^1]	$F_{A;max;d}$ (incl. zetting) [kN/anker]	Ankertype	Gording	δ_{max} [mm]
AZ 25	4,0	+16,0 tot +2,0	14	326	739	Leeuwanker 675	HeB 320 (S355)	28
AZ 18	2,5	+14,5 tot +2,0	12,5	185	680	Leeuwanker 450	HeB 320 (S355)	19
AZ 13	1,0	+13,0 tot +3,0	10	184	-	-	-	8

Waarbij:

AZ 18 = damwand type Arbed Z-profiel.

$M_{s;d}$ = maatgevende rekenwaarde van het moment in kNm/m$^{1.}$

$F_{A;max;d}$ = rekenwaarde ankerkracht per anker onder een hoek van 35˚ met de horizontaal, berekend met rekenwaarden van de grondparameters en een h.o.h.-afstand van 2,52 m. Exclusief veiligheden t.b.v. groutlichaam en ankerstaaf.

δ_{max} = maximaal berekende uitbuiging in de eindfase. De berekende uitbuiging geeft een indicatie omtrent de werkelijk te verwachten vervormingen.

4.3 Resultaat damwandberekening ter plaatse van Veerdam

Uit de berekeningen volgen diverse typen damwand en verankering langs de primaire kering, zie Tabel 4. Een volledig overzicht is terug te vinden in bijlage 2.

Tabel 4: Samenvatting D-Sheet Piling resultaten damwand-berekening t.p.v. veerdam

Profiel				**Grenstoestand 1**				**Grenstoestand 2**
Type	Kerende hoogte [m]	Niveau [m + NAP]	Lengte [m]	$M_{s;d}$ [kNm/m^1]	$F_{A;max;d}$ [kN/anker]	Ankertype	Gording	δ_{max} [mm]
AZ 18	4,0	+16,0 tot +3,0	13	290	470	Leeuwanker 300	HeB 300 (S355)	32
AZ 18	2,5	+14,5 tot +3,0	11,5	157	315	Leeuwanker 200	HeB 280 (S355)	13
AZ 13	1,5	+13,0 tot +3,0	10	72	-	-	-	10

Waarbij:

AZ 18 = damwand type Arbed Z-profiel.

$M_{s;d}$ = maatgevende rekenwaarde van het moment in kNm/m[1.

$F_{A;max;d}$ = rekenwaarde ankerkracht per anker onder een hoek van 35˚ met de horizontaal, berekend met rekenwaarden van de grondparameters en een h.o.h.-afstand van 2,52 m. Exclusief veiligheden t.b.v. groutlichaam en ankerstaaf.

δ_{max} = maximaal berekende uitbuiging in de eindfase. De berekende uitbuiging geeft een indicatie omtrent de werkelijk te verwachten vervormingen.

4.4 Voorbeeldberekening

Het onderstaande voorbeeld is gebaseerd op de damwand voor de dijkzijde met 4,0 m kering (AZ 25).

4.4.1 Controle op moment

Voor de gekozen damwand AZ 25 is $M_{s;d}$ berekend op 326 kNm/m[1].
$M_{r;d}$ voor de ongecorrodeerde doorsnede is 589 kNm/m[1] (S240), $M_{r;d}$ voor de gecorrodeerde doorsnede is 435 kNm/m[1] (S240), zodat wordt voldaan aan de gestelde sterkte eis.

$$\frac{M_{r;d}}{M_{s;d}} \leq 1$$

$$\frac{326}{435} \leq 0{,}75 \qquad \rightarrow \text{OK}$$

4.4.2 Verankering

Voor de verankering wordt gebruik gemaakt van groutankers. De met D-Sheet Piling berekende maximale ankerkracht bedraagt 175 kN per m (geplaatst onder een hoek van 35˚ met de horizontaal). Echter, wegens optredende zettingen dient rekening te worden gehouden met een verhoging van de ankerkracht. Deze extra ankerkracht is berekend volgens paragraaf 4.9.13 van deel 2 van CUR 166.

Uitgaande van een h.o.h. afstand van 2,52 m bedraagt $F_{A;max;d}$ = 175 * 2,52 = 441 kN/anker (rekenwaarde) rekening houdend met een plaatsingshoek van 35˚. Aangevuld met de kracht vanuit de zetting van de grond volgt $F_{A;max;d}$ = 739 kN/anker.

De sterkte van het groutlichaam is gedimensioneerd op:
$F_{s;A;d}$ = 1,1 * $F_{A;max;d}$ = 1,1 * 739 = 813 kN/anker
Voor het ontwerp van de ankerstaaf geldt:
$F_{s;A;st;d}$ = 1,25 * $F_{A;max;d}$ = 1,25 * 739 = 924 kN/anker
Volgens CUR 166 geldt dat voor alle damwandconstructies die vallen in veiligheidsklasse III geverifieerd dient te worden of bij het uitvallen van een enkel anker voldoende herverdelingscapaciteit aanwezig is zodat niet de gehele damwandconstructie bezwijkt. Bij deze toets mogen conform EC3 deel 5 alle belasting- en materiaalfactoren gelijk zijn aan 1,0 en alle geometrische toeslagen gelijk aan 0,0 (conform de BGT berekening).

Voor grenstoestand 2 geldt:

$F_{A;max;rep}$ = 120 * 2,52 * 2 (zettingen, conservatief) = 605 kN/anker.

Bij uitval van 1 anker zullen de twee naastgelegen ankers de kracht op het uitgevallen anker moeten overnemen. Zodoende zullen de twee naastgelegen ankers beiden 1,5 keer zoveel belasting krijgen, namelijk: 1,5 * 605 = 908 kN/anker.

Controle ankerstaaf
Er is voor de berekening gekozen voor het ankertype: Leeuwanker 675, Ø 60,3 / M64 en wanddikte 17,5 mm, staal MW 450, h.o.h. 2,52 m.
De maximaal optredende rekenwaarde van de ankerkracht is berekend op 924 kN/anker. De maximale draagkracht van de ankerstaven is 1021 kN/anker.

Uit de toetsing voor de ankerkracht in de staaf volgt het volgende:

$$\frac{F_{s;a;st;d}}{F_{r;a;st;d}} < 1$$

$$\frac{924kN}{1021kN} = 0.91 \rightarrow \text{OK}$$

Controle groutlichaam
Het groutlichaam dient te worden ontworpen op een ankerkracht:
$F_{a;max;gr;d}$ = 1,1 * $F_{a;max;d}$
= 1,1 * 739 = 813 kN/anker.
Bij uitval van één anker dient het groutlichaam 908 kN/anker te houden. De laatste waarde is maatgevend.

De draagkracht van groutankers wordt met behulp van een empirische relatie berekend vanuit de conusweerstand;
$F_{r;A;gr;min}$ = $f_{k;rep}$* L_a,

waarbij:
$F_{r;A;gr;min}$ = indicatie van de minimale houdkracht in kN
$f_{k;rep}$ = representatieve waarde van de houdkracht in kN/m [bron: CUR 166, tabel 4.5]
L_a = de lengte van het groutlichaam in een draagkrachtig pakket in m

Uitgaande van een gemiddelde conusweerstand in de draagkrachtiger zandlagen (van NAP +8,0 m tot +4,0 m) van 13,0 MPa ($f_{k;rep}$ = 120 kN/m groutlichaam) en een anker van 9,0 m lengte in het zand bedraagt de houdkracht van het anker 1080 kN.

$$\frac{F_{a;\max;gr;d}}{F_{r;a;gr;\min}} < 1$$

$$\frac{924kN}{1080kN} = 0{,}85 \rightarrow \text{OK}$$

Bij de installatie van het anker dient er rekening mee gehouden te worden dat de bovenkant van het groutlichaam minimaal 1,0 m onder de bovenzijde van het zand wordt geïnstalleerd. Uit de sonderingen blijkt dat de bovenkant van de zandlaag zich op ongeveer NAP +5,0 m bevindt. In de berekening is uitgegaan van aanbrengen van het groutlichaam van NAP +4,0 m tot +0,0 m. Met een hoek van 35º bedraagt de lengte van het groutanker 9,0 m (voor de maatgevende situatie, de overige groutlengtes zijn terug te vinden in de bijlage).

4.4.3 Gording

Om de ankerkrachten op de damwand te spreiden wordt een gording toegepast. De uniforme (horizontale) belasting welke op de gording zal worden uitgeoefend is gelijk aan cos 35º * 367 kN/m^1 = 301 kN/m^1 damwand.

Het moment in de gording is zodoende:

$M_{s;d}$ = 1/10 * q * l^2
$M_{s;d}$ = 1/10 * 301 * 2,52^2
$M_{s;d}$ = 191 kNm

Voor ankeruitval geldt:
cos 35º * 240 kN/m^1 = 197 kN/m^1

$M_{s;d}$ = 1/10 * q * l^2
$M_{s;d}$ = 1/10 * 197 * 5,04^2
$M_{s;d}$ = 500 kNm → maatgevend

Waarin:
$M_{s;d}$ = Rekenwaarde van het optredende moment
q = Rekenwaarde van de uniforme belasting
l = h.o.h.-afstand ankerstaven

Type gording: HeB 320 (s355)
$W_{r;d}$ = 1926*10^3 mm^3/m^1
$M_{r;d}$ = 683 kNm
Hieruit volgt de controle:

$$\frac{500kN}{683kN} = 0{,}73. \rightarrow \text{OK}$$

Controle op corrosie:
Flensdikte 20,5 mm, afname na 100 jaar per zijde 2,2 mm, totale reststerkte 78.5%
$M_{r;d}$ = 683*0,785 = 536 kNm
Hieruit volgt de controle:

$$\frac{500kN}{536kN} = 0{,}93 \rightarrow \text{OK}$$

4.4.4 Verticaal draagvermogen

Uit de verticale toets uit D-Sheet piling blijkt dat de damwand voldoet zonder de aanvullende kracht van de zettingen. Echter uit de zettingen blijkt dat er een aanvullende verticale component volgt op de damwand. Om deze reden is een aanvullende berekening gemaakt voor het verticale draagvermogen van de damwand. De damwand is dragend vanaf het nulpunt van de dwarskrachten. Bij een puntniveau van NAP +3,0 is het draagvermogen voor de volledige ankerkracht onvoldoende. De damwand is daarom verlengd met 1,0 m tot NAP +2,0 m. De berekening is dan als volgt:

Belasting uit anker = 739 kN per anker (incl. zettingen).
Verticaal: sin 35º * (739/2,52) = 168 kN/m[1]

Uit een funderingsberekening volgens NEN 6743-1 volgt dat 2,0 m damwand ca. 173 kN draagkracht kan genereren. Dit is voldoende om de extra krachten uit de ankers op te vangen. De volledige berekening is terug te vinden in bijlage 3.

5. Fundering regelwerk

Ten behoeve van de fundering van het regelwerk wordt een paalfundering voorzien. Het paalsysteem is terug te vinden in het Rapport 'Constructieve Berekening'. In de navolgende paragrafen is het resultaat van de draagkracht van de fundering omschreven.

5.1 Uitgangspunten

Ten behoeve van het uitvoeren van de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekening volgens NEN 6740, 6743-1;
- Maatgevende sonderingen DKM 5, 6, 7 en 8;
- Belastingopgave volgens constructeur:
  - Druk UGT: 461 kN (rekenwaarde);
  - Trek UGT: 24 kN (rekenwaarde);
- Palen in schoorstand 1:5;
- Factor $\xi_{M;N}$ = 0,88 (4 sonderingen, ≥10 palen; volgens tabel 1 van NEN 6743-1);
- Paalafmeting minimaal vierkant 350 mm in verband met de wapening;
- Berekeningen uitgevoerd met behulp van M-Foundation versie 6.4 build 2.2.

Nabij gelegen sonderingen DKM 1 en 2 zijn niet als maatgevend vastgesteld. Deze sonderingen zijn te kort om berekeningen mee te maken en liggen verder van de locatie van het regelwerk af dan de maatgevende sonderingen.

5.2 Resultaten berekeningen

Uit de berekening blijkt dat een paal vierkant 350 mm voldoet aan de draagkracht met het paalpuntniveau op NAP +1,5 m. Het volledige berekeningsresultaat is terug te vinden in bijlage 4.

6. Onder- en achterloopsheid

Om onder- en achterloopsheid tegen te gaan dienen kwelschermen te worden aangebracht aan de onderkant en zijkant van de constructie. Om de afmetingen van de kwelschermen te bepalen is het “Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen” geraadpleegd. Voor de horizontale kwelweg is de methode van Bligh gebruikt en voor de verticale kwelweg is de methode van Lane gebruikt.

6.1 Onderloopsheid

Uit de geogegevens boringen B1 t/m B5 blijkt dat onder het regelwerk overal een kleilaag aanwezig is. Ter plaatse van het deel dat komt waar nu nog de Veerdam ligt, zijn ook wat zandige lagen op een diepte van ca. NAP +10,5 m aanwezig. Op basis hiervan wordt verwacht dat overal een kleilaag van tenminste 2 m aanwezig is en is het in principe voldoende om een kwelscherm op deze laag aan te sluiten. Voor de zekerheid is een berekening gedaan indien er toch zandlaagjes aanwezig zijn in de deklaag onder het kunstwerk.

Uitgangspunten voor de bepaling van de lengte van het onderloopsheidscherm zijn:

- $C_{W,creep}$: 6, matig grof zand, aangetroffen in de bovenste zandlagen van het grondonderzoek;
- Onderhoudswegen worden als horizontale kwelweglengte meegerekend;
- Dikte vloer regelwerk werk t.b.v. verticale kwelweg = 0,75 m (x2);
- Horizontale lengte onder het kunstwerk wordt niet meegerekend i.v.m. paalfundering.

Hieruit volgt:

$$\Delta H \le \Delta H_c = \frac{(\frac{1}{3}L_h + L_v)}{C_{w,creep}}$$

$$1{,}3 \le 1{,}3 = \frac{(\frac{1}{3}\times 10 + L_v)}{6}$$

$$L_v = 4{,}46m$$

Waarbij:

ΔH	= verval
ΔH_c	= max toelaatbaar verval
L_h	= horizontale kwelweglengte
L_v	= verticale kwelweglengte
$C_{w,creep}$	= factor van Lane

De verticale kwelweg dient minimaal 4,5 m te bedragen. Na aftrek van de dikte van de constructie (1,5 m) blijft er nog 3,0 m totaal over. Er dient een kwelscherm te worden geplaatst van minimaal 1,5 m lengte.

6.2 Achterloopsheid

In verband met de kans op achterloopsheid ter plaatse van de aansluiting op de dijk en de Veerdam wordt een kwelscherm geplaatst. Hierbij is gebruik gemaakt van de methode Bligh die geschikt is voor horizontale bewegingen van het water, de uitgangspunten zijn:

- C_{creep}: 15, matig fijn zand, i.v.m. aan te brengen zand achter de damwand;

Hieruit volgt:

$$\Delta H \le \Delta H_c = \frac{L}{C_{creep}}$$

$$1{,}3 \le 1{,}3 = \frac{L}{15}$$

$$L = 19{,}5m$$

Waarbij:

ΔH	= verval
ΔH_c	= max toelaatbaar verval
L	= totale kwelweglengte
C_{creep}	= factor van Bligh

Omdat de lengte over beide zijden van de damwand kan worden genomen blijkt dat een kwelscherm van 10 m voldoende is om achterloopsheid tegen te gaan. Omdat hiervoor het in- en uittredepunt van belang zijn is vooralsnog uitgegaan van 14 m.

Dit betekent dat het talud van de primaire kering direct langs dit scherm op 4 m afstand van de keerwand op NAP+17 moet liggen. Aan de Veerdam zijde is dit niet relevant, want de Veerdam zelf heeft nu een hoogte van ca. NAP+16.5 m zodat het water hier over de kruin zal stromen in geval van de meest extreme situatie.

Het achterloopsheidscherm sluit aan op het onderloopsheidscherm tot dezelfde diepte. In de detailleringfase zal evt. worden bezien of een kleinere diepte kan worden aangehouden voor het deel verder in de dijk / veerdam, omdat de diepte dan niet meer volledig nodig is t.b.v. de verticale kwelweglengte.

6.3 Type damwand

Het damwandtype ten behoeve van het kwelscherm dient voldoende dikte te hebben om na 100 jaar met corrosie nog aan de functie te voldoen. Het scherm heeft geen constructieve functie en dikte na 100 jaar is daarom maatgevend. Bij de uitgangspunten is aangenomen dat de damwand aan weerszijden 2,2 mm dikte verliest over 100 jaar tijd. Totaal voor de damwand is dit 4,4 mm. Vooralsnog wordt uitgegaan van een type PAZ 4460 (dikte 6 mm is).

Nijmegen, 3 februari 2012

Herald Vervoorn

Bijlage(n):

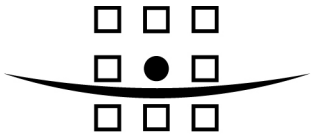
1 Zettingsberekening;
2 Damwandberekeningen (D-sheet 6x), overzicht resultaten;
3 Draagvermogen damwand;
4 Paalberekening (druk, trek).

ROYAL HASKONING
Enhancing Society

Bijlage 1
Zettingsberekening

Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



ROYAL HASKONING

Company:	Royal Haskoning
Date of report:	2/1/2012
Time of report:	4:02:33 PM
Date of calculation:	5-1-2012
Time of calculation:	11:21:52
Filename:	L:\..\D-settlement\Zettingen keerwand zonder overhoogte 20120104
Project identification:	Regelwerk Pannerden Zettingen achter keerwand Ophoging max 4,0 m

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 PL Lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 3
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 4
3 Results per Vertical 5
3.1 Results for Vertical 1 (X = 20,12 m; Z = 0,00 m) 5
3.2 Results for Vertical 2 (X = 24,76 m; Z = 0,00 m) 5
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7
4.3 Maintain Profile Calculation Results 7
5 Warnings and errors 8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	0,000	20,000	23,355	33,500	60,000
4 - Y -	11,000	11,000	12,000	16,000	16,000
3 - X -	0,000	20,000	60,000		
3 - Y -	11,000	11,000	11,000		
2 - X -	0,000	60,000			
2 - Y -	9,000	9,000			
1 - X -	0,000	60,000			
1 - Y -	5,000	5,000			
0 - X -	0,000	60,000			
0 - Y -	-5,000	-5,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	60,000			
1 - Y -	10,000	10,000			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
With maintain profile	
(only for non uniform loads)	
- Material:	Superelevation
- Time:	0,00 [days]
- Unit weight above phreatic.:	18,00 [kN/m³]
- Unit weight below phreatic:	20,00 [kN/m³]
- Iteration stop criterium:	0,10 [m]
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
4	Dijkmateriaal	1	1
3	Klei, matig siltig	1	1
2	Klei, zwak siltig	1	1
1	Zand, matig vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
4	No	17,00	17,00
3	No	16,00	16,00
2	No	17,00	17,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [m/s]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
4	9,00E+01	3,00E+01	1,50E+03	5,00E+02	9,00E+01	5,00E+02
3	3,72E+01	1,29E+01	2,30E+02	9,36E+01	3,72E+01	9,36E+01
2	7,60E+01	1,92E+01	5,99E+02	1,69E+02	7,60E+01	1,69E+02
1	1,80E+03	6,00E+02	1,00E+05	1,00E+05	1,80E+03	1,00E+05

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	19,61	20,00	33,50			
1 - Y -	11,00	16,00	16,00			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 2	20,121	24,761			

Calculation of cross section at Z = 0,000 m
Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 20,12 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
11,036	94,974	11,036	94,974	0,563
11,018	95,525	11,018	95,528	0,561
11,000	95,904	11,001	95,910	0,558
11,000	95,905	11,001	95,910	0,558
10,936	95,816	10,937	95,827	0,539
10,836	92,778	10,838	92,798	0,512
10,736	90,813	10,739	90,841	0,488
10,636	89,812	10,640	89,847	0,465
10,536	89,244	10,540	89,286	0,444
10,436	88,888	10,441	88,936	0,424
10,336	88,674	10,342	88,729	0,406
10,236	88,586	10,242	88,646	0,389
10,136	88,616	10,143	88,682	0,372
10,036	88,759	10,043	88,829	0,356
10,000	88,837	10,007	88,909	0,351
9,000	85,143	10,010	85,246	0,215
9,000	85,143	10,010	85,246	0,215
8,000	86,419	10,011	86,527	0,148
7,000	89,254	10,009	89,341	0,092
6,000	92,893	10,005	92,941	0,045
5,000	97,044	10,000	97,044	0,004
5,000	97,044	10,000	97,044	0,004
4,000	104,515	10,000	104,515	0,004
3,000	112,278	10,000	112,278	0,003
2,000	120,280	10,000	120,280	0,002
1,000	128,488	10,000	128,488	0,002
0,000	136,873	10,000	136,873	0,001
-1,000	145,412	10,000	145,412	0,001
-2,000	154,088	10,000	154,088	0,001
-3,000	162,885	10,000	162,885	0,000
-4,000	171,790	10,000	171,790	0,000
-5,000	180,792	10,000	180,792	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 24,76 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
12,554	69,647	12,554	69,647	0,454
12,454	72,506	12,459	72,549	0,443
12,354	74,566	12,363	74,652	0,434
12,254	76,080	12,268	76,210	0,426
12,154	76,740	12,172	76,912	0,418
12,054	76,887	12,076	77,101	0,411
11,954	77,367	11,980	77,620	0,405
11,854	78,590	11,884	78,883	0,399
11,777	79,941	11,810	80,264	0,394
11,754	80,383	11,788	80,715	0,393
11,654	82,423	11,692	82,793	0,388
11,554	84,485	11,596	84,894	0,382
11,000	94,034	11,063	94,651	0,356
11,000	94,034	11,063	94,651	0,356
10,000	107,615	10,077	108,366	0,253
9,000	111,677	10,079	112,453	0,167

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
9,000	111,677	10,079	112,453	0,167
8,000	116,697	10,070	117,385	0,119
7,000	121,405	10,052	121,917	0,076
6,000	125,841	10,028	126,114	0,038
5,000	130,162	10,000	130,162	0,004
5,000	130,162	10,000	130,162	0,004
4,000	137,229	10,000	137,229	0,003
3,000	144,430	10,000	144,430	0,003
2,000	151,823	10,000	151,823	0,002
1,000	159,433	10,000	159,433	0,002
0,000	167,259	10,000	167,259	0,001
-1,000	175,292	10,000	175,292	0,001
-2,000	183,517	10,000	183,517	0,001
-3,000	191,915	10,000	191,915	0,000
-4,000	200,469	10,000	200,469	0,000
-5,000	209,164	10,000	209,164	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	20,12	11,04	0,563
2	24,76	12,55	0,454

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	7	0,050	8,826	0,513
	14	0,069	12,225	0,494
	21	0,083	14,700	0,480
	28	0,094	16,672	0,469
	60	0,130	23,047	0,433
	90	0,152	26,992	0,411
	365	0,283	50,181	0,281
	10000	0,563	100,000	0,000
2	7	0,028	6,246	0,425
	14	0,038	8,371	0,416
	21	0,045	9,854	0,409
	28	0,050	11,011	0,404
	60	0,067	14,681	0,387
	90	0,078	17,183	0,376
	365	0,151	33,287	0,303
	10000	0,454	100,000	0,000

4.3 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 36,360 m3 per Width
The extra amount of soil to be added is 6,578 m3 per Width
This equals the found settlements for non-uniform loads

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

1 Model Koppejan is not ideal for unloading (e.g. load removal, temporary dewatering, gradual submerging). If As is much larger than Cs', unloading will yield almost no effect on creep. Switch to the NEN-Bjerrum or abc Isotache model for improved predictions.

End of Report

Time-History

Vertical 1 (X = 20,121 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Koppejan with Darcy (Natural strain)

Depth = 11,036 [m]
Settlement after 10000 days = 0,563 [m]

D-Settlement 9.2 - Zettingen keerwand zonder overhoogte 20120104.sli

ROYAL HASKONING

Barbarossastraat 35
6522 DK Nijmegen

Phone +31 (0)24 - 328 42 84
Fax +31 (0)24 - 323 93 46

Regelwerk Pannerden
Zettingen achter keerwand
Ophoging max 4,0 m

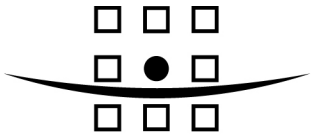
date	dnw.
2/1/2012	SVVE
9W7512	ctr.
Annex	form. A4

ROYAL HASKONING
Enhancing Society

Bijlage 2
Damwandberekeningen (D-sheet 6x), overzicht resultaten

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares



ROYAL HASKONING

Company:	Royal Haskoning
Date of report:	2/1/2012
Time of report:	1:49:03 PM
Date of calculation:	2/1/2012
Time of calculation:	1:48:05 PM
Filename:	L:\..\Geotechniek\Damwand\D-Sheet\Def nieuw AZ 25 - 20120109
Project identification:	Regelwerk Pannerden Damwand Langs dijkzijde AZ 25, 4,0 m kerend

Verification according to CUR 166

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Anchors and Struts 3
2.3 Overall Stability per Stage 3
3 Input Data for all Stages 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Sheet Piling Properties 4
3.3 Calculation Options 4
4 Outline Stage 1: Aanbrengen 6
5 Outline Stage 2: Verankering 7
6 Outline Stage 3: Definitief 8
7 Outline Stage 4: Definitief met last 9
8 Step 6.3 Stage 4: Definitief met last 10
8.1 Input Data Left 10
8.1.1 Calculation Method 10
8.1.2 Water Level 10
8.1.3 Surface 10
8.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 10
8.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 10
8.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 11
8.3 Input Data Right 12
8.3.1 Calculation Method 12
8.3.2 Water Level 12
8.3.3 Surface 12
8.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 12
8.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 13
8.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 13
8.5 Calculation Results 16
8.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 16
8.5.2 Moments, Forces and Displacements 16
8.5.3 Stresses 17
8.5.4 Soil Collapse 18
8.5.5 Vertical Force Balance 18
8.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer 19
9 Step 6.5 Stage 4: Definitief met last 20
9.1 Input Data Left 20
9.1.1 Calculation Method 20
9.1.2 Water Level 20
9.1.3 Surface 20
9.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 20
9.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 20
9.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 21
9.3 Input Data Right 22
9.3.1 Calculation Method 22
9.3.2 Water Level 22
9.3.3 Surface 22
9.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 22
9.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 23
9.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 23
9.5 Calculation Results 25
9.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 26
9.5.2 Moments, Forces and Displacements 26
9.5.3 Stresses 27
9.5.4 Soil Collapse 28
9.5.5 Vertical Force Balance 28
9.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer 28

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.3		4,5	4,5	0,0	35,0	Upwards
1	CUR-Step 6.4		3,4	3,9	0,0	35,0	Upwards
1	CUR-Step 6.5	0,0	0,4	0,3	0,0	26,2	Sufficient
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		0,5	0,4			
2	CUR-Step 6.3		-197,0	-88,5	40,3	46,0	Sufficient
2	CUR-Step 6.4		-165,6	-88,6	41,1	47,3	Sufficient
2	CUR-Step 6.5	-15,0	-69,1	51,6	27,2	32,3	Sufficient
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		-83,0	61,9			
3	CUR-Step 6.3		-260,9	-105,9	45,1	50,7	Sufficient
3	CUR-Step 6.4		-219,8	-107,7	47,2	53,3	Sufficient
3	CUR-Step 6.5	-22,6	-119,3	68,2	30,6	36,0	Sufficient
3	CUR-Step 6.5 * 1,20		-143,1	81,8			
4	CUR-Step 6.3		**-326,4**	**-130,3**	49,0	54,6	Sufficient
4	CUR-Step 6.4		-276,7	-126,4	**52,2**	**58,2**	Sufficient
4	CUR-Step 6.5	**-28,1**	-146,6	78,7	32,2	37,7	Sufficient
4	CUR-Step 6.5 * 1,20		-176,0	94,5			
Max		**-28,1**	**-326,4**	**-130,3**	**52,2**	**58,2**	Sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut Groutanker (35)	
		Force [kN]	State
2	Step 6.3	122,34	Elastic
2	Step 6.4	112,76	Elastic
2	Step 6.5 * 1,20	77,25	Elastic
3	Step 6.3	140,52	Elastic
3	Step 6.4	128,25	Elastic
3	Step 6.5 * 1,20	95,74	Elastic
4	Step 6.3	174,32	Elastic
4	Step 6.4	159,99	Elastic
4	Step 6.5 * 1,20	120,06	Elastic

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen	2,49
Verankering	2,20
Definitief	1,92
Definitief met last	1,73

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	4
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	14,00 m
Level top side	16,00 m
Number of sections	1
Pr;max;point	10,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 25	2,00	16,00	1,0973E+05	1,00	589,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 25	2,00	16,00	0,74	0,74	corrosie 100 jaar

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 25	2,00	16,00	8,1200E+04	435,86

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²]
AZ 25	2,00	16,00	426,00	1,41	185,00

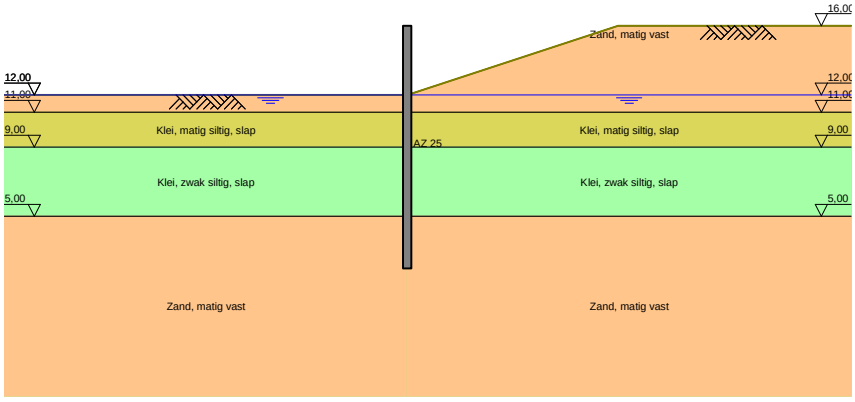
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	Yes
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method A: Partial factors (design values) in all stages
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	Class III
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,10
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of subgrade reactions	1,30

Geometry modification		
- Reduction in surface level on passive side	0,35 m	
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m	
Overall stability factors		
- Driving moment	1,10	
- Cohesion	1,50	
- Tangent phi	1,20	
Vertical balance factors		
- Gamma m:b4	1,00	User defined

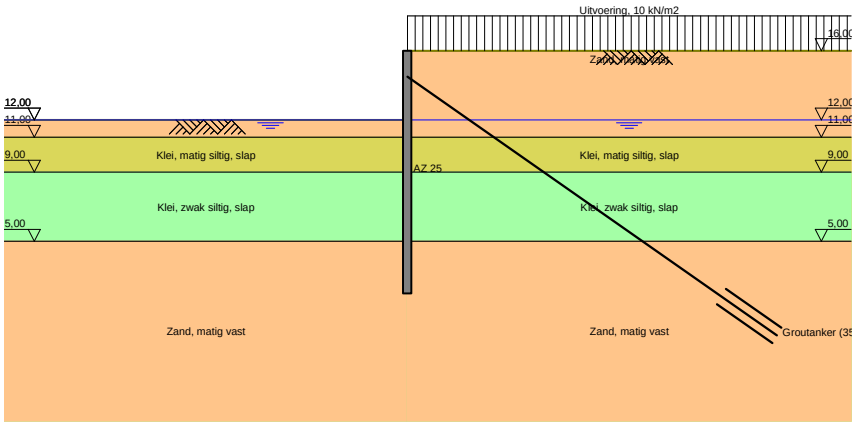
4 Outline Stage 1: Aanbrengen

Outline - Stage 1: Aanbrengen



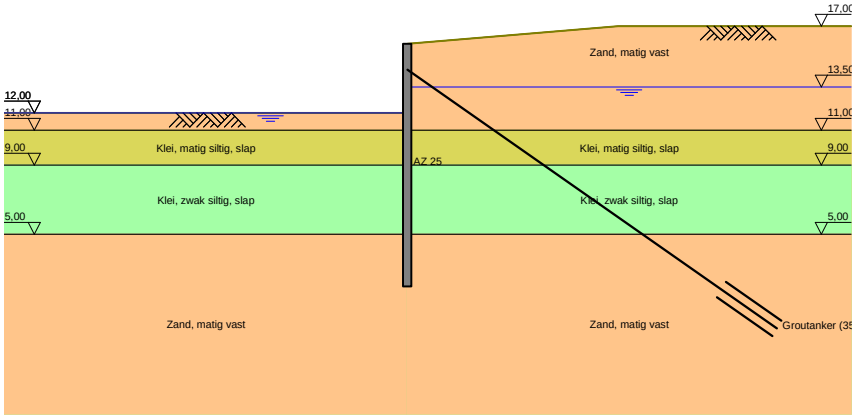
5 Outline Stage 2: Verankering

Outline - Stage 2: Verankering



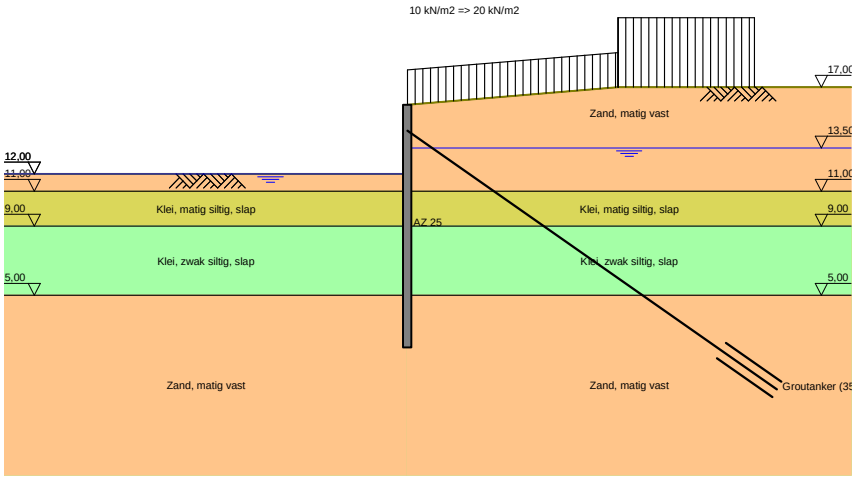
6 Outline Stage 3: Definitief

Outline - Stage 3: Definitief



7 Outline Stage 4: Definitief met last

Outline - Stage 4: Definitief met last



8 Step 6.3 Stage 4: Definitief met last

8.1 Input Data Left

8.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.1.2 Water Level

Water level: 11,75 [m]

8.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,65

8.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	14,72	10,10
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	14,72	10,10
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei, matig siltig...	11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, zwak siltig...	9,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, matig vast	5,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	3846,15	3846,15
Klei, matig siltig...	11,00	384,62	384,62
Klei, zwak siltig...	9,00	384,62	384,62
Zand, matig vast	5,00	3846,15	3846,15

8.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	11,52	0,4	6,3	0,31	4,78	4,78
2	11,39	0,8	12,7	0,31	3,97	4,78
3	11,26	1,2	19,0	0,31	3,07	4,78
4	11,13	1,6	25,3	0,31	2,61	4,78
5	11,00	1,9	30,0	0,33	2,52	5,09
6	11,00	3,5	14,8	0,56	2,35	2,35
7	10,87	3,9	16,1	0,56	2,32	2,32
8	10,73	4,3	17,8	0,56	2,29	2,29
9	10,60	4,8	19,5	0,56	2,27	2,27
10	10,47	5,2	21,1	0,56	2,25	2,25
11	10,33	5,6	22,4	0,56	2,23	2,23
12	10,33	5,8	23,2	0,55	2,23	2,23
13	10,20	6,1	24,5	0,55	2,22	2,22
14	10,07	6,6	26,2	0,55	2,20	2,20
15	9,93	7,0	27,9	0,55	2,19	2,19
16	9,80	7,4	29,6	0,55	2,17	2,18
17	9,67	7,8	30,8	0,55	2,12	2,18
18	9,67	8,0	31,7	0,55	2,12	2,17
19	9,53	8,3	32,9	0,55	2,07	2,17
20	9,40	8,7	34,6	0,55	2,03	2,16
21	9,27	9,2	36,3	0,55	1,99	2,16
22	9,13	9,6	38,0	0,54	1,96	2,15
23	9,00	10,0	39,3	0,54	1,91	2,14
24	9,00	10,2	40,2	0,54	1,91	2,13
25	8,87	10,6	41,7	0,54	1,87	2,13
26	8,73	11,1	43,7	0,54	1,83	2,13
27	8,60	11,6	45,7	0,54	1,80	2,12
28	8,47	12,1	47,6	0,54	1,77	2,12
29	8,33	12,5	49,1	0,54	1,74	2,12
30	8,33	12,7	50,1	0,54	1,74	2,12
31	8,20	13,1	51,6	0,54	1,71	2,12
32	8,07	13,6	53,6	0,54	1,68	2,12
33	7,93	14,1	55,6	0,54	1,65	2,11
34	7,80	14,6	57,6	0,54	1,63	2,11
35	7,67	15,0	59,0	0,54	1,61	2,11
36	7,67	15,3	60,0	0,54	1,61	2,11
37	7,53	15,6	61,5	0,54	1,59	2,11
38	7,40	16,2	63,5	0,54	1,56	2,11
39	7,27	16,7	65,5	0,54	1,54	2,11
40	7,13	17,2	67,5	0,54	1,53	2,11
41	7,00	17,5	69,0	0,54	1,51	2,11
42	7,00	17,8	70,0	0,54	1,51	2,11
43	6,87	18,2	71,5	0,54	1,49	2,10
44	6,73	18,7	73,4	0,54	1,47	2,10
45	6,60	19,2	75,4	0,54	1,46	2,10
46	6,47	19,7	77,4	0,54	1,44	2,10
47	6,33	20,1	78,9	0,53	1,43	2,10
48	6,33	20,3	79,9	0,53	1,43	2,10
49	6,20	20,7	81,4	0,53	1,41	2,10
50	6,07	21,2	83,4	0,53	1,40	2,10
51	5,93	21,7	85,4	0,53	1,38	2,10
52	5,80	22,2	87,4	0,53	1,37	2,10
53	5,67	22,6	88,9	0,53	1,36	2,10
54	5,67	22,9	89,9	0,53	1,36	2,10
55	5,53	23,3	91,4	0,53	1,35	2,10
56	5,40	23,8	93,3	0,53	1,33	2,10
57	5,27	24,3	95,3	0,53	1,32	2,10
58	5,13	24,8	97,3	0,53	1,31	2,10
59	5,00	25,2	98,8	0,53	1,29	2,08
60	5,00	13,9	251,2	0,29	1,29	5,22
61	4,88	14,2	250,1	0,29	1,02	5,10

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
62	4,76	14,6	251,6	0,29	1,01	5,01
63	4,64	15,1	254,7	0,29	1,00	4,95
64	4,52	15,5	258,8	0,29	0,99	4,91
65	4,40	15,8	262,1	0,29	0,98	4,89
66	4,40	16,0	264,5	0,30	0,98	4,88
67	4,28	16,3	268,2	0,30	0,97	4,87
68	4,16	16,7	273,3	0,30	0,96	4,85
69	4,04	17,1	278,5	0,30	0,95	4,84
70	3,92	17,5	283,9	0,30	0,94	4,83
71	3,80	17,8	288,0	0,30	0,93	4,82
72	3,80	18,0	290,7	0,30	0,93	4,82
73	3,68	18,3	294,9	0,30	0,92	4,82
74	3,56	18,7	300,4	0,30	0,91	4,81
75	3,44	19,1	306,1	0,30	0,90	4,81
76	3,32	19,5	311,7	0,30	0,89	4,80
77	3,20	19,8	315,9	0,30	0,89	4,80
78	3,20	20,0	318,8	0,30	0,89	4,80
79	3,08	20,3	323,1	0,30	0,88	4,80
80	2,96	20,7	328,8	0,30	0,87	4,79
81	2,84	21,1	334,5	0,30	0,86	4,79
82	2,72	21,5	340,2	0,30	0,86	4,79
83	2,60	21,8	344,5	0,30	0,85	4,79
84	2,60	22,0	347,4	0,30	0,85	4,79
85	2,48	22,3	351,7	0,30	0,84	4,79
86	2,36	22,6	357,5	0,30	0,84	4,79
87	2,24	23,0	363,3	0,30	0,83	4,79
88	2,12	23,4	369,0	0,30	0,83	4,79
89	2,00	23,7	373,4	0,30	0,82	4,78

8.3 Input Data Right

8.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.3.2 Water Level

Water level: 13,55 [m]

8.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	16,00
12,15	17,00

8.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	14,72	10,10
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	14,72	10,10
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei, matig siltig...	11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, zwak siltig...	9,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, matig vast	5,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	3846,15	3846,15
Klei, matig siltig...	11,00	384,62	384,62
Klei, zwak siltig...	9,00	384,62	384,62
Zand, matig vast	5,00	3846,15	3846,15

8.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	15,90	4,7	86,2	0,31	1,21	5,77
2	15,80	5,2	97,1	0,31	1,02	5,71
3	15,70	5,8	107,9	0,31	0,93	5,71
4	15,60	6,4	118,8	0,31	0,86	5,71
5	15,50	6,9	126,9	0,31	0,81	5,71
6	15,50	7,1	132,4	0,31	0,81	5,71
7	15,40	7,6	140,5	0,31	0,78	5,71
8	15,30	8,2	151,4	0,31	0,76	5,71
9	15,20	8,8	162,2	0,31	0,73	5,71
10	15,10	9,3	173,1	0,31	0,71	5,72
11	15,00	9,8	181,2	0,31	0,70	5,72
12	15,00	10,1	186,7	0,31	0,70	5,72
13	14,90	10,5	194,8	0,31	0,67	5,72
14	14,80	11,1	205,6	0,31	0,64	5,72
15	14,70	11,7	216,5	0,31	0,62	5,72
16	14,60	12,3	227,4	0,31	0,61	5,72
17	14,50	12,7	235,5	0,31	0,60	5,72
18	14,50	13,0	240,8	0,31	0,60	5,72
19	14,41	13,4	248,5	0,31	0,60	5,72
20	14,31	14,0	258,8	0,31	0,59	5,72
21	14,22	14,5	269,1	0,31	0,58	5,72
22	14,12	15,1	279,5	0,31	0,57	5,72
23	14,03	15,5	287,2	0,31	0,57	5,72
24	14,03	15,8	292,4	0,31	0,57	5,72
25	13,93	16,2	300,1	0,31	0,56	5,72
26	13,84	16,8	310,4	0,31	0,56	5,72
27	13,74	17,3	320,7	0,31	0,56	5,73
28	13,65	17,9	331,0	0,31	0,55	5,73
29	13,55	18,3	338,8	0,31	0,55	5,73
30	13,55	18,4	341,5	0,31	0,55	5,73
31	13,54	18,5	342,0	0,31	0,55	5,73
32	13,53	18,5	342,7	0,31	0,55	5,73
33	13,52	18,5	343,5	0,31	0,55	5,73
34	13,51	18,6	344,2	0,31	0,55	5,73
35	13,50	18,6	344,7	0,31	0,55	5,73

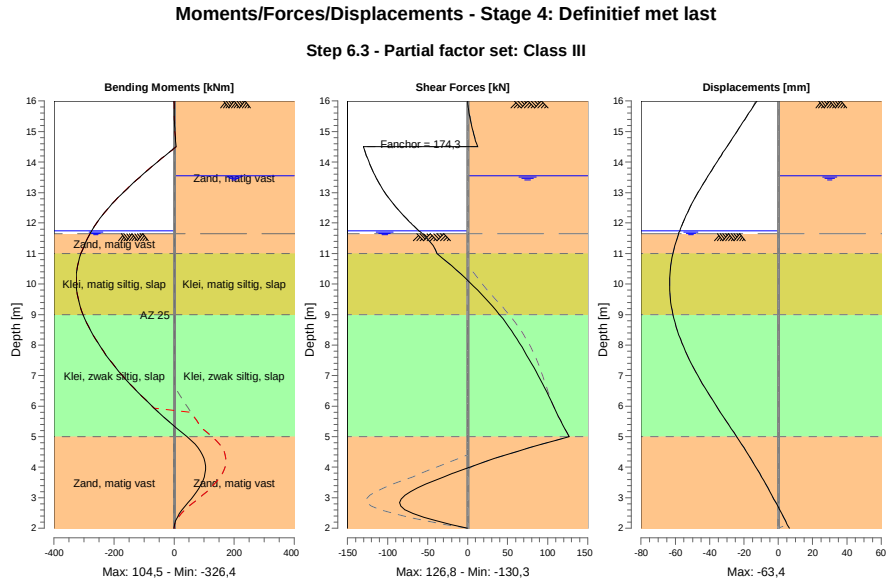
Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
36	13,50	18,7	346,6	0,31	0,55	5,73
37	13,40	18,9	351,7	0,31	0,55	5,74
38	13,31	19,3	358,5	0,31	0,54	5,75
39	13,21	19,6	365,3	0,31	0,54	5,76
40	13,11	20,0	372,1	0,31	0,54	5,77
41	13,02	20,2	377,2	0,31	0,54	5,78
42	13,02	20,4	380,7	0,31	0,54	5,79
43	12,92	20,6	385,8	0,31	0,54	5,79
44	12,82	21,0	392,6	0,31	0,54	5,80
45	12,73	21,3	399,4	0,31	0,54	5,81
46	12,63	21,6	406,2	0,31	0,54	5,82
47	12,53	21,9	411,3	0,31	0,53	5,82
48	12,53	22,0	414,7	0,31	0,53	5,83
49	12,44	22,3	419,8	0,31	0,53	5,83
50	12,34	22,6	426,7	0,31	0,53	5,84
51	12,24	23,0	433,5	0,31	0,53	5,85
52	12,15	23,3	440,3	0,31	0,53	5,86
53	12,05	23,6	445,4	0,31	0,53	5,86
54	12,05	23,7	447,3	0,31	0,53	5,86
55	12,04	23,7	447,8	0,31	0,53	5,86
56	12,03	23,7	448,5	0,31	0,53	5,87
57	12,02	23,7	449,2	0,31	0,53	5,87
58	12,01	23,8	449,9	0,31	0,53	5,87
59	12,00	23,8	450,4	0,31	0,53	5,87
60	12,00	23,9	451,5	0,31	0,53	5,87
61	11,95	24,0	454,1	0,31	0,53	5,87
62	11,90	24,2	457,7	0,31	0,53	5,87
63	11,85	24,3	461,2	0,31	0,53	5,88
64	11,80	24,5	464,7	0,31	0,53	5,88
65	11,75	24,6	469,4	0,31	0,53	5,91
66	11,75	24,7	472,2	0,31	0,53	5,93
67	11,73	24,8	474,4	0,31	0,53	5,95
68	11,71	24,8	477,6	0,31	0,53	5,97
69	11,69	24,9	480,9	0,31	0,53	5,99
70	11,67	25,0	484,5	0,31	0,53	6,02
71	11,65	25,0	486,4	0,31	0,53	6,03
72	11,65	25,1	493,0	0,31	0,53	6,08
73	11,52	25,5	510,1	0,31	0,51	6,21
74	11,39	25,9	534,0	0,31	0,51	6,39
75	11,26	26,4	553,3	0,31	0,51	6,51
76	11,13	26,8	557,6	0,31	0,51	6,45
77	11,00	27,2	560,7	0,31	0,51	6,44
78	11,00	45,2	324,6	0,52	0,52	3,71
79	10,87	45,6	324,9	0,52	0,68	3,68
80	10,73	46,2	325,4	0,52	0,68	3,65
81	10,60	46,8	325,8	0,52	0,67	3,61
82	10,47	47,4	326,2	0,52	0,67	3,58
83	10,33	47,8	326,5	0,52	0,67	3,56
84	10,33	48,1	326,7	0,52	0,67	3,54
85	10,20	48,5	327,0	0,52	0,67	3,52
86	10,07	49,1	327,5	0,52	0,67	3,49
87	9,93	49,7	327,9	0,52	0,67	3,46
88	9,80	50,2	328,3	0,52	0,67	3,43
89	9,67	50,7	328,6	0,53	0,67	3,41
90	9,67	50,9	328,8	0,53	0,67	3,39
91	9,53	51,4	281,9	0,53	0,66	2,89
92	9,40	51,9	216,0	0,53	0,66	2,19
93	9,27	52,5	216,1	0,53	0,66	2,17
94	9,13	53,1	216,2	0,53	0,66	2,15
95	9,00	53,5	216,3	0,53	0,66	2,14
96	9,00	53,8	216,5	0,53	0,66	2,13
97	8,87	54,3	216,8	0,53	0,66	2,12
98	8,73	54,9	217,3	0,53	0,66	2,10
99	8,60	55,5	217,8	0,53	0,66	2,08

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
100	8,47	56,2	218,2	0,53	0,66	2,06
101	8,33	56,6	218,6	0,53	0,66	2,05
102	8,33	56,9	218,8	0,53	0,73	2,05
103	8,20	57,4	219,2	0,53	0,73	2,03
104	8,07	58,0	219,7	0,53	0,73	2,02
105	7,93	58,7	220,2	0,53	0,72	2,00
106	7,80	59,3	220,7	0,53	0,72	1,99
107	7,67	59,8	221,1	0,54	0,72	1,98
108	7,67	60,1	221,4	0,54	0,72	1,97
109	7,53	60,6	221,7	0,54	0,72	1,96
110	7,40	61,2	222,3	0,54	0,72	1,95
111	7,27	61,8	222,8	0,54	0,72	1,94
112	7,13	62,5	197,0	0,54	0,72	1,70
113	7,00	62,9	195,6	0,54	0,72	1,67
114	7,00	63,2	196,5	0,54	0,72	1,67
115	6,87	63,7	197,9	0,54	0,72	1,67
116	6,73	64,3	199,8	0,54	0,72	1,67
117	6,60	65,0	201,7	0,54	0,72	1,68
118	6,47	65,6	203,6	0,54	0,71	1,68
119	6,33	66,1	205,0	0,54	0,71	1,68
120	6,33	66,4	205,9	0,54	0,71	1,68
121	6,20	66,8	207,3	0,54	0,71	1,68
122	6,07	67,5	209,2	0,54	0,71	1,68
123	5,93	68,1	211,1	0,54	0,71	1,68
124	5,80	68,7	212,9	0,54	0,71	1,68
125	5,67	69,2	214,3	0,54	0,71	1,68
126	5,67	69,5	215,3	0,54	0,71	1,68
127	5,53	70,0	216,7	0,54	0,71	1,68
128	5,40	70,6	218,5	0,54	0,71	1,69
129	5,27	71,2	220,4	0,55	0,71	1,69
130	5,13	71,9	222,2	0,55	0,71	1,69
131	5,00	72,3	223,6	0,54	0,71	1,68
132	5,00	43,0	543,9	0,32	0,71	4,08
133	4,88	43,4	549,2	0,32	0,53	4,09
134	4,76	43,8	556,3	0,32	0,53	4,10
135	4,64	44,2	563,4	0,32	0,53	4,11
136	4,52	44,7	570,4	0,32	0,53	4,13
137	4,40	45,0	575,7	0,32	0,53	4,14
138	4,40	45,2	580,3	0,32	0,53	4,15
139	4,28	45,5	590,8	0,32	0,52	4,20
140	4,16	46,7	604,9	0,33	0,52	4,26
141	4,04	48,5	619,5	0,34	0,52	4,32
142	3,92	48,9	634,0	0,34	0,52	4,38
143	3,80	49,3	645,6	0,34	0,52	4,43
144	3,80	49,5	653,1	0,34	0,52	4,47
145	3,68	49,8	664,8	0,34	0,52	4,52
146	3,56	50,2	680,8	0,34	0,52	4,59
147	3,44	50,7	695,0	0,34	0,52	4,64
148	3,32	51,1	702,6	0,34	0,52	4,65
149	3,20	51,4	707,9	0,34	0,52	4,66
150	3,20	51,6	711,4	0,34	0,52	4,66
151	3,08	51,9	716,8	0,34	0,52	4,67
152	2,96	52,4	723,8	0,34	0,52	4,68
153	2,84	52,8	730,9	0,34	0,52	4,68
154	2,72	53,2	738,0	0,34	0,52	4,69
155	2,60	53,5	743,3	0,34	0,52	4,70
156	2,60	53,7	746,8	0,34	0,52	4,70
157	2,48	54,0	752,1	0,34	0,52	4,70
158	2,36	54,5	759,2	0,34	0,52	4,71
159	2,24	54,9	766,3	0,34	0,52	4,72
160	2,12	55,3	773,4	0,34	0,52	4,73
161	2,00	55,6	778,7	0,34	0,52	4,73

8.5 Calculation Results

Number of iterations: 4

8.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



8.5.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	16,00	0,0	0,0	-12,5
1	15,50	0,6	2,6	-18,3
2	15,50	0,6	2,6	-18,3
2	15,00	2,8	6,8	-24,1
3	15,00	2,8	6,8	-24,1
3	14,50	7,6	12,5	-30,0
4	14,50	7,6	**-130,3**	-30,0
4	14,03	-52,7	-123,5	-35,5
5	14,03	-52,7	-123,5	-35,5
5	13,55	-109,5	-115,4	-40,9
6	13,55	-109,5	-115,4	-40,9
6	13,50	-115,3	-114,5	-41,5
7	13,50	-115,3	-114,5	-41,5
7	13,02	-168,2	-103,7	-46,6
8	13,02	-168,2	-103,7	-46,6
8	12,53	-215,0	-89,8	-51,2
9	12,53	-215,0	-89,8	-51,2
9	12,05	-254,5	-72,8	-55,3
10	12,05	-254,5	-72,8	-55,3
10	12,00	-258,1	-70,9	-55,7
11	12,00	-258,1	-70,9	-55,7
11	11,75	-274,6	-60,7	-57,4
12	11,75	-274,6	-60,7	-57,4
12	11,65	-280,4	-56,5	-58,1
13	11,65	-280,4	-56,5	-58,1
13	11,00	-310,2	-38,3	-61,4
14	11,00	-310,2	-38,3	-61,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	10,33	**-325,6**	-8,6	**-63,2**
15	10,33	**-325,6**	-8,6	**-63,2**
15	9,67	-322,4	17,5	-63,1
16	9,67	-322,4	17,5	-63,1
16	9,00	-303,1	39,9	-61,4
17	9,00	-303,1	39,9	-61,4
17	8,33	-270,1	58,3	-57,9
18	8,33	-270,1	58,3	-57,9
18	7,67	-225,9	74,0	-53,0
19	7,67	-225,9	74,0	-53,0
19	7,00	-171,8	88,3	-46,9
20	7,00	-171,8	88,3	-46,9
20	6,33	-108,5	101,3	-39,8
21	6,33	-108,5	101,3	-39,8
21	5,67	-36,9	113,6	-32,2
22	5,67	-36,9	113,6	-32,2
22	5,00	43,2	126,8	-24,3
23	5,00	43,2	126,8	-24,3
23	4,40	94,8	47,7	-17,4
24	4,40	94,8	47,7	-17,4
24	3,80	103,0	-18,0	-10,9
25	3,80	103,1	-18,2	-10,9
25	3,20	75,4	-71,2	-4,9
26	3,20	75,4	-71,6	-4,9
26	2,60	26,7	-78,0	0,8
27	2,60	26,6	-77,9	0,8
27	2,00	0,0	-0,1	6,4
Max		**-325,6**	**-130,3**	**-63,2**
Max, minor nodes incl.		-326,4	-130,3	-63,4

8.5.3 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	16,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	15,50	0,00	0,00	-		6,86	0,00	A	
2	15,50	0,00	0,00	-		7,15	0,00	A	
2	15,00	0,00	0,00	-		9,79	0,00	A	
3	15,00	0,00	0,00	-		10,08	0,00	A	
3	14,50	0,00	0,00	-		12,72	0,00	A	
4	14,50	0,00	0,00	-		13,00	0,00	A	
4	14,03	0,00	0,00	-		15,51	0,00	A	
5	14,03	0,00	0,00	-		15,79	0,00	A	
5	13,55	0,00	0,00	-		18,29	0,00	A	
6	13,55	0,00	0,00	-		18,44	0,00	A	
6	13,50	0,00	0,00	-		18,60	0,49	A	
7	13,50	0,00	0,00	-		18,69	0,49	A	
7	13,02	0,00	0,00	-		20,20	5,23	A	
8	13,02	0,00	0,00	-		20,37	5,23	A	
8	12,53	0,00	0,00	-		21,88	9,97	A	
9	12,53	0,00	0,00	-		22,05	9,97	A	
9	12,05	0,00	0,00	-		23,56	14,72	A	
10	12,05	0,00	0,00	-		23,65	14,72	A	
10	12,00	0,00	0,00	-		23,81	15,21	A	
11	12,00	0,00	0,00	-		23,86	15,21	A	
11	11,75	0,00	0,00	-		24,64	17,66	A	
12	11,75	0,00	0,00	-		24,70	17,66	A	
12	11,65	0,00	0,98	-		25,02	18,64	A	
13	11,65	0,00	0,98	P		25,15	18,64	A	
13	11,00	32,03	7,36	P		27,30	25,02	A	
14	11,00	16,06	7,36	P		45,45	25,02	A	14
14	10,33	23,56	13,90	P		48,07	31,56	A	
15	10,33	24,40	13,90	P		48,36	31,56	A	
15	9,67	31,96	20,44	P		50,93	38,10	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* [%]
16	9,67	32,80	20,44	P		51,21	38,10	A	
16	9,00	40,20	26,98	P		53,71	44,64	A	
17	9,00	41,04	26,98	P		53,99	44,64	A	
17	8,33	49,80	33,52	3	99	56,83	51,18	A	
18	8,33	50,63	33,52	3	99	57,15	51,18	A	
18	7,67	54,89	40,06	3	92	59,99	57,72	A	
19	7,67	55,68	40,06	3	91	60,30	57,72	A	
19	7,00	60,12	46,60	3	86	63,13	64,26	A	
20	7,00	60,88	46,60	3	86	63,44	64,26	A	
20	6,33	65,08	53,14	3	82	66,27	70,80	A	
21	6,33	65,82	53,14	3	82	66,58	70,80	A	
21	5,67	67,97	59,68	2	76	69,41	77,34	A	
22	5,67	68,62	59,68	2	76	69,72	77,34	A	
22	5,00	68,82	66,22	2	70	72,38	83,88	A	
23	5,00	203,79	66,22	3	81	43,04	83,88	A	
23	4,40	182,68	72,10	2	70	44,98	89,76	A	
24	4,40	183,71	72,10	2	69	45,20	89,76	A	
24	3,80	165,69	77,99	2	58	49,26	95,65	A	
25	3,80	166,85	77,99	2	57	49,47	95,65	A	
25	3,20	133,63	83,88	1	42	51,40	101,53	A	
26	3,20	134,17	83,88	1	42	51,62	101,53	A	
26	2,60	48,56	89,76	1		94,70	107,42	1	13
27	2,60	49,08	89,76	1		95,02	107,42	1	13
27	2,00	23,69	95,65	A		183,71	113,31	1	24

*

Stat	Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob	Percentage passive mobilized

8.5.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	689,3	644,4
Water	466,3	654,3
Total	1155,6	1298,7

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1263,09 kN
Mobilized passive effective resistance	689,32 kN
Percentage mobilized resistance	54,6 %
Position single support	14,50 m
Maximum passive moment	12651,08 kNm
Mobilized passive moment	6199,47 kNm
Percentage mobilized moment	49,0 %

8.5.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0,72
Partial material factor	1,00
Maximum point resistance	10,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-222,78
Vertical force passive	255,82
Vertical anchor force	-99,99
Resulting vertical force (no dead weight)	-66,95
Vertical toe capacity Ftoe;d	133,20
Vertical toe capacity is sufficient (67 <= 133)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-158,00
Vertical force passive	181,43
Vertical anchor force	-99,99
Resulting vertical force (no dead weight)	-76,56
Vertical toe capacity Ftoe;d	3067,20
Vertical toe capacity is sufficient (77 <= 3067)	

8.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
11,65	Zand, matig vast	4,74	16,00	Zand, matig vast	-39,41
11,00	Klei, matig siltig...	14,15	11,00	Klei, matig siltig...	-24,92
9,00	Klei, zwak siltig...	59,45	9,00	Klei, zwak siltig...	-63,54
5,00	Zand, matig vast	177,48	5,00	Zand, matig vast	-94,92

9 Step 6.5 Stage 4: Definitief met last

9.1 Input Data Left

9.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.1.2 Water Level

Water level: 12,00 [m]

9.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	12,00

9.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	17,50	12,00
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	17,50	12,00
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, matig siltig...	11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, zwak siltig...	9,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, matig vast	5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	5000,00	5000,00
Klei, matig siltig...	11,00	500,00	500,00
Klei, zwak siltig...	9,00	500,00	500,00
Zand, matig vast	5,00	5000,00	5000,00

9.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	11,90	0,3	6,0	0,26	2,36	5,84
2	11,80	0,5	11,9	0,26	2,10	5,84
3	11,70	0,8	17,9	0,26	1,95	5,84
4	11,60	1,1	23,8	0,26	1,85	5,84
5	11,50	1,3	28,3	0,26	1,76	5,84
6	11,50	1,4	31,2	0,26	1,76	5,84
7	11,40	1,6	35,7	0,26	1,70	5,84
8	11,30	1,9	41,7	0,26	1,64	5,84
9	11,20	2,1	47,6	0,26	1,59	5,84
10	11,10	2,4	53,6	0,26	1,55	5,84
11	11,00	2,6	58,0	0,27	1,57	6,02
12	11,00	4,7	26,5	0,47	1,57	2,65
13	10,87	5,0	28,0	0,47	1,81	2,64
14	10,73	5,5	30,0	0,48	1,81	2,62
15	10,60	5,9	31,9	0,48	1,80	2,60
16	10,47	6,3	33,9	0,48	1,78	2,59
17	10,33	6,6	35,4	0,48	1,77	2,58
18	10,33	6,8	36,4	0,48	1,77	2,57
19	10,20	7,1	37,8	0,48	1,75	2,57
20	10,07	7,5	39,8	0,48	1,74	2,56
21	9,93	7,9	41,8	0,48	1,72	2,55
22	9,80	8,3	43,7	0,48	1,70	2,54
23	9,67	8,6	45,2	0,48	1,68	2,54
24	9,67	8,8	46,2	0,48	1,68	2,53
25	9,53	9,1	47,7	0,48	1,67	2,53
26	9,40	9,5	49,7	0,48	1,65	2,52
27	9,27	9,8	51,6	0,48	1,64	2,52
28	9,13	10,2	53,6	0,48	1,62	2,51
29	9,00	10,5	55,1	0,48	1,59	2,50
30	9,00	10,7	56,2	0,48	1,59	2,49
31	8,87	11,1	57,9	0,48	1,57	2,49
32	8,73	11,5	60,2	0,48	1,55	2,49
33	8,60	12,0	62,5	0,48	1,53	2,48
34	8,47	12,4	64,9	0,48	1,52	2,48
35	8,33	12,8	66,6	0,48	1,50	2,48
36	8,33	13,0	67,7	0,48	1,50	2,48
37	8,20	13,3	69,5	0,48	1,48	2,48
38	8,07	13,8	71,8	0,48	1,47	2,47
39	7,93	14,2	74,1	0,48	1,45	2,47
40	7,80	14,7	76,4	0,48	1,44	2,47
41	7,67	15,0	78,2	0,48	1,42	2,47
42	7,67	15,3	79,3	0,48	1,42	2,47
43	7,53	15,6	81,1	0,48	1,41	2,47
44	7,40	16,1	83,4	0,47	1,39	2,47
45	7,27	16,5	85,7	0,47	1,38	2,47
46	7,13	17,0	88,0	0,47	1,37	2,46
47	7,00	17,3	89,8	0,47	1,36	2,46
48	7,00	17,5	90,9	0,47	1,36	2,46
49	6,87	17,9	92,7	0,47	1,34	2,46
50	6,73	18,3	95,0	0,47	1,33	2,46
51	6,60	18,8	97,3	0,47	1,32	2,46
52	6,47	19,2	99,6	0,47	1,31	2,46
53	6,33	19,6	101,4	0,47	1,30	2,46
54	6,33	19,8	102,6	0,47	1,30	2,46
55	6,20	20,1	104,3	0,47	1,29	2,46
56	6,07	20,6	106,6	0,47	1,28	2,46
57	5,93	21,0	109,0	0,47	1,27	2,46
58	5,80	21,5	111,3	0,47	1,26	2,46
59	5,67	21,8	113,0	0,47	1,25	2,46
60	5,67	22,0	114,2	0,47	1,25	2,46
61	5,53	22,4	115,9	0,47	1,24	2,45

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
62	5,40	22,8	118,3	0,47	1,23	2,45
63	5,27	23,3	120,6	0,47	1,22	2,45
64	5,13	23,7	122,9	0,47	1,22	2,45
65	5,00	24,1	124,7	0,47	1,20	2,44
66	5,00	12,2	324,7	0,24	1,20	6,27
67	4,88	12,5	325,1	0,24	0,95	6,17
68	4,76	12,9	327,9	0,24	0,94	6,08
69	4,64	13,3	332,2	0,24	0,93	6,03
70	4,52	13,7	337,4	0,24	0,92	5,99
71	4,40	13,9	341,6	0,24	0,91	5,96
72	4,40	14,1	344,5	0,24	0,91	5,95
73	4,28	14,4	349,0	0,25	0,91	5,94
74	4,16	14,8	355,3	0,25	0,90	5,92
75	4,04	15,1	361,7	0,25	0,89	5,91
76	3,92	15,5	368,3	0,25	0,88	5,90
77	3,80	15,8	373,3	0,25	0,87	5,89
78	3,80	16,0	376,6	0,25	0,87	5,88
79	3,68	16,2	381,7	0,25	0,87	5,88
80	3,56	16,6	388,5	0,25	0,86	5,87
81	3,44	16,9	395,3	0,25	0,85	5,87
82	3,32	17,3	402,2	0,25	0,85	5,86
83	3,20	17,5	407,4	0,25	0,84	5,86
84	3,20	17,7	410,9	0,25	0,84	5,86
85	3,08	18,0	416,1	0,25	0,83	5,86
86	2,96	18,3	423,0	0,25	0,83	5,86
87	2,84	18,7	430,0	0,25	0,82	5,85
88	2,72	19,0	437,0	0,25	0,82	5,85
89	2,60	19,3	442,3	0,25	0,81	5,85
90	2,60	19,4	445,8	0,25	0,81	5,85
91	2,48	19,7	451,1	0,26	0,80	5,85
92	2,36	20,0	458,1	0,26	0,80	5,85
93	2,24	20,3	465,2	0,26	0,79	5,84
94	2,12	20,7	472,2	0,26	0,79	5,84
95	2,00	20,9	477,5	0,26	0,78	5,84

9.3 Input Data Right

9.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.3.2 Water Level

Water level: 13,50 [m]

9.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	16,00
12,15	17,00

9.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	17,50	12,00
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	17,50	12,00
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, matig siltig...	11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, zwak siltig...	9,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, matig vast	5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	5000,00	5000,00
Klei, matig siltig...	11,00	500,00	500,00
Klei, zwak siltig...	9,00	500,00	500,00
Zand, matig vast	5,00	5000,00	5000,00

9.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	15,90	3,2	88,3	0,26	1,13	7,15
2	15,80	3,7	101,8	0,26	0,91	7,09
3	15,70	4,2	115,3	0,26	0,81	7,08
4	15,60	4,7	128,8	0,26	0,74	7,09
5	15,50	5,1	138,9	0,26	0,69	7,09
6	15,50	5,4	145,6	0,26	0,69	7,09
7	15,40	5,7	155,7	0,26	0,65	7,09
8	15,30	6,2	169,2	0,26	0,62	7,09
9	15,20	6,7	182,7	0,26	0,60	7,10
10	15,10	7,2	196,1	0,26	0,58	7,10
11	15,00	7,6	206,3	0,26	0,58	7,10
12	15,00	7,8	213,0	0,26	0,58	7,10
13	14,90	8,2	223,1	0,26	0,56	7,10
14	14,80	8,7	236,6	0,26	0,55	7,10
15	14,70	9,2	250,0	0,26	0,54	7,10
16	14,60	9,7	263,5	0,26	0,54	7,10
17	14,50	10,1	273,6	0,26	0,53	7,10
18	14,50	10,3	280,4	0,26	0,53	7,10
19	14,40	10,7	290,5	0,26	0,52	7,10
20	14,30	11,2	304,0	0,26	0,52	7,11
21	14,20	11,7	317,4	0,26	0,52	7,11
22	14,10	12,2	330,9	0,26	0,51	7,11
23	14,00	12,5	341,0	0,26	0,51	7,11
24	14,00	12,8	347,7	0,26	0,51	7,11
25	13,90	13,2	357,9	0,26	0,51	7,11
26	13,80	13,7	371,3	0,26	0,50	7,11
27	13,70	14,1	384,8	0,26	0,50	7,11
28	13,60	14,6	398,3	0,26	0,50	7,11

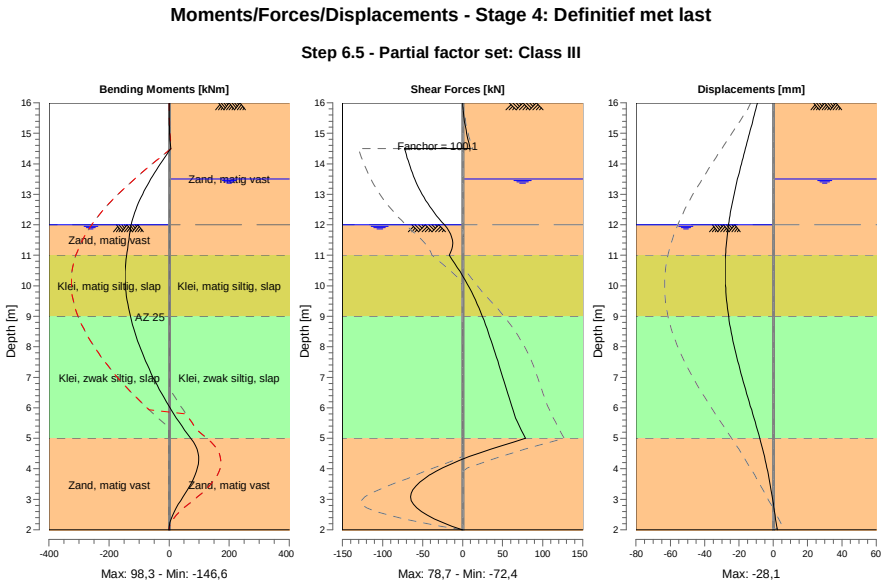
Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
29	13,50	15,0	408,4	0,26	0,50	7,11
30	13,50	15,2	414,0	0,26	0,50	7,11
31	13,40	15,4	420,6	0,26	0,50	7,13
32	13,30	15,7	429,4	0,26	0,50	7,14
33	13,20	16,0	438,2	0,26	0,50	7,16
34	13,10	16,3	447,0	0,26	0,50	7,17
35	13,00	16,5	453,7	0,26	0,49	7,18
36	13,00	16,7	458,1	0,26	0,49	7,19
37	12,90	16,9	464,7	0,26	0,49	7,20
38	12,80	17,2	473,5	0,26	0,49	7,21
39	12,70	17,5	482,3	0,26	0,49	7,22
40	12,60	17,8	491,1	0,26	0,49	7,23
41	12,50	18,0	497,8	0,26	0,49	7,24
42	12,50	18,1	502,2	0,26	0,49	7,25
43	12,40	18,4	508,8	0,26	0,49	7,26
44	12,30	18,6	517,6	0,26	0,49	7,27
45	12,20	18,9	526,4	0,26	0,49	7,28
46	12,10	19,2	535,8	0,26	0,49	7,30
47	12,00	19,4	548,7	0,26	0,49	7,39
48	12,00	19,6	559,2	0,26	0,49	7,47
49	11,90	19,8	575,7	0,26	0,49	7,61
50	11,80	20,1	598,7	0,26	0,49	7,80
51	11,70	20,4	617,8	0,26	0,49	7,93
52	11,60	20,7	622,3	0,26	0,49	7,88
53	11,50	20,9	625,3	0,26	0,49	7,84
54	11,50	21,1	627,4	0,26	0,49	7,81
55	11,40	21,3	630,7	0,26	0,49	7,77
56	11,30	21,6	635,2	0,26	0,49	7,72
57	11,20	21,9	639,8	0,26	0,49	7,67
58	11,10	22,1	644,6	0,26	0,49	7,63
59	11,00	22,4	648,2	0,26	0,49	7,62
60	11,00	38,2	366,4	0,45	0,49	4,29
61	10,87	38,7	366,6	0,45	0,68	4,26
62	10,73	39,2	366,9	0,45	0,68	4,21
63	10,60	39,7	367,3	0,45	0,68	4,17
64	10,47	40,3	367,6	0,45	0,68	4,13
65	10,33	40,7	367,8	0,45	0,68	4,10
66	10,33	40,9	368,0	0,45	0,68	4,08
67	10,20	41,3	368,2	0,46	0,68	4,06
68	10,07	41,8	368,5	0,46	0,68	4,02
69	9,93	42,4	358,8	0,46	0,68	3,87
70	9,80	42,9	258,7	0,46	0,68	2,76
71	9,67	43,3	258,7	0,46	0,68	2,74
72	9,67	43,5	258,7	0,46	0,68	2,73
73	9,53	43,9	258,7	0,46	0,67	2,71
74	9,40	44,4	258,6	0,46	0,67	2,68
75	9,27	44,9	258,6	0,46	0,67	2,66
76	9,13	45,4	258,6	0,46	0,67	2,63
77	9,00	45,8	258,7	0,46	0,67	2,61
78	9,00	46,1	258,8	0,46	0,67	2,60
79	8,87	46,5	259,0	0,46	0,67	2,58
80	8,73	47,1	259,4	0,46	0,67	2,56
81	8,60	47,6	259,8	0,46	0,67	2,54
82	8,47	48,2	260,2	0,47	0,67	2,51
83	8,33	48,6	260,5	0,47	0,67	2,50
84	8,33	48,9	260,7	0,47	0,67	2,49
85	8,20	49,3	261,0	0,47	0,67	2,47
86	8,07	49,9	261,5	0,47	0,67	2,45
87	7,93	50,4	261,9	0,47	0,67	2,43
88	7,80	51,0	262,3	0,47	0,67	2,41
89	7,67	51,4	262,6	0,47	0,67	2,40
90	7,67	51,7	262,9	0,47	0,67	2,39
91	7,53	52,1	263,2	0,47	0,67	2,37
92	7,40	52,7	263,6	0,47	0,67	2,36

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
93	7,27	53,2	264,1	0,47	0,67	2,34
94	7,13	53,8	241,7	0,47	0,67	2,12
95	7,00	54,2	236,3	0,47	0,67	2,06
96	7,00	54,5	237,4	0,47	0,62	2,06
97	6,87	54,9	239,1	0,47	0,62	2,06
98	6,73	55,5	241,3	0,47	0,62	2,06
99	6,60	56,0	243,4	0,47	0,62	2,06
100	6,47	56,6	245,6	0,47	0,62	2,06
101	6,33	57,0	247,3	0,47	0,62	2,06
102	6,33	57,3	248,3	0,48	0,68	2,06
103	6,20	57,7	250,0	0,48	0,68	2,06
104	6,07	58,2	252,2	0,48	0,68	2,06
105	5,93	58,8	254,3	0,48	0,68	2,06
106	5,80	59,3	256,5	0,48	0,68	2,06
107	5,67	59,7	258,1	0,48	0,68	2,06
108	5,67	60,0	259,2	0,48	0,68	2,06
109	5,53	60,4	260,8	0,48	0,68	2,06
110	5,40	61,0	263,0	0,48	0,68	2,06
111	5,27	61,5	265,2	0,48	0,68	2,06
112	5,13	62,1	267,3	0,48	0,68	2,06
113	5,00	62,5	269,0	0,48	0,68	2,06
114	5,00	35,0	668,6	0,27	0,68	5,09
115	4,88	35,3	675,2	0,27	0,47	5,11
116	4,76	35,7	684,1	0,27	0,47	5,12
117	4,64	36,1	692,9	0,27	0,47	5,14
118	4,52	36,4	701,7	0,27	0,47	5,16
119	4,40	36,7	708,3	0,27	0,47	5,17
120	4,40	36,9	715,7	0,27	0,47	5,20
121	4,28	37,2	730,3	0,27	0,47	5,27
122	4,16	37,6	750,1	0,27	0,47	5,36
123	4,04	37,9	770,7	0,27	0,47	5,46
124	3,92	38,3	791,5	0,27	0,47	5,56
125	3,80	38,6	807,9	0,27	0,47	5,63
126	3,80	38,8	818,8	0,27	0,47	5,68
127	3,68	39,0	828,8	0,27	0,47	5,72
128	3,56	39,4	837,5	0,27	0,47	5,73
129	3,44	39,8	846,3	0,27	0,47	5,74
130	3,32	40,1	855,0	0,27	0,47	5,75
131	3,20	40,4	861,6	0,27	0,47	5,75
132	3,20	40,6	866,0	0,27	0,47	5,76
133	3,08	40,9	872,5	0,27	0,47	5,76
134	2,96	41,2	881,3	0,27	0,46	5,77
135	2,84	41,6	890,1	0,27	0,46	5,78
136	2,72	42,0	898,8	0,27	0,46	5,79
137	2,60	42,2	905,4	0,27	0,46	5,80
138	2,60	42,4	909,8	0,27	0,46	5,80
139	2,48	42,7	916,4	0,27	0,46	5,81
140	2,36	43,1	925,2	0,27	0,46	5,82
141	2,24	43,4	934,0	0,27	0,46	5,83
142	2,12	43,8	942,7	0,27	0,46	5,84
143	2,00	44,0	949,3	0,27	0,46	5,84

9.5 Calculation Results

Number of iterations: 4

9.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



9.5.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	16,00	0,0	0,0	-9,2
1	15,50	0,4	1,9	-11,5
2	15,50	0,4	1,9	-11,5
2	15,00	2,1	5,1	-13,9
3	15,00	2,1	5,1	-13,9
3	14,50	5,7	9,6	-16,2
4	14,50	5,7	-72,4	-16,2
4	14,00	-29,1	-66,7	-18,6
5	14,00	-29,1	-66,7	-18,6
5	13,50	-60,8	-59,7	-20,8
6	13,50	-60,8	-59,7	-20,8
6	13,00	-88,5	-50,6	-22,9
7	13,00	-88,5	-50,6	-22,9
7	12,50	-110,8	-38,2	-24,7
8	12,50	-110,8	-38,2	-24,7
8	12,00	-126,2	-22,7	-26,1
9	12,00	-126,2	-22,7	-26,1
9	11,50	-134,4	-12,6	-27,2
10	11,50	-134,4	-12,6	-27,2
10	11,00	-141,2	-16,8	-27,9
11	11,00	-141,2	-16,8	-27,9
11	10,33	**-146,6**	-0,1	**-28,0**
12	10,33	**-146,6**	-0,1	**-28,0**
12	9,67	-142,0	13,7	-27,4
13	9,67	-142,0	13,7	-27,4
13	9,00	-129,0	24,8	-26,1
14	9,00	-129,0	24,8	-26,1
14	8,33	-109,4	34,0	-24,0
15	8,33	-109,3	34,0	-24,0
15	7,67	-83,9	42,3	-21,3
16	7,67	-83,9	42,3	-21,3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	7,00	-53,0	50,3	-18,2
17	7,00	-53,0	50,3	-18,2
17	6,33	-16,9	58,1	-14,8
18	6,33	-16,9	58,1	-14,8
18	5,67	24,5	66,4	-11,2
19	5,67	24,5	66,4	-11,2
19	5,00	72,6	**78,7**	-7,9
20	5,00	72,6	**78,7**	-7,9
20	4,40	98,1	8,1	-5,2
21	4,40	98,1	8,0	-5,2
21	3,80	86,9	-40,8	-2,9
22	3,80	86,9	-40,8	-2,9
22	3,20	54,0	-64,3	-1,0
23	3,20	54,0	-64,3	-1,0
23	2,60	17,3	-51,5	0,7
24	2,60	17,3	-51,5	0,7
24	2,00	0,0	0,0	2,3
Max		**-146,6**	**78,7**	**-28,0**
Max, minor nodes incl.		-146,6	78,7	-28,1

9.5.3 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	16,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	15,50	0,00	0,00	-		5,11	0,00	A	
2	15,50	0,00	0,00	-		5,35	0,00	A	
2	15,00	0,00	0,00	-		7,58	0,00	A	
3	15,00	0,00	0,00	-		7,83	0,00	A	
3	14,50	0,00	0,00	-		10,06	0,00	A	
4	14,50	0,00	0,00	-		10,31	0,00	A	
4	14,00	0,00	0,00	-		12,54	0,00	A	
5	14,00	0,00	0,00	-		12,79	0,00	A	
5	13,50	0,00	0,00	-		15,02	0,00	A	
6	13,50	0,00	0,00	-		15,21	0,00	A	
6	13,00	0,00	0,00	-		16,53	4,91	A	
7	13,00	0,00	0,00	-		16,67	4,91	A	
7	12,50	0,00	0,00	-		17,99	9,81	A	
8	12,50	0,00	0,00	-		18,13	9,81	A	
8	12,00	0,00	0,00	-		19,45	14,72	A	
9	12,00	0,00	0,00	P		19,59	14,72	A	
9	11,50	28,26	4,91	P		20,91	19,62	A	
10	11,50	31,24	4,91	P		21,05	19,62	A	
10	11,00	59,82	9,81	P		22,44	24,53	A	
11	11,00	24,77	9,81	3	90	38,42	24,53	A	
11	10,33	32,64	16,35	3	90	40,85	31,07	A	
12	10,33	33,40	16,35	3	89	41,11	31,07	A	
12	9,67	39,35	22,89	3	85	43,45	37,61	A	
13	9,67	40,09	22,89	3	85	43,71	37,61	A	
13	9,00	45,37	29,43	3	81	45,95	44,15	A	
14	9,00	46,12	29,43	3	81	46,21	44,15	A	
14	8,33	50,27	35,97	2	75	48,74	50,69	A	
15	8,33	50,99	35,97	2	75	49,02	50,69	A	
15	7,67	53,90	42,51	2	68	51,54	57,23	A	
16	7,67	54,59	42,51	2	68	51,82	57,23	A	
16	7,00	57,06	49,05	2	63	54,33	63,77	A	
17	7,00	57,71	49,05	2	63	54,61	63,77	A	
17	6,33	59,85	55,59	2	59	57,10	70,31	A	
18	6,33	60,47	55,59	2	59	57,38	70,31	A	
18	5,67	62,40	62,13	2	55	62,70	76,85	1	
19	5,67	63,00	62,13	2	55	63,05	76,85	1	
19	5,00	65,23	68,67	2	52	72,53	83,39	1	
20	5,00	177,60	68,67	2	55	34,99	83,39	A	
20	4,40	155,53	74,56	1	46	36,68	89,27	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* [%]
21	4,40	156,09	74,56	1	45	36,87	89,27	A	
21	3,80	112,78	80,44	1	30	38,53	95,16	A	
22	3,80	113,31	80,44	1	30	38,72	95,16	A	
22	3,20	77,49	86,33	1	19	50,43	101,04	1	
23	3,20	78,00	86,33	1	19	50,73	101,04	1	
23	2,60	46,89	92,21	1		86,53	106,93	1	10
24	2,60	47,39	92,21	1		86,82	106,93	1	10
24	2,00	20,90	98,10	A		120,95	112,82	1	13

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

9.5.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	624,7	548,7
Water	490,5	648,7
Total	1115,2	1197,4

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1657,09 kN
Mobilized passive effective resistance	624,73 kN
Percentage mobilized resistance	37,7 %
Position single support	14,50 m
Maximum passive moment	16401,81 kNm
Mobilized passive moment	5276,32 kNm
Percentage mobilized moment	32,2 %

9.5.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0,72
Partial material factor	1,25
Maximum point resistance	10,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-222,81
Vertical force passive	265,73
Vertical anchor force	-57,39
Resulting vertical force (no dead weight)	-14,47
Vertical toe capacity Ftoe;d	106,56
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 107)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-158,02
Vertical force passive	188,46
Vertical anchor force	-57,39
Resulting vertical force (no dead weight)	-26,95
Vertical toe capacity Ftoe;d	2453,76
Vertical toe capacity is sufficient (27 <= 2454)	

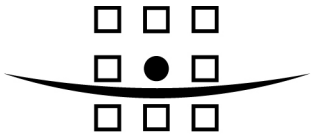
9.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
12,00	Zand, matig vast	16,11	16,00	Zand, matig vast	-37,45
11,00	Klei, matig siltig...	21,69	11,00	Klei, matig siltig...	-25,33
9,00	Klei, zwak siltig...	68,15	9,00	Klei, zwak siltig...	-66,68
5,00	Zand, matig vast	159,78	5,00	Zand, matig vast	-93,35

End of Report

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares



ROYAL HASKONING

Company:	Royal Haskoning
Date of report:	2/1/2012
Time of report:	1:54:22 PM
Date of calculation:	2/1/2012
Time of calculation:	1:53:52 PM
Filename:	L:\..\Geotechniek\Damwand\D-Sheet\Def nieuw AZ 18 laag - 20120119
Project identification:	Regelwerk Pannerden Damwand langs dijkzijde AZ 18, 2,5 m kerend

Verification according to CUR 166

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Anchors and Struts 3
2.3 Overall Stability per Stage 3
3 Input Data for all Stages 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Sheet Piling Properties 4
3.3 Calculation Options 4
4 Outline Stage 1: Aanbrengen 6
5 Outline Stage 2: Verankering 7
6 Outline Stage 3: Definitief 8
7 Outline Stage 4: Definitief met last 9
8 Step 6.3 Stage 4: Definitief met last 10
8.1 Input Data Left 10
8.1.1 Calculation Method 10
8.1.2 Water Level 10
8.1.3 Surface 10
8.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 10
8.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 10
8.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 11
8.3 Input Data Right 12
8.3.1 Calculation Method 12
8.3.2 Water Level 12
8.3.3 Surface 13
8.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 13
8.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 13
8.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 13
8.5 Calculation Results 16
8.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 16
8.5.2 Moments, Forces and Displacements 16
8.5.3 Stresses 17
8.5.4 Soil Collapse 18
8.5.5 Vertical Force Balance 19
8.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer 19
9 Step 6.5 Stage 4: Definitief met last 20
9.1 Input Data Left 20
9.1.1 Calculation Method 20
9.1.2 Water Level 20
9.1.3 Surface 20
9.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 20
9.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 20
9.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 21
9.3 Input Data Right 22
9.3.1 Calculation Method 22
9.3.2 Water Level 22
9.3.3 Surface 23
9.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 23
9.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 23
9.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 23
9.5 Calculation Results 26
9.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 26
9.5.2 Moments, Forces and Displacements 26
9.5.3 Stresses 27
9.5.4 Soil Collapse 28
9.5.5 Vertical Force Balance 28
9.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer 28

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.3		4,4	4,5	0,0	34,7	Upwards
1	CUR-Step 6.4		3,1	3,7	0,0	34,6	Upwards
1	CUR-Step 6.5	0,0	0,4	0,3	0,0	26,0	Sufficient
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		0,4	0,3			
2	CUR-Step 6.3		-21,3	20,1	31,0	36,8	Upwards
2	CUR-Step 6.4		13,8	15,3	30,8	36,6	Upwards
2	CUR-Step 6.5	-1,7	-14,0	12,1	23,0	27,4	Upwards
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		-16,8	14,6			
3	CUR-Step 6.3		-142,2	-74,3	40,6	46,8	Sufficient
3	CUR-Step 6.4		-119,0	-69,2	41,2	47,8	Sufficient
3	CUR-Step 6.5	-13,6	-51,1	43,0	27,4	32,9	Upwards
3	CUR-Step 6.5 * 1,20		-61,3	51,6			
4	CUR-Step 6.3		**-184,8**	**-93,5**	44,1	50,3	Sufficient
4	CUR-Step 6.4		-153,3	-87,7	**45,2**	**51,9**	Sufficient
4	CUR-Step 6.5	**-18,9**	-71,2	51,6	28,8	34,5	Upwards
4	CUR-Step 6.5 * 1,20		-85,4	61,9			
Max		**-18,9**	**-184,8**	**-93,5**	**45,2**	**51,9**	Sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut Groutanker (35)	
		Force [kN]	State
2	Step 6.3	9,00	Elastic
2	Step 6.4	4,77	Elastic
2	Step 6.5 * 1,20	-	
3	Step 6.3	94,66	Elastic
3	Step 6.4	86,23	Elastic
3	Step 6.5 * 1,20	53,59	Elastic
4	Step 6.3	122,29	Elastic
4	Step 6.4	111,34	Elastic
4	Step 6.5 * 1,20	74,72	Elastic

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen	2,49
Verankering	2,27
Definitief	1,94
Definitief met last	1,73

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	4
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	12,50 m
Level top side	14,50 m
Number of sections	1
Pr;max;point	8,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 18	2,00	14,50	7,1820E+04	1,00	432,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 18	2,00	14,50	0,74	0,74	corrosie 100 jaar

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 18	2,00	14,50	5,3150E+04	319,68

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²]
AZ 18	2,00	14,50	380,00	1,35	150,00

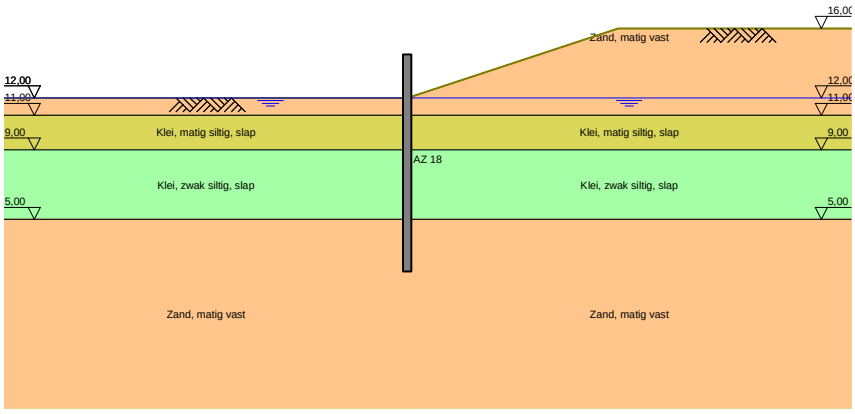
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	Yes
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method A: Partial factors (design values) in all stages
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	Class III
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,10
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of subgrade reactions	1,30

Geometry modification		
- Reduction in surface level on passive side	0,35 m	
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m	
Overall stability factors		
- Driving moment	1,10	
- Cohesion	1,50	
- Tangent phi	1,20	
Vertical balance factors		
- Gamma m:b4	1,00	User defined

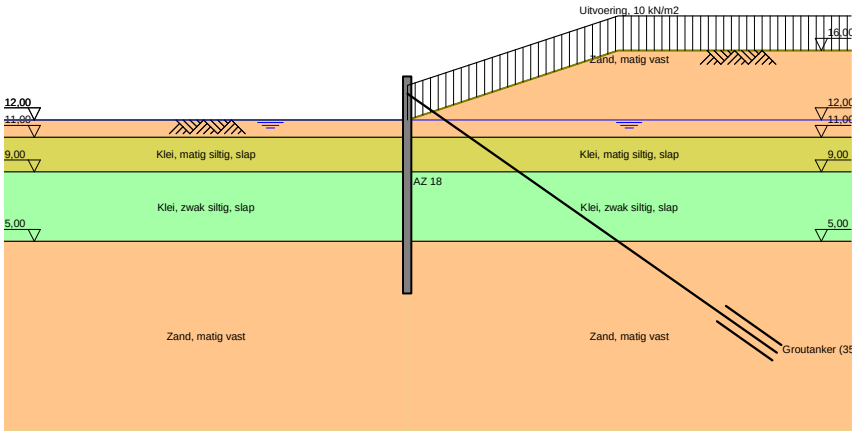
4 Outline Stage 1: Aanbrengen

Outline - Stage 1: Aanbrengen



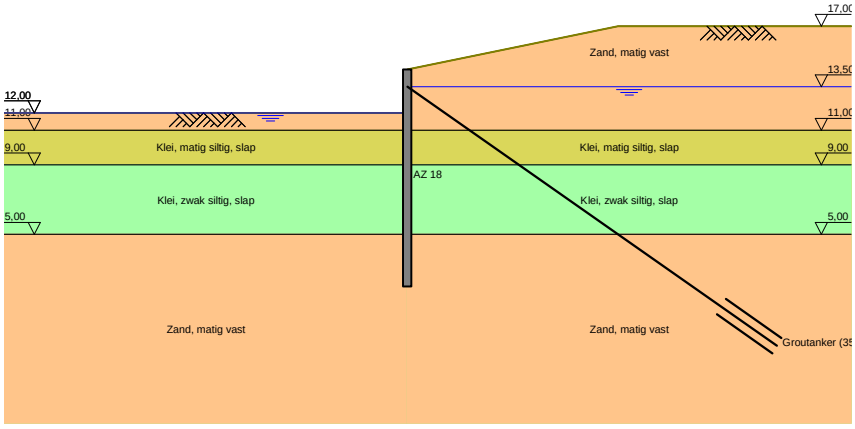
5 Outline Stage 2: Verankering

Outline - Stage 2: Verankering



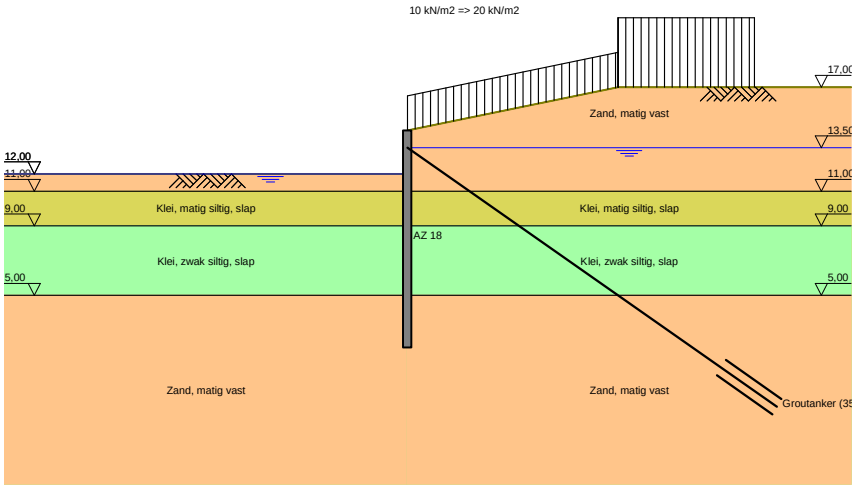
6 Outline Stage 3: Definitief

Outline - Stage 3: Definitief



7 Outline Stage 4: Definitief met last

Outline - Stage 4: Definitief met last



8 Step 6.3 Stage 4: Definitief met last

8.1 Input Data Left

8.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.1.2 Water Level

Water level: 11,75 [m]

8.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,65

8.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	14,72	10,10
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	14,72	10,10
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei, matig siltig...	11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, zwak siltig...	9,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, matig vast	5,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	3846,15	3846,15
Klei, matig siltig...	11,00	384,62	384,62
Klei, zwak siltig...	9,00	384,62	384,62
Zand, matig vast	5,00	3846,15	3846,15

8.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	11,59	0,2	3,2	0,31	4,78	4,78
2	11,52	0,4	6,3	0,31	4,78	4,78
3	11,46	0,6	9,5	0,31	4,78	4,78
4	11,39	0,8	12,7	0,31	3,95	4,78
5	11,32	1,0	15,0	0,31	3,42	4,78
6	11,32	1,1	16,6	0,31	3,42	4,78
7	11,26	1,2	19,0	0,31	3,06	4,78
8	11,20	1,4	22,1	0,31	2,80	4,78
9	11,13	1,6	25,3	0,31	2,60	4,78
10	11,07	1,8	28,5	0,31	2,44	4,78
11	11,00	2,0	30,8	0,32	2,40	4,92
12	11,00	3,5	14,7	0,54	2,26	2,26
13	10,90	3,8	15,7	0,54	2,25	2,25
14	10,80	4,1	16,9	0,54	2,23	2,23
15	10,70	4,5	18,2	0,54	2,21	2,21
16	10,60	4,8	19,5	0,54	2,20	2,20
17	10,50	5,0	20,4	0,54	2,19	2,19
18	10,50	5,2	21,0	0,54	2,19	2,19
19	10,40	5,5	22,0	0,54	2,18	2,18
20	10,30	5,8	23,2	0,54	2,17	2,17
21	10,20	6,1	24,5	0,54	2,17	2,17
22	10,10	6,4	25,8	0,54	2,16	2,16
23	10,00	6,7	26,7	0,54	2,15	2,15
24	10,00	6,9	27,3	0,54	2,15	2,15
25	9,90	7,1	28,3	0,54	2,15	2,15
26	9,80	7,4	29,6	0,54	2,11	2,14
27	9,70	7,8	30,8	0,54	2,08	2,14
28	9,60	8,1	32,1	0,54	2,05	2,14
29	9,50	8,3	33,0	0,54	2,02	2,13
30	9,50	8,5	33,7	0,54	2,02	2,13
31	9,40	8,7	34,6	0,54	1,99	2,13
32	9,30	9,1	35,9	0,54	1,96	2,13
33	9,20	9,4	37,2	0,54	1,93	2,12
34	9,10	9,7	38,4	0,54	1,91	2,12
35	9,00	10,0	39,4	0,53	1,87	2,11
36	9,00	10,2	40,1	0,53	1,87	2,11
37	8,89	10,5	41,4	0,53	1,84	2,11
38	8,77	10,9	43,1	0,53	1,81	2,10
39	8,66	11,4	44,8	0,53	1,78	2,10
40	8,54	11,8	46,5	0,53	1,75	2,10
41	8,43	12,1	47,8	0,53	1,73	2,10
42	8,43	12,3	48,6	0,53	1,73	2,10
43	8,31	12,7	49,9	0,53	1,70	2,10
44	8,20	13,1	51,6	0,53	1,68	2,10
45	8,09	13,5	53,3	0,53	1,66	2,10
46	7,97	14,0	55,0	0,53	1,64	2,10
47	7,86	14,3	56,3	0,53	1,62	2,10
48	7,86	14,5	57,1	0,53	1,62	2,10
49	7,74	14,8	58,4	0,53	1,60	2,09
50	7,63	15,3	60,1	0,53	1,58	2,09
51	7,51	15,7	61,8	0,53	1,56	2,09
52	7,40	16,2	63,5	0,53	1,54	2,09
53	7,29	16,5	64,8	0,53	1,52	2,09
54	7,29	16,7	65,6	0,53	1,52	2,09
55	7,17	17,0	66,9	0,53	1,51	2,09
56	7,06	17,5	68,6	0,53	1,49	2,09
57	6,94	17,9	70,3	0,53	1,48	2,09
58	6,83	18,3	72,0	0,53	1,46	2,09
59	6,71	18,7	73,3	0,53	1,45	2,09
60	6,71	18,9	74,2	0,53	1,45	2,09
61	6,60	19,2	75,4	0,53	1,44	2,09

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
62	6,49	19,6	77,1	0,53	1,42	2,09
63	6,37	20,1	78,8	0,53	1,41	2,09
64	6,26	20,5	80,6	0,53	1,40	2,09
65	6,14	20,8	81,8	0,53	1,39	2,09
66	6,14	21,0	82,7	0,53	1,39	2,09
67	6,03	21,4	84,0	0,53	1,37	2,09
68	5,91	21,8	85,7	0,53	1,36	2,09
69	5,80	22,2	87,4	0,53	1,35	2,09
70	5,69	22,7	89,1	0,53	1,34	2,09
71	5,57	23,0	90,4	0,53	1,33	2,09
72	5,57	23,2	91,2	0,53	1,33	2,09
73	5,46	23,5	92,5	0,53	1,32	2,09
74	5,34	24,0	94,2	0,53	1,31	2,09
75	5,23	24,4	95,9	0,53	1,30	2,09
76	5,11	24,9	97,6	0,53	1,29	2,09
77	5,00	25,2	98,9	0,53	1,27	2,08
78	5,00	13,9	251,2	0,29	1,27	5,21
79	4,88	14,2	250,1	0,29	1,01	5,09
80	4,76	14,6	251,6	0,29	1,00	4,99
81	4,64	15,1	254,7	0,29	0,98	4,94
82	4,52	15,5	258,8	0,29	0,97	4,90
83	4,40	15,8	262,1	0,29	0,96	4,88
84	4,40	16,0	264,5	0,29	0,96	4,87
85	4,28	16,3	268,2	0,30	0,95	4,85
86	4,16	16,7	273,3	0,30	0,94	4,84
87	4,04	17,1	278,5	0,30	0,93	4,83
88	3,92	17,5	283,9	0,30	0,92	4,82
89	3,80	17,8	288,0	0,30	0,91	4,81
90	3,80	18,0	290,7	0,30	0,91	4,81
91	3,68	18,3	294,9	0,30	0,91	4,80
92	3,56	18,7	300,4	0,30	0,90	4,80
93	3,44	19,1	306,1	0,30	0,89	4,79
94	3,32	19,5	311,7	0,30	0,88	4,79
95	3,20	19,8	315,9	0,30	0,87	4,79
96	3,20	20,0	318,8	0,30	0,87	4,79
97	3,08	20,3	323,1	0,30	0,87	4,79
98	2,96	20,7	328,8	0,30	0,86	4,78
99	2,84	21,1	334,5	0,30	0,85	4,78
100	2,72	21,5	340,2	0,30	0,85	4,78
101	2,60	21,8	344,5	0,30	0,84	4,78
102	2,60	22,0	347,4	0,30	0,84	4,78
103	2,48	22,3	351,7	0,30	0,83	4,78
104	2,36	22,6	357,5	0,30	0,83	4,78
105	2,24	23,0	363,3	0,30	0,82	4,78
106	2,12	23,4	369,0	0,30	0,82	4,77
107	2,00	23,7	373,4	0,30	0,81	4,77

8.3 Input Data Right

8.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.3.2 Water Level

Water level: 13,55 [m]

8.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	14,50
12,15	17,00

8.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	14,72	10,10
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	14,72	10,10
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei, matig siltig...	11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, zwak siltig...	9,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, matig vast	5,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	3846,15	3846,15
Klei, matig siltig...	11,00	384,62	384,62
Klei, zwak siltig...	9,00	384,62	384,62
Zand, matig vast	5,00	3846,15	3846,15

8.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	14,41	4,2	102,8	0,31	1,41	7,55
2	14,31	4,9	117,8	0,31	1,20	7,49
3	14,22	5,5	132,8	0,31	1,10	7,52
4	14,12	6,1	147,8	0,31	1,03	7,55
5	14,03	6,6	159,0	0,31	0,97	7,57
6	14,03	6,9	166,5	0,31	0,97	7,59
7	13,93	7,4	177,8	0,31	0,93	7,60
8	13,84	8,0	192,8	0,32	0,90	7,62
9	13,74	8,6	207,8	0,32	0,88	7,64
10	13,65	9,2	222,8	0,32	0,86	7,65
11	13,55	9,7	234,1	0,32	0,84	7,66
12	13,55	9,8	238,1	0,32	0,84	7,66

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
13	13,54	9,9	239,0	0,32	0,82	7,67
14	13,53	9,9	240,1	0,32	0,81	7,67
15	13,52	10,0	241,3	0,32	0,80	7,68
16	13,51	10,0	242,5	0,32	0,80	7,69
17	13,50	10,0	243,4	0,32	0,79	7,69
18	13,50	10,1	246,5	0,32	0,79	7,71
19	13,40	10,4	254,9	0,32	0,78	7,76
20	13,31	10,8	266,2	0,32	0,76	7,81
21	13,21	11,3	277,4	0,32	0,75	7,87
22	13,11	11,7	288,7	0,32	0,74	7,92
23	13,02	12,0	297,2	0,32	0,74	7,95
24	13,02	12,2	302,8	0,32	0,74	7,98
25	12,92	12,5	311,2	0,32	0,74	8,01
26	12,82	12,9	322,5	0,32	0,73	8,05
27	12,73	13,3	333,7	0,32	0,72	8,09
28	12,63	13,7	345,0	0,32	0,71	8,12
29	12,53	14,0	353,4	0,32	0,70	8,15
30	12,53	14,2	359,0	0,32	0,70	8,17
31	12,44	14,5	367,4	0,32	0,70	8,19
32	12,34	14,9	378,7	0,32	0,69	8,22
33	12,24	15,3	389,9	0,32	0,69	8,25
34	12,15	15,7	401,1	0,32	0,68	8,28
35	12,05	16,0	409,5	0,32	0,68	8,30
36	12,05	16,1	412,6	0,32	0,68	8,31
37	12,04	16,1	413,5	0,32	0,68	8,31
38	12,03	16,2	414,7	0,32	0,67	8,31
39	12,02	16,2	415,8	0,32	0,67	8,31
40	12,01	16,3	417,0	0,32	0,67	8,32
41	12,00	16,3	417,9	0,32	0,67	8,32
42	12,00	16,4	419,6	0,32	0,67	8,32
43	11,95	16,5	424,0	0,32	0,67	8,33
44	11,90	16,7	429,8	0,32	0,67	8,34
45	11,85	16,9	435,6	0,32	0,67	8,36
46	11,80	17,1	441,4	0,33	0,66	8,37
47	11,75	17,3	445,7	0,33	0,66	8,38
48	11,75	17,4	447,8	0,33	0,66	8,38
49	11,73	17,4	449,5	0,33	0,66	8,39
50	11,71	17,5	451,8	0,33	0,66	8,39
51	11,69	17,6	454,2	0,33	0,66	8,39
52	11,67	17,7	456,5	0,33	0,66	8,40
53	11,65	17,8	458,2	0,33	0,66	8,40
54	11,65	17,8	460,7	0,33	0,66	8,41
55	11,59	18,0	466,3	0,33	0,66	8,42
56	11,52	18,3	473,9	0,33	0,65	8,43
57	11,46	18,6	481,4	0,33	0,65	8,45
58	11,39	18,9	489,0	0,33	0,65	8,46
59	11,32	19,1	494,6	0,33	0,65	8,47
60	11,32	19,2	498,4	0,33	0,65	8,48
61	11,26	19,4	504,1	0,33	0,65	8,48
62	11,20	19,7	511,6	0,33	0,64	8,50
63	11,13	20,0	519,1	0,33	0,64	8,51
64	11,07	20,2	526,7	0,33	0,64	8,52
65	11,00	20,4	532,3	0,33	0,64	8,56
66	11,00	32,7	360,7	0,52	0,64	5,77
67	10,90	33,1	363,7	0,52	0,78	5,76
68	10,80	33,7	367,7	0,53	0,78	5,74
69	10,70	34,3	371,7	0,53	0,78	5,73
70	10,60	34,8	375,8	0,53	0,78	5,72
71	10,50	35,3	378,8	0,53	0,78	5,71
72	10,50	35,5	380,8	0,53	0,78	5,71
73	10,40	36,0	384,5	0,53	0,77	5,71
74	10,30	36,6	394,8	0,54	0,77	5,79
75	10,20	37,1	407,0	0,54	0,77	5,90
76	10,10	37,7	409,7	0,54	0,77	5,87

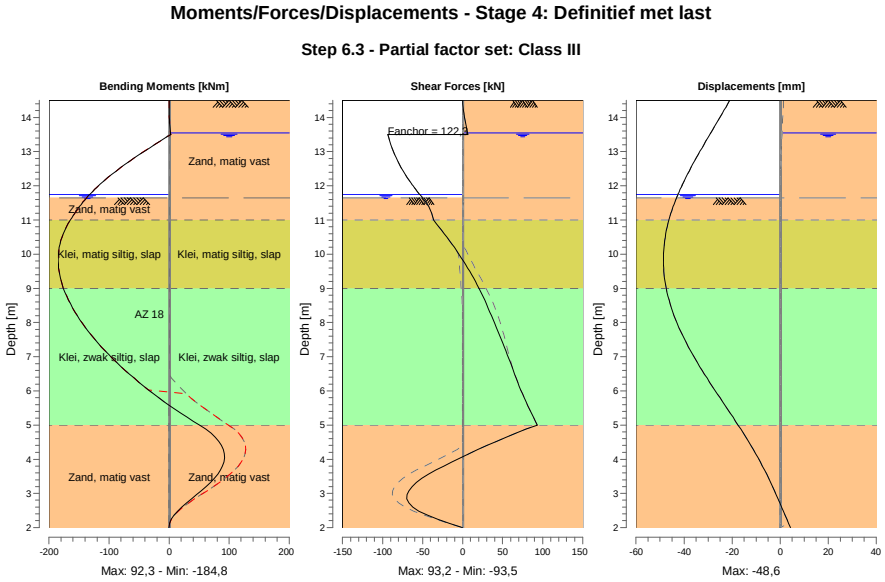
Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
77	10,00	38,1	406,8	0,54	0,76	5,78
78	10,00	38,4	405,0	0,54	0,76	5,72
79	9,90	38,9	402,5	0,54	0,76	5,63
80	9,80	39,4	399,3	0,55	0,76	5,53
81	9,70	40,0	396,3	0,55	0,76	5,42
82	9,60	40,6	393,5	0,55	0,76	5,32
83	9,50	41,0	391,5	0,55	0,75	5,25
84	9,50	41,3	390,2	0,55	0,75	5,21
85	9,40	41,8	388,3	0,55	0,75	5,14
86	9,30	42,3	385,9	0,55	0,75	5,05
87	9,20	42,9	383,7	0,56	0,75	4,97
88	9,10	43,5	381,5	0,56	0,75	4,89
89	9,00	43,9	379,9	0,56	0,74	4,83
90	9,00	44,3	378,8	0,56	0,74	4,79
91	8,89	44,8	377,3	0,56	0,72	4,72
92	8,77	45,5	375,2	0,56	0,72	4,63
93	8,66	46,3	373,3	0,56	0,72	4,55
94	8,54	47,0	341,6	0,57	0,72	4,11
95	8,43	47,6	250,2	0,57	0,72	2,98
96	8,43	47,9	249,5	0,57	0,72	2,96
97	8,31	48,5	248,5	0,57	0,71	2,92
98	8,20	49,2	247,2	0,57	0,71	2,87
99	8,09	49,9	245,9	0,57	0,71	2,82
100	7,97	50,7	244,6	0,57	0,71	2,77
101	7,86	51,2	243,6	0,58	0,70	2,74
102	7,86	51,6	242,9	0,58	0,70	2,72
103	7,74	52,1	241,9	0,58	0,70	2,68
104	7,63	52,9	240,6	0,58	0,70	2,64
105	7,51	53,6	239,2	0,58	0,70	2,59
106	7,40	54,3	237,8	0,58	0,70	2,55
107	7,29	54,9	236,8	0,58	0,69	2,52
108	7,29	55,2	236,1	0,58	0,69	2,50
109	7,17	55,8	235,0	0,59	0,69	2,47
110	7,06	56,5	233,6	0,59	0,69	2,42
111	6,94	57,3	232,2	0,59	0,69	2,38
112	6,83	58,0	215,1	0,59	0,69	2,19
113	6,71	58,5	206,8	0,59	0,68	2,09
114	6,71	58,9	207,6	0,59	0,68	2,08
115	6,60	59,5	208,8	0,59	0,68	2,08
116	6,49	60,2	210,5	0,59	0,68	2,08
117	6,37	60,9	212,1	0,60	0,68	2,07
118	6,26	61,7	213,7	0,60	0,68	2,07
119	6,14	62,2	214,9	0,60	0,68	2,06
120	6,14	62,6	215,7	0,60	0,75	2,06
121	6,03	64,4	216,9	0,61	0,74	2,06
122	5,91	65,5	218,5	0,62	0,74	2,05
123	5,80	66,1	220,1	0,62	0,74	2,05
124	5,69	66,7	221,6	0,62	0,74	2,05
125	5,57	67,1	222,8	0,62	0,74	2,04
126	5,57	67,4	223,6	0,62	0,74	2,04
127	5,46	67,9	224,8	0,61	0,74	2,04
128	5,34	68,4	226,4	0,61	0,73	2,03
129	5,23	69,0	228,0	0,61	0,73	2,03
130	5,11	69,6	229,6	0,61	0,73	2,03
131	5,00	70,0	230,8	0,61	0,73	2,02
132	5,00	45,0	477,3	0,39	0,73	4,15
133	4,88	45,3	484,1	0,39	0,57	4,17
134	4,76	45,7	493,1	0,39	0,57	4,20
135	4,64	46,2	502,1	0,39	0,57	4,23
136	4,52	46,6	511,1	0,39	0,56	4,25
137	4,40	46,9	517,9	0,39	0,56	4,27
138	4,40	47,1	522,4	0,39	0,56	4,29
139	4,28	47,5	529,1	0,39	0,56	4,30
140	4,16	47,9	538,1	0,39	0,56	4,33

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
141	4,04	48,3	547,1	0,38	0,56	4,35
142	3,92	48,7	556,0	0,38	0,56	4,38
143	3,80	49,0	564,6	0,38	0,56	4,41
144	3,80	49,3	572,4	0,38	0,56	4,45
145	3,68	49,6	584,5	0,38	0,55	4,50
146	3,56	50,0	600,8	0,38	0,55	4,58
147	3,44	50,4	617,4	0,38	0,55	4,66
148	3,32	50,9	634,3	0,38	0,55	4,74
149	3,20	51,2	647,5	0,38	0,55	4,80
150	3,20	51,4	656,2	0,38	0,55	4,84
151	3,08	51,7	668,2	0,38	0,55	4,89
152	2,96	52,1	678,0	0,38	0,55	4,91
153	2,84	52,5	686,8	0,38	0,55	4,93
154	2,72	53,0	695,7	0,38	0,54	4,94
155	2,60	53,3	702,3	0,38	0,54	4,96
156	2,60	53,5	706,8	0,38	0,54	4,96
157	2,48	53,8	713,4	0,38	0,54	4,98
158	2,36	54,2	722,3	0,37	0,54	4,99
159	2,24	54,6	731,1	0,37	0,54	5,00
160	2,12	55,0	740,0	0,37	0,54	5,02
161	2,00	55,3	746,7	0,37	0,54	5,03

8.5 Calculation Results

Number of iterations: 3

8.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



8.5.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	14,50	0,0	0,0	-21,0
1	14,03	0,4	2,3	-24,9
2	14,03	0,4	2,3	-24,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
2	13,55	2,4	6,2	-28,9
3	13,55	2,4	6,2	-28,9
3	13,50	2,7	6,7	-29,3
4	13,50	2,7	**-93,5**	-29,3
4	13,02	-40,9	-86,7	-33,3
5	13,02	-40,9	-86,7	-33,3
5	12,53	-80,6	-76,7	-37,1
6	12,53	-80,6	-76,7	-37,1
6	12,05	-114,6	-63,5	-40,6
7	12,05	-114,6	-63,5	-40,6
7	12,00	-117,7	-61,9	-41,0
8	12,00	-117,7	-61,9	-41,0
8	11,75	-132,2	-53,6	-42,5
9	11,75	-132,2	-53,6	-42,5
9	11,65	-137,4	-50,1	-43,1
10	11,65	-137,4	-50,1	-43,1
10	11,32	-152,0	-40,9	-44,9
11	11,32	-152,0	-40,9	-44,9
11	11,00	-164,5	-36,5	-46,3
12	11,00	-164,5	-36,4	-46,3
12	10,50	-178,4	-19,6	-47,9
13	10,50	-178,4	-19,6	-47,9
13	10,00	**-184,4**	-4,5	**-48,6**
14	10,00	**-184,4**	-4,5	**-48,6**
14	9,50	-183,3	8,9	-48,4
15	9,50	-183,3	8,9	-48,4
15	9,00	-175,8	20,5	-47,4
16	9,00	-175,8	20,5	-47,4
16	8,43	-160,8	31,8	-45,3
17	8,43	-160,8	31,8	-45,3
17	7,86	-139,6	42,3	-42,2
18	7,86	-139,6	42,3	-42,2
18	7,29	-112,6	52,2	-38,2
19	7,29	-112,6	52,2	-38,2
19	6,71	-80,1	61,5	-33,5
20	6,71	-80,1	61,5	-33,5
20	6,14	-42,4	70,7	-28,3
21	6,14	-42,4	70,7	-28,3
21	5,57	1,0	81,5	-22,9
22	5,57	1,0	81,5	-22,9
22	5,00	50,9	93,2	-17,5
23	5,00	50,9	93,2	-17,5
23	4,40	87,3	30,4	-12,1
24	4,40	87,4	30,4	-12,1
24	3,80	89,1	-23,3	-7,3
25	3,80	89,1	-23,5	-7,3
25	3,20	61,6	-62,9	-3,1
26	3,20	61,7	-63,1	-3,1
26	2,60	21,3	-62,1	0,6
27	2,60	21,3	-62,1	0,6
27	2,00	0,0	-0,2	4,3
Max		**-184,4**	**-93,5**	**-48,6**
Max, minor nodes incl.		-184,8	-93,5	-48,6

8.5.3 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	14,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	14,03	0,00	0,00	-		6,58	0,00	A	
2	14,03	0,00	0,00	-		6,89	0,00	A	
2	13,55	0,00	0,00	-		9,68	0,00	A	
3	13,55	0,00	0,00	-		9,84	0,00	A	
3	13,50	0,00	0,00	-		10,03	0,49	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* [%]
4	13,50	0,00	0,00	-		10,14	0,49	A	
4	13,02	0,00	0,00	-		11,96	5,23	A	
5	13,02	0,00	0,00	-		12,16	5,23	A	
5	12,53	0,00	0,00	-		13,98	9,97	A	
6	12,53	0,00	0,00	-		14,18	9,97	A	
6	12,05	0,00	0,00	-		16,00	14,72	A	
7	12,05	0,00	0,00	-		16,11	14,72	A	
7	12,00	0,00	0,00	-		16,30	15,21	A	
8	12,00	0,00	0,00	-		16,36	15,21	A	
8	11,75	0,00	0,00	-		17,30	17,66	A	
9	11,75	0,00	0,00	-		17,38	17,66	A	
9	11,65	0,00	0,98	-		17,75	18,64	A	
10	11,65	0,00	0,98	P		17,84	18,64	A	
10	11,32	15,02	4,17	P		19,07	21,83	A	
11	11,32	16,61	4,17	P		19,20	21,83	A	
11	11,00	31,80	7,36	P		20,49	25,02	A	
12	11,00	15,32	7,36	P		32,81	25,02	A	
12	10,50	20,97	12,26	P		35,40	29,92	A	
13	10,50	21,60	12,26	P		35,69	29,92	A	
13	10,00	27,27	17,17	P		38,29	34,83	A	
14	10,00	27,90	17,17	P		38,58	34,83	A	
14	9,50	33,60	22,07	P		41,18	39,73	A	
15	9,50	34,23	22,07	P		41,47	39,73	A	
15	9,00	39,80	26,98	P		44,05	44,64	A	
16	9,00	40,49	26,98	P		44,37	44,64	A	
16	8,43	46,54	32,58	3	97	47,64	50,24	A	
17	8,43	47,25	32,58	3	96	48,01	50,24	A	
17	7,86	50,95	38,19	3	90	51,30	55,85	A	
18	7,86	51,62	38,19	3	90	51,67	55,85	A	
18	7,29	55,65	43,79	3	85	54,97	61,45	A	
19	7,29	56,30	43,79	3	85	55,33	61,45	A	
19	6,71	60,15	49,40	3	82	58,64	67,06	A	
20	6,71	60,79	49,40	3	82	59,01	67,06	A	
20	6,14	63,26	55,01	2	77	62,33	72,66	A	
21	6,14	63,83	55,01	2	77	62,70	72,66	A	
21	5,57	64,91	60,61	2	72	67,23	78,27	A	
22	5,57	65,46	60,61	2	72	67,52	78,27	A	
22	5,00	66,01	66,22	2	67	69,94	83,88	A	
23	5,00	181,07	66,22	2	72	44,91	83,88	A	
23	4,40	159,94	72,10	2	61	46,84	89,76	A	
24	4,40	160,97	72,10	2	61	47,06	89,76	A	
24	3,80	150,10	77,99	2	52	48,98	95,65	A	
25	3,80	151,25	77,99	2	52	49,19	95,65	A	
25	3,20	105,93	83,88	1	34	51,10	101,53	A	
26	3,20	106,47	83,88	1	33	51,31	101,53	A	
26	2,60	50,55	89,76	1		86,65	107,42	1	12
27	2,60	51,06	89,76	1		87,02	107,42	1	12
27	2,00	23,64	95,65	A		145,43	113,31	1	20

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

8.5.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	632,1	544,4
Water	466,3	654,3
Total	1098,4	1198,7

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1257,52 kN
Mobilized passive effective resistance	632,08 kN
Percentage mobilized resistance	50,3 %
Position single support	13,50 m
Maximum passive moment	11347,05 kNm
Mobilized passive moment	4999,63 kNm
Percentage mobilized moment	44,1 %

8.5.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0,72
Partial material factor	1,00
Maximum point resistance	8,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-178,52
Vertical force passive	221,90
Vertical anchor force	-70,15
Resulting vertical force (no dead weight)	-26,77
Vertical toe capacity Ftoe;d	86,40
Vertical toe capacity is sufficient (27 <= 86)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-132,24
Vertical force passive	164,37
Vertical anchor force	-70,15
Resulting vertical force (no dead weight)	-38,02
Vertical toe capacity Ftoe;d	2188,80
Vertical toe capacity is sufficient (38 <= 2189)	

8.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
11,65	Zand, matig vast	4,53	14,50	Zand, matig vast	-19,77
11,00	Klei, matig siltig...	13,27	11,00	Klei, matig siltig...	-18,48
9,00	Klei, zwak siltig...	54,59	9,00	Klei, zwak siltig...	-55,08
5,00	Zand, matig vast	149,52	5,00	Zand, matig vast	-85,20

9 Step 6.5 Stage 4: Definitief met last

9.1 Input Data Left

9.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.1.2 Water Level

Water level: 12,00 [m]

9.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	12,00

9.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	17,50	12,00
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	17,50	12,00
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, matig siltig...	11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, zwak siltig...	9,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, matig vast	5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	5000,00	5000,00
Klei, matig siltig...	11,00	500,00	500,00
Klei, zwak siltig...	9,00	500,00	500,00
Zand, matig vast	5,00	5000,00	5000,00

9.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	11,90	0,3	6,0	0,26	2,35	5,84
2	11,80	0,5	11,9	0,26	2,10	5,84
3	11,70	0,8	17,9	0,26	1,95	5,84
4	11,60	1,1	23,8	0,26	1,84	5,84
5	11,50	1,3	28,3	0,26	1,76	5,84
6	11,50	1,4	31,2	0,26	1,76	5,84
7	11,40	1,6	35,7	0,26	1,69	5,84
8	11,30	1,9	41,7	0,26	1,63	5,84
9	11,20	2,1	47,6	0,26	1,58	5,84
10	11,10	2,4	53,6	0,26	1,54	5,84
11	11,00	2,6	58,0	0,27	1,56	6,02
12	11,00	4,7	26,4	0,47	1,56	2,66
13	10,90	4,9	27,5	0,47	1,81	2,64
14	10,80	5,3	29,0	0,48	1,80	2,63
15	10,70	5,6	30,5	0,48	1,79	2,62
16	10,60	5,9	31,9	0,48	1,79	2,60
17	10,50	6,1	33,0	0,48	1,78	2,60
18	10,50	6,3	33,8	0,48	1,78	2,59
19	10,40	6,5	34,9	0,48	1,77	2,58
20	10,30	6,8	36,4	0,48	1,75	2,57
21	10,20	7,1	37,8	0,48	1,74	2,57
22	10,10	7,4	39,3	0,48	1,73	2,56
23	10,00	7,6	40,4	0,48	1,72	2,55
24	10,00	7,8	41,2	0,48	1,72	2,55
25	9,90	8,0	42,3	0,48	1,70	2,55
26	9,80	8,3	43,7	0,48	1,69	2,54
27	9,70	8,6	45,2	0,48	1,68	2,54
28	9,60	8,9	46,7	0,48	1,67	2,53
29	9,50	9,1	47,8	0,48	1,65	2,53
30	9,50	9,2	48,6	0,48	1,65	2,53
31	9,40	9,5	49,7	0,48	1,64	2,52
32	9,30	9,7	51,2	0,48	1,63	2,52
33	9,20	10,0	52,6	0,48	1,62	2,51
34	9,10	10,3	54,1	0,48	1,60	2,51
35	9,00	10,6	55,2	0,48	1,59	2,50
36	9,00	10,7	56,1	0,48	1,59	2,50
37	8,89	11,0	57,6	0,48	1,57	2,49
38	8,77	11,4	59,6	0,48	1,55	2,49
39	8,66	11,8	61,5	0,48	1,53	2,49
40	8,54	12,2	63,5	0,48	1,52	2,49
41	8,43	12,5	65,0	0,48	1,50	2,48
42	8,43	12,7	66,0	0,48	1,50	2,48
43	8,31	13,0	67,5	0,48	1,49	2,48
44	8,20	13,3	69,5	0,48	1,47	2,48
45	8,09	13,7	71,5	0,48	1,46	2,48
46	7,97	14,1	73,5	0,48	1,45	2,48
47	7,86	14,4	74,9	0,48	1,43	2,47
48	7,86	14,6	75,9	0,48	1,43	2,47
49	7,74	14,9	77,4	0,48	1,42	2,47
50	7,63	15,3	79,4	0,48	1,41	2,47
51	7,51	15,7	81,4	0,48	1,40	2,47
52	7,40	16,1	83,4	0,48	1,39	2,47
53	7,29	16,3	84,9	0,48	1,37	2,47
54	7,29	16,5	85,9	0,48	1,37	2,47
55	7,17	16,8	87,4	0,48	1,36	2,47
56	7,06	17,2	89,4	0,48	1,35	2,47
57	6,94	17,6	91,3	0,48	1,34	2,46
58	6,83	18,0	93,3	0,48	1,33	2,46
59	6,71	18,3	94,8	0,47	1,32	2,46
60	6,71	18,5	95,8	0,47	1,32	2,46
61	6,60	18,8	97,3	0,47	1,31	2,46

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
62	6,49	19,2	99,3	0,47	1,30	2,46
63	6,37	19,5	101,3	0,47	1,29	2,46
64	6,26	19,9	103,3	0,47	1,28	2,46
65	6,14	20,2	104,8	0,47	1,28	2,46
66	6,14	20,4	105,8	0,47	1,28	2,46
67	6,03	20,7	107,3	0,47	1,27	2,46
68	5,91	21,1	109,3	0,47	1,26	2,46
69	5,80	21,5	111,3	0,47	1,25	2,46
70	5,69	21,9	113,3	0,47	1,24	2,46
71	5,57	22,2	114,8	0,47	1,23	2,46
72	5,57	22,4	115,8	0,47	1,23	2,46
73	5,46	22,6	117,3	0,47	1,23	2,46
74	5,34	23,0	119,3	0,47	1,22	2,46
75	5,23	23,4	121,3	0,47	1,21	2,46
76	5,11	23,8	123,3	0,47	1,20	2,45
77	5,00	24,1	124,8	0,47	1,19	2,44
78	5,00	12,2	324,7	0,24	1,19	6,28
79	4,88	12,5	325,1	0,24	0,94	6,18
80	4,76	12,9	327,9	0,24	0,93	6,09
81	4,64	13,3	332,2	0,24	0,92	6,04
82	4,52	13,7	337,4	0,24	0,91	6,00
83	4,40	13,9	341,6	0,24	0,91	5,97
84	4,40	14,1	344,5	0,24	0,91	5,96
85	4,28	14,4	349,0	0,25	0,90	5,95
86	4,16	14,8	355,3	0,25	0,89	5,93
87	4,04	15,1	361,7	0,25	0,88	5,91
88	3,92	15,5	368,3	0,25	0,87	5,90
89	3,80	15,8	373,3	0,25	0,87	5,90
90	3,80	16,0	376,6	0,25	0,87	5,89
91	3,68	16,2	381,7	0,25	0,86	5,89
92	3,56	16,6	388,5	0,25	0,85	5,88
93	3,44	16,9	395,3	0,25	0,84	5,88
94	3,32	17,3	402,2	0,25	0,84	5,87
95	3,20	17,5	407,4	0,25	0,83	5,87
96	3,20	17,7	410,9	0,25	0,83	5,87
97	3,08	18,0	416,1	0,25	0,82	5,87
98	2,96	18,3	423,0	0,25	0,82	5,86
99	2,84	18,7	430,0	0,25	0,81	5,86
100	2,72	19,0	437,0	0,25	0,81	5,86
101	2,60	19,3	442,3	0,25	0,80	5,86
102	2,60	19,4	445,8	0,26	0,80	5,86
103	2,48	19,7	451,1	0,26	0,80	5,85
104	2,36	20,0	458,1	0,26	0,79	5,85
105	2,24	20,3	465,2	0,26	0,79	5,85
106	2,12	20,7	472,2	0,26	0,78	5,85
107	2,00	20,9	477,5	0,26	0,78	5,85

9.3 Input Data Right

9.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.3.2 Water Level

Water level: 13,50 [m]

9.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	14,50
12,15	17,00

9.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	17,50	12,00
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	17,50	12,00
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, matig siltig...	11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, zwak siltig...	9,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, matig vast	5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	5000,00	5000,00
Klei, matig siltig...	11,00	500,00	500,00
Klei, zwak siltig...	9,00	500,00	500,00
Zand, matig vast	5,00	5000,00	5000,00

9.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	14,40	3,6	133,0	0,26	1,35	9,69
2	14,30	4,1	153,3	0,26	1,11	9,63
3	14,20	4,6	173,6	0,26	1,00	9,67
4	14,10	5,2	193,8	0,26	0,93	9,71
5	14,00	5,6	209,1	0,26	0,88	9,74
6	14,00	5,9	219,2	0,26	0,88	9,75
7	13,90	6,3	234,4	0,26	0,83	9,77
8	13,80	6,8	254,7	0,26	0,80	9,79
9	13,70	7,4	275,0	0,26	0,77	9,81
10	13,60	7,9	295,3	0,26	0,75	9,83
11	13,50	8,3	310,5	0,26	0,74	9,84
12	13,50	8,5	319,3	0,26	0,74	9,87

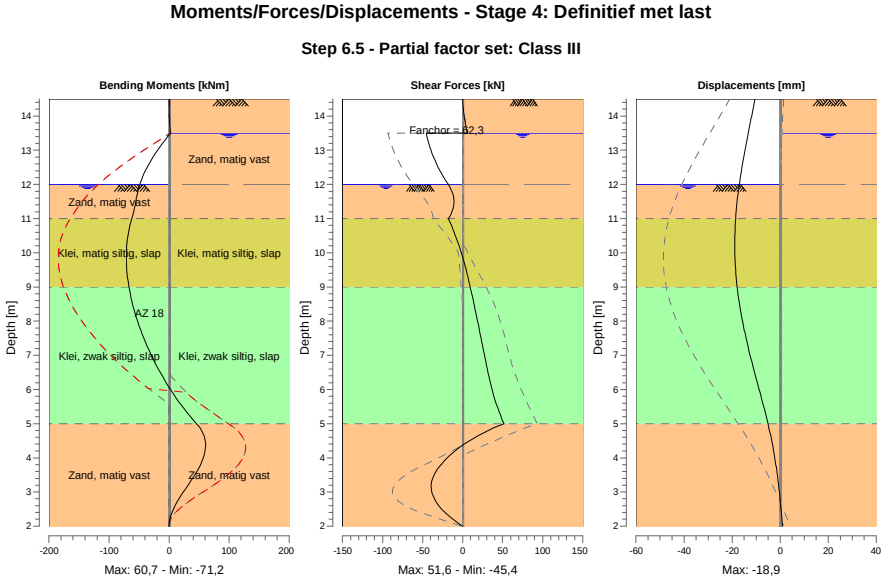
Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
13	13,40	8,8	330,7	0,26	0,73	9,93
14	13,30	9,1	345,9	0,26	0,72	10,02
15	13,20	9,5	361,1	0,26	0,71	10,09
16	13,10	9,8	376,3	0,27	0,70	10,16
17	13,00	10,1	387,7	0,27	0,70	10,22
18	13,00	10,2	395,3	0,27	0,70	10,25
19	12,90	10,5	406,6	0,27	0,69	10,29
20	12,80	10,8	421,8	0,27	0,68	10,35
21	12,70	11,2	437,0	0,27	0,68	10,41
22	12,60	11,5	452,1	0,27	0,67	10,46
23	12,50	11,8	463,5	0,27	0,66	10,50
24	12,50	11,9	471,0	0,27	0,66	10,52
25	12,40	12,2	482,4	0,27	0,66	10,56
26	12,30	12,5	497,5	0,27	0,65	10,60
27	12,20	12,9	512,7	0,27	0,65	10,64
28	12,10	13,2	527,8	0,27	0,64	10,68
29	12,00	13,5	539,2	0,27	0,64	10,71
30	12,00	13,7	546,7	0,27	0,64	10,73
31	11,90	13,9	558,1	0,27	0,64	10,75
32	11,80	14,2	573,2	0,27	0,63	10,79
33	11,70	14,6	588,4	0,27	0,63	10,82
34	11,60	14,9	603,5	0,27	0,62	10,85
35	11,50	15,2	614,8	0,27	0,62	10,88
36	11,50	15,4	622,4	0,27	0,62	10,89
37	11,40	15,6	633,7	0,27	0,62	10,91
38	11,30	16,0	648,9	0,27	0,61	10,94
39	11,20	16,3	664,0	0,27	0,61	10,97
40	11,10	16,6	679,1	0,27	0,61	10,99
41	11,00	16,9	690,4	0,27	0,60	11,07
42	11,00	28,1	472,1	0,45	0,60	7,52
43	10,90	28,4	481,7	0,45	0,77	7,59
44	10,80	28,9	496,0	0,45	0,76	7,72
45	10,70	29,5	494,1	0,45	0,76	7,59
46	10,60	29,9	489,7	0,45	0,76	7,43
47	10,50	30,3	486,6	0,46	0,76	7,31
48	10,50	30,6	484,6	0,46	0,76	7,24
49	10,40	30,9	481,8	0,46	0,76	7,13
50	10,30	31,4	478,2	0,46	0,76	6,99
51	10,20	31,9	474,7	0,46	0,75	6,86
52	10,10	32,4	471,5	0,46	0,75	6,73
53	10,00	32,8	469,1	0,46	0,75	6,64
54	10,00	33,1	467,6	0,46	0,75	6,58
55	9,90	33,4	465,3	0,47	0,75	6,49
56	9,80	33,9	462,5	0,47	0,75	6,38
57	9,70	34,4	459,7	0,47	0,74	6,27
58	9,60	34,9	456,9	0,47	0,74	6,16
59	9,50	35,3	455,0	0,47	0,74	6,08
60	9,50	35,5	453,7	0,47	0,74	6,03
61	9,40	35,9	451,7	0,47	0,74	5,96
62	9,30	36,4	449,2	0,47	0,74	5,86
63	9,20	36,9	446,8	0,48	0,74	5,77
64	9,10	37,4	398,8	0,48	0,73	5,10
65	9,00	37,7	301,9	0,48	0,73	3,83
66	9,00	38,0	300,9	0,48	0,73	3,79
67	8,89	38,5	299,5	0,48	0,73	3,73
68	8,77	39,1	297,5	0,48	0,73	3,66
69	8,66	39,7	295,5	0,48	0,73	3,59
70	8,54	40,3	293,5	0,48	0,73	3,52
71	8,43	40,8	292,0	0,49	0,72	3,47
72	8,43	41,1	291,0	0,49	0,72	3,44
73	8,31	41,6	289,4	0,49	0,72	3,39
74	8,20	42,2	287,4	0,49	0,72	3,33
75	8,09	42,8	285,4	0,49	0,72	3,26
76	7,97	43,4	283,3	0,49	0,72	3,20

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
77	7,86	43,9	281,8	0,49	0,71	3,16
78	7,86	44,2	280,7	0,49	0,71	3,13
79	7,74	44,7	279,2	0,49	0,71	3,08
80	7,63	45,3	277,1	0,49	0,71	3,03
81	7,51	45,9	274,9	0,50	0,71	2,97
82	7,40	46,5	272,8	0,50	0,71	2,92
83	7,29	47,0	271,2	0,50	0,70	2,88
84	7,29	47,3	270,1	0,50	0,70	2,85
85	7,17	47,8	268,5	0,50	0,70	2,81
86	7,06	48,4	255,0	0,50	0,70	2,64
87	6,94	49,0	235,3	0,50	0,70	2,41
88	6,83	49,6	237,2	0,50	0,70	2,40
89	6,71	50,1	238,6	0,50	0,70	2,40
90	6,71	50,4	239,5	0,50	0,70	2,40
91	6,60	50,9	240,9	0,51	0,70	2,39
92	6,49	51,5	242,8	0,51	0,69	2,39
93	6,37	52,1	244,6	0,51	0,69	2,38
94	6,26	52,7	246,5	0,51	0,69	2,38
95	6,14	53,2	247,9	0,51	0,69	2,37
96	6,14	53,5	248,8	0,51	0,69	2,37
97	6,03	54,0	250,2	0,51	0,69	2,37
98	5,91	54,6	252,1	0,51	0,69	2,36
99	5,80	55,2	254,0	0,51	0,69	2,36
100	5,69	55,8	255,8	0,51	0,69	2,36
101	5,57	56,3	257,2	0,51	0,69	2,35
102	5,57	56,6	258,1	0,52	0,69	2,35
103	5,46	57,1	259,5	0,52	0,68	2,35
104	5,34	57,7	261,4	0,52	0,68	2,34
105	5,23	58,3	263,2	0,52	0,68	2,34
106	5,11	58,9	265,1	0,52	0,68	2,33
107	5,00	59,4	266,5	0,52	0,68	2,33
108	5,00	35,8	579,7	0,31	0,69	5,03
109	4,88	36,1	588,3	0,31	0,52	5,06
110	4,76	36,5	599,7	0,31	0,52	5,10
111	4,64	36,9	611,0	0,31	0,51	5,13
112	4,52	37,3	622,4	0,31	0,51	5,17
113	4,40	37,7	630,9	0,31	0,51	5,19
114	4,40	38,9	636,6	0,32	0,51	5,21
115	4,28	39,1	645,1	0,32	0,51	5,24
116	4,16	39,5	660,3	0,32	0,51	5,30
117	4,04	39,9	682,1	0,32	0,51	5,42
118	3,92	40,3	703,6	0,32	0,51	5,53
119	3,80	40,6	720,5	0,32	0,50	5,61
120	3,80	40,8	731,7	0,32	0,50	5,67
121	3,68	41,0	748,9	0,32	0,50	5,76
122	3,56	41,4	772,2	0,32	0,50	5,88
123	3,44	41,8	788,8	0,31	0,50	5,94
124	3,32	42,2	799,9	0,31	0,50	5,96
125	3,20	42,5	808,3	0,31	0,50	5,98
126	3,20	42,7	813,9	0,31	0,50	5,99
127	3,08	42,9	822,2	0,31	0,50	6,01
128	2,96	43,3	833,4	0,31	0,49	6,03
129	2,84	43,7	844,6	0,31	0,49	6,05
130	2,72	44,1	855,8	0,31	0,49	6,07
131	2,60	44,3	864,2	0,31	0,49	6,09
132	2,60	44,5	869,7	0,31	0,49	6,10
133	2,48	44,8	878,1	0,31	0,49	6,11
134	2,36	45,2	889,3	0,31	0,49	6,13
135	2,24	45,5	900,5	0,31	0,49	6,15
136	2,12	45,9	911,7	0,31	0,49	6,17
137	2,00	46,2	920,1	0,31	0,48	6,19

9.5 Calculation Results

Number of iterations: 4

9.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



9.5.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	14,50	0,0	0,0	-10,5
1	14,00	0,4	2,0	-11,9
2	14,00	0,4	2,0	-11,9
2	13,50	2,3	5,6	-13,3
3	13,50	2,3	-45,4	-13,3
3	13,00	-19,1	-39,6	-14,6
4	13,00	-19,1	-39,6	-14,6
4	12,50	-36,7	-30,4	-15,9
5	12,50	-36,7	-30,4	-15,9
5	12,00	-48,9	-17,9	-17,0
6	12,00	-48,9	-17,9	-17,0
6	11,50	-55,5	-10,7	-17,9
7	11,50	-55,5	-10,7	-17,9
7	11,00	-62,0	-17,6	-18,5
8	11,00	-62,0	-17,6	-18,5
8	10,50	-68,5	-8,8	**-18,9**
9	10,50	-68,5	-8,8	**-18,9**
9	10,00	**-71,1**	-1,5	**-18,9**
10	10,00	**-71,1**	-1,5	**-18,9**
10	9,50	-70,3	4,5	-18,5
11	9,50	-70,3	4,5	-18,5
11	9,00	-66,8	9,6	-17,9
12	9,00	-66,8	9,6	-17,9
12	8,43	-59,8	14,9	-16,8
13	8,43	-59,8	14,9	-16,8
13	7,86	-49,8	19,9	-15,3
14	7,86	-49,8	19,9	-15,3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	7,29	-37,0	24,9	-13,5
15	7,29	-37,0	24,9	-13,5
15	6,71	-21,4	29,9	-11,4
16	6,71	-21,4	29,9	-11,4
16	6,14	-2,8	35,2	-9,3
17	6,14	-2,8	35,2	-9,3
17	5,57	19,2	42,2	-7,1
18	5,57	19,2	42,2	-7,1
18	5,00	45,9	**51,6**	-5,1
19	5,00	45,9	**51,6**	-5,1
19	4,40	60,7	2,1	-3,2
20	4,40	60,7	2,1	-3,2
20	3,80	52,5	-26,9	-1,8
21	3,80	52,5	-26,9	-1,8
21	3,20	31,6	-39,3	-0,7
22	3,20	31,6	-39,3	-0,7
22	2,60	9,9	-29,7	0,2
23	2,60	9,9	-29,7	0,2
23	2,00	0,0	0,0	1,1
Max		**-71,1**	**51,6**	**-18,9**
Max, minor nodes incl.		-71,2	51,6	-18,9

9.5.3 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	14,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	14,00	0,00	0,00	-		5,60	0,00	A	
2	14,00	0,00	0,00	-		5,87	0,00	A	
2	13,50	0,00	0,00	-		8,31	0,00	A	
3	13,50	0,00	0,00	-		8,53	0,00	A	
3	13,00	0,00	0,00	-		10,07	4,91	A	
4	13,00	0,00	0,00	-		10,24	4,91	A	
4	12,50	0,00	0,00	-		11,77	9,81	A	
5	12,50	0,00	0,00	-		11,94	9,81	A	
5	12,00	0,00	0,00	-		13,48	14,72	A	
6	12,00	0,00	0,00	P		13,65	14,72	A	
6	11,50	28,26	4,91	P		15,19	19,62	A	
7	11,50	31,24	4,91	P		15,36	19,62	A	
7	11,00	59,82	9,81	P		16,98	24,53	A	
8	11,00	22,77	9,81	3	83	28,25	24,53	A	
8	10,50	29,07	14,72	3	85	30,51	29,43	A	
9	10,50	29,64	14,72	3	85	30,76	29,43	A	
9	10,00	34,28	19,62	3	83	32,99	34,34	A	
10	10,00	34,84	19,62	3	83	33,24	34,34	A	
10	9,50	39,21	24,53	3	80	35,46	39,24	A	
11	9,50	39,77	24,53	3	80	35,71	39,24	A	
11	9,00	42,68	29,43	2	76	37,89	44,15	A	
12	9,00	43,26	29,43	2	76	38,16	44,15	A	
12	8,43	46,50	35,04	2	71	40,94	49,75	A	
13	8,43	47,11	35,04	2	71	41,25	49,75	A	
13	7,86	49,95	40,64	2	66	44,03	55,36	A	
14	7,86	50,54	40,64	2	66	44,34	55,36	A	
14	7,29	53,04	46,25	2	62	47,13	60,96	A	
15	7,29	53,61	46,25	2	62	47,44	60,96	A	
15	6,71	55,85	51,85	2	58	50,23	66,57	A	
16	6,71	56,39	51,85	2	58	50,54	66,57	A	
16	6,14	58,44	57,46	2	55	53,77	72,17	1	
17	6,14	58,96	57,46	2	55	54,12	72,17	1	
17	5,57	60,89	63,06	2	53	60,89	77,78	1	
18	5,57	61,40	63,06	2	53	61,23	77,78	1	
18	5,00	64,14	68,67	2	51	67,74	83,39	1	
19	5,00	162,39	68,67	2	50	35,80	83,39	A	
19	4,40	116,08	74,56	1	34	37,64	89,27	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* [%]
20	4,40	116,63	74,56	1	34	38,85	89,27	A	
20	3,80	89,98	80,44	1	24	40,55	95,16	A	
21	3,80	90,51	80,44	1	24	40,74	95,16	A	
21	3,20	70,78	86,33	1	17	53,97	101,04	1	
22	3,20	71,28	86,33	1	17	54,31	101,04	1	
22	2,60	55,78	92,21	1		74,32	106,93	1	9
23	2,60	56,27	92,21	1		74,65	106,93	1	9
23	2,00	42,20	98,10	1		93,19	112,82	1	10

*

Stat	Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob	Percentage passive mobilized

9.5.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	573,0	465,9
Water	490,5	648,7
Total	1063,5	1114,6

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1659,05 kN
Mobilized passive effective resistance	573,02 kN
Percentage mobilized resistance	34,5 %
Position single support	13,50 m
Maximum passive moment	14763,14 kNm
Mobilized passive moment	4247,27 kNm
Percentage mobilized moment	28,8 %

9.5.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0,72
Partial material factor	1,25
Maximum point resistance	8,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-179,76
Vertical force passive	230,88
Vertical anchor force	-35,71
Resulting vertical force (no dead weight)	15,41
Vertical toe capacity Ftoe;d	69,12
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-133,16
Vertical force passive	171,02
Vertical anchor force	-35,71
Resulting vertical force (no dead weight)	2,15
Vertical toe capacity Ftoe;d	1751,04
Resultant goes up	

9.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
12,00	Zand, matig vast	15,43	14,50	Zand, matig vast	-19,36
11,00	Klei, matig siltig...	19,64	11,00	Klei, matig siltig...	-19,00
9,00	Klei, zwak siltig...	62,34	9,00	Klei, zwak siltig...	-57,52
5,00	Zand, matig vast	133,48	5,00	Zand, matig vast	-83,89

End of Report

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares

ROYAL HASKONING

Company:	Royal Haskoning
Date of report:	2/1/2012
Time of report:	3:40:25 PM
Date of calculation:	2/1/2012
Time of calculation:	3:40:02 PM
Filename:	L:\..\Geotechniek\Damwand\D-Sheet\Def nieuw AZ 13 laag 1m - 20120201
Project identification:	Regelwerk Pannerden Damwand aan dijkzijde AZ 13, 1,0 m kerend

Verification according to CUR 166

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Overall Stability per Stage 3
3 Input Data for all Stages 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Sheet Piling Properties 4
3.3 Calculation Options 4
4 Outline Stage 1: Aanbrengen 6
5 Outline Stage 2: Verankering 7
6 Outline Stage 3: Definitief 8
7 Outline Stage 4: Definitief met last 9
8 Step 6.3 Stage 4: Definitief met last 10
8.1 Input Data Left 10
8.1.1 Calculation Method 10
8.1.2 Water Level 10
8.1.3 Surface 10
8.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 10
8.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 10
8.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 11
8.3 Input Data Right 13
8.3.1 Calculation Method 13
8.3.2 Water Level 13
8.3.3 Surface 13
8.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 13
8.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 13
8.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 14
8.5 Calculation Results 16
8.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 16
8.5.2 Moments, Forces and Displacements 17
8.5.3 Stresses 17
8.5.4 Soil Collapse 18
8.5.5 Vertical Force Balance 19
8.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer 19
9 Step 6.5 Stage 4: Definitief met last 20
9.1 Input Data Left 20
9.1.1 Calculation Method 20
9.1.2 Water Level 20
9.1.3 Surface 20
9.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 20
9.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 20
9.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 21
9.3 Input Data Right 23
9.3.1 Calculation Method 23
9.3.2 Water Level 23
9.3.3 Surface 23
9.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8 23
9.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 23
9.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 24
9.5 Calculation Results 26
9.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 27
9.5.2 Moments, Forces and Displacements 27
9.5.3 Stresses 28
9.5.4 Soil Collapse 29
9.5.5 Vertical Force Balance 29
9.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer 29

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.3		3,3	-3,8	**0,0**	44,4	Upwards
1	CUR-Step 6.4		2,3	-3,7	**0,0**	44,4	Upwards
1	CUR-Step 6.5	0,0	0,2	0,2	**0,0**	33,6	Sufficient
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		0,3	0,3			
2	CUR-Step 6.3		60,4	-50,5	**0,0**	50,3	Upwards
2	CUR-Step 6.4		53,4	-43,1	**0,0**	49,8	Upwards
2	CUR-Step 6.5	-2,1	-10,6	10,0	**0,0**	35,2	Upwards
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		-12,7	11,9			
3	CUR-Step 6.3		65,9	-52,3	**0,0**	49,9	Upwards
3	CUR-Step 6.4		55,0	-42,5	**0,0**	49,5	Upwards
3	CUR-Step 6.5	-2,8	-10,0	-10,9	**0,0**	35,7	Upwards
3	CUR-Step 6.5 * 1,20		-12,1	-13,1			
4	CUR-Step 6.3		**183,5**	**-160,6**	**0,0**	**65,3**	Upwards
4	CUR-Step 6.4		181,5	-156,6	**0,0**	64,9	Upwards
4	CUR-Step 6.5	**-7,5**	10,7	12,5	**0,0**	36,9	Upwards
4	CUR-Step 6.5 * 1,20		12,8	15,0			
Max		**-7,5**	**183,5**	**-160,6**	**0,0**	**65,3**	Sufficient

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen	1,85
Verankering	1,73
Definitief	1,88
Definitief met last	1,66

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	4
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	10,00 m
Level top side	13,00 m
Number of sections	1
Pr;max;point	8,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 13	3,00	13,00	4,1370E+04	1,00	312,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 13	3,00	13,00	0,74	0,74	corrosie 100 jaar

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 13	3,00	13,00	3,0610E+04	230,88

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²]
AZ 13	3,00	13,00	303,00	1,23	137,00

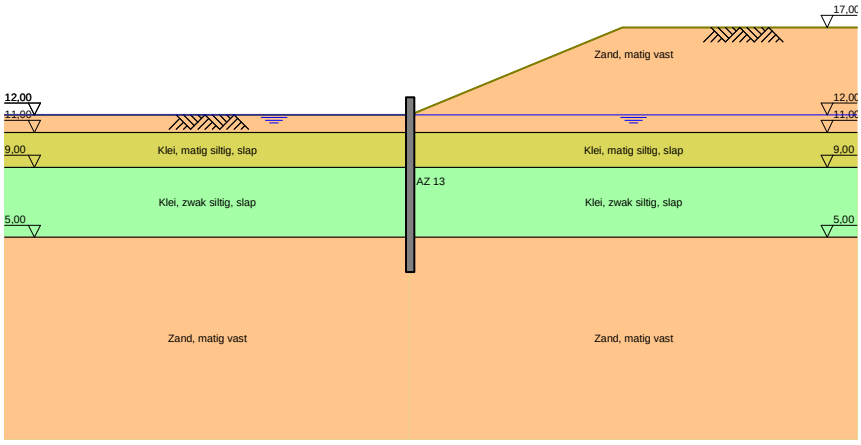
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	Yes
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method A: Partial factors (design values) in all stages
Used partial factor set	Class III
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,10
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	0,35 m

- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m	
Overall stability factors		
- Driving moment	1,10	
- Cohesion	1,50	
- Tangent phi	1,20	
Vertical balance factors		
- Gamma m:b4	1,00	User defined

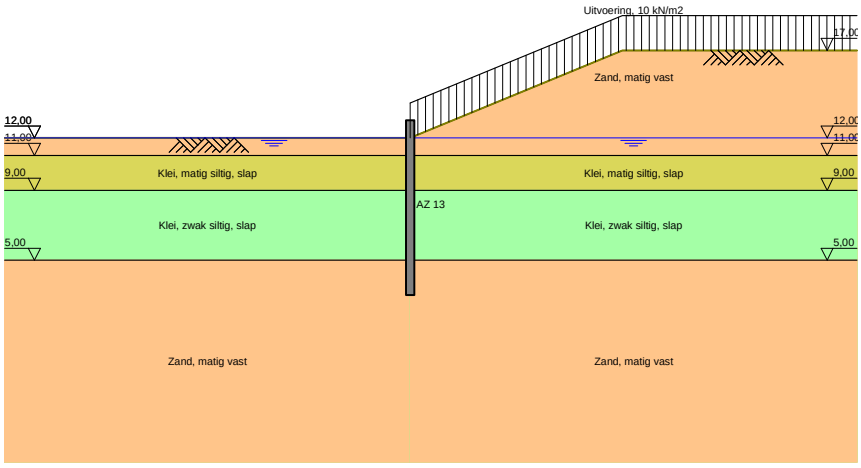
4 Outline Stage 1: Aanbrengen

Outline - Stage 1: Aanbrengen



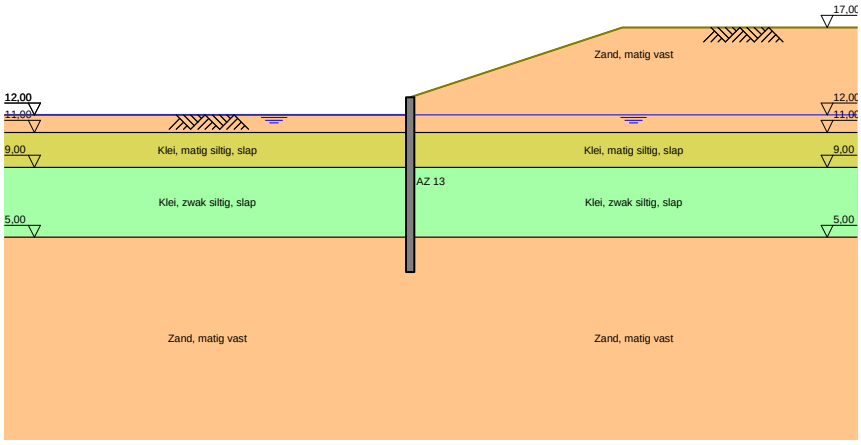
5 Outline Stage 2: Verankering

Outline - Stage 2: Verankering



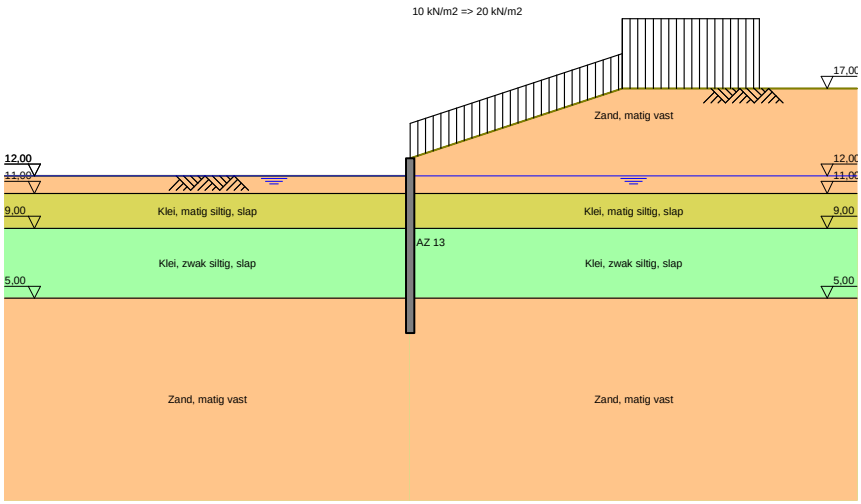
6 Outline Stage 3: Definitief

Outline - Stage 3: Definitief



7 Outline Stage 4: Definitief met last

Outline - Stage 4: Definitief met last



8 Step 6.3 Stage 4: Definitief met last

8.1 Input Data Left

8.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.1.2 Water Level

Water level: 11,75 [m]

8.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,65

8.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	14,72	10,10
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	14,72	10,10
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei, matig siltig...	11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, zwak siltig...	9,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, matig vast	5,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	3846,15	3846,15
Klei, matig siltig...	11,00	384,62	384,62
Klei, zwak siltig...	9,00	384,62	384,62
Zand, matig vast	5,00	3846,15	3846,15

8.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	11,59	0,2	3,2	0,31	4,78	4,78
2	11,52	0,4	6,3	0,31	4,78	4,78
3	11,46	0,6	9,5	0,31	4,78	4,78
4	11,39	0,8	12,7	0,31	4,61	4,78
5	11,32	1,0	15,0	0,31	3,99	4,78
6	11,32	1,1	16,6	0,31	3,99	4,78
7	11,26	1,2	19,0	0,31	3,56	4,78
8	11,20	1,4	22,1	0,31	3,25	4,78
9	11,13	1,6	25,3	0,31	3,02	4,78
10	11,07	1,8	28,5	0,31	2,83	4,78
11	11,00	2,0	30,8	0,32	2,78	4,92
12	11,00	3,5	14,7	0,54	2,26	2,26
13	10,92	3,7	15,4	0,54	2,25	2,25
14	10,84	4,0	16,4	0,54	2,24	2,24
15	10,76	4,3	17,4	0,54	2,22	2,22
16	10,68	4,5	18,5	0,54	2,21	2,21
17	10,60	4,7	19,2	0,54	2,20	2,20
18	10,60	4,9	19,7	0,54	2,20	2,20
19	10,52	5,1	20,5	0,54	2,19	2,19
20	10,44	5,3	21,5	0,54	2,18	2,18
21	10,36	5,6	22,5	0,54	2,18	2,18
22	10,28	5,9	23,5	0,54	2,17	2,17
23	10,20	6,1	24,2	0,54	2,17	2,17
24	10,20	6,2	24,8	0,54	2,16	2,16
25	10,12	6,4	25,5	0,54	2,16	2,16
26	10,04	6,6	26,5	0,54	2,16	2,16
27	9,96	6,9	27,5	0,54	2,15	2,15
28	9,88	7,2	28,5	0,54	2,15	2,15
29	9,80	7,4	29,3	0,54	2,14	2,14
30	9,80	7,5	29,8	0,54	2,14	2,14
31	9,72	7,7	30,6	0,54	2,14	2,14
32	9,64	8,0	31,6	0,54	2,14	2,14
33	9,56	8,2	32,6	0,54	2,13	2,13
34	9,48	8,5	33,6	0,54	2,13	2,13
35	9,40	8,7	34,4	0,54	2,13	2,13
36	9,40	8,8	34,9	0,54	2,13	2,13
37	9,32	9,0	35,6	0,54	2,13	2,13
38	9,24	9,3	36,7	0,54	2,12	2,12
39	9,16	9,5	37,7	0,54	2,12	2,12
40	9,08	9,8	38,7	0,54	2,12	2,12
41	9,00	10,0	39,5	0,54	2,10	2,11
42	9,00	10,1	40,1	0,53	2,10	2,11
43	8,91	10,4	41,0	0,53	2,07	2,11
44	8,82	10,7	42,4	0,53	2,04	2,11
45	8,73	11,1	43,7	0,53	2,01	2,11
46	8,64	11,4	45,0	0,53	1,98	2,10
47	8,56	11,7	46,0	0,53	1,96	2,10
48	8,56	11,8	46,7	0,53	1,96	2,10
49	8,47	12,1	47,6	0,53	1,93	2,10
50	8,38	12,4	49,0	0,53	1,91	2,10
51	8,29	12,8	50,3	0,53	1,89	2,10
52	8,20	13,1	51,6	0,53	1,86	2,10
53	8,11	13,4	52,6	0,53	1,84	2,10
54	8,11	13,5	53,3	0,53	1,84	2,10
55	8,02	13,8	54,3	0,53	1,82	2,10
56	7,93	14,1	55,6	0,53	1,80	2,10
57	7,84	14,5	56,9	0,53	1,78	2,10
58	7,76	14,8	58,2	0,53	1,77	2,10
59	7,67	15,1	59,2	0,53	1,75	2,10
60	7,67	15,2	59,9	0,53	1,75	2,10
61	7,58	15,5	60,9	0,53	1,73	2,10

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
62	7,49	15,8	62,2	0,53	1,71	2,09
63	7,40	16,2	63,5	0,53	1,70	2,09
64	7,31	16,5	64,8	0,53	1,68	2,09
65	7,22	16,7	65,8	0,53	1,67	2,09
66	7,22	16,9	66,5	0,53	1,67	2,09
67	7,13	17,2	67,5	0,53	1,65	2,09
68	7,04	17,5	68,8	0,53	1,64	2,09
69	6,96	17,8	70,1	0,53	1,62	2,09
70	6,87	18,2	71,5	0,53	1,61	2,09
71	6,78	18,4	72,5	0,53	1,60	2,09
72	6,78	18,6	73,1	0,53	1,60	2,09
73	6,69	18,9	74,1	0,53	1,58	2,09
74	6,60	19,2	75,4	0,53	1,57	2,09
75	6,51	19,5	76,8	0,53	1,56	2,09
76	6,42	19,9	78,1	0,53	1,55	2,09
77	6,33	20,1	79,1	0,53	1,53	2,09
78	6,33	20,3	79,7	0,53	1,53	2,09
79	6,24	20,6	80,7	0,53	1,52	2,09
80	6,16	20,9	82,1	0,53	1,51	2,09
81	6,07	21,2	83,4	0,53	1,50	2,09
82	5,98	21,6	84,7	0,53	1,49	2,09
83	5,89	21,8	85,7	0,53	1,48	2,09
84	5,89	22,0	86,4	0,53	1,48	2,09
85	5,80	22,2	87,4	0,53	1,47	2,09
86	5,71	22,6	88,7	0,53	1,46	2,09
87	5,62	22,9	90,0	0,53	1,45	2,09
88	5,53	23,3	91,4	0,53	1,44	2,09
89	5,44	23,5	92,3	0,53	1,43	2,09
90	5,44	23,7	93,0	0,53	1,43	2,09
91	5,36	23,9	94,0	0,53	1,42	2,09
92	5,27	24,3	95,3	0,53	1,41	2,09
93	5,18	24,6	96,7	0,53	1,40	2,09
94	5,09	25,0	98,0	0,53	1,39	2,09
95	5,00	25,2	99,0	0,53	1,38	2,08
96	5,00	13,9	251,5	0,29	1,38	5,23
97	4,92	14,1	250,2	0,29	1,11	5,14
98	4,84	14,4	250,2	0,29	1,10	5,06
99	4,76	14,6	251,5	0,29	1,09	5,00
100	4,68	14,9	253,5	0,29	1,08	4,96
101	4,60	15,1	255,3	0,29	1,07	4,94
102	4,60	15,3	256,6	0,29	1,07	4,92
103	4,52	15,5	258,8	0,29	1,06	4,91
104	4,44	15,8	261,8	0,29	1,06	4,89
105	4,36	16,0	264,9	0,30	1,05	4,87
106	4,28	16,3	268,2	0,30	1,04	4,86
107	4,20	16,5	270,7	0,30	1,03	4,85
108	4,20	16,7	272,4	0,30	1,03	4,85
109	4,12	16,9	275,0	0,30	1,02	4,84
110	4,04	17,1	278,5	0,30	1,02	4,83
111	3,96	17,4	282,1	0,30	1,01	4,83
112	3,88	17,7	285,7	0,30	1,00	4,82
113	3,80	17,9	288,4	0,30	0,99	4,82
114	3,80	18,0	290,3	0,30	0,99	4,82
115	3,72	18,2	293,0	0,30	0,99	4,81
116	3,64	18,5	296,7	0,30	0,98	4,81
117	3,56	18,7	300,4	0,30	0,97	4,81
118	3,48	19,0	304,2	0,30	0,97	4,80
119	3,40	19,2	307,0	0,30	0,96	4,80
120	3,40	19,3	308,9	0,30	0,96	4,80
121	3,32	19,5	311,7	0,30	0,95	4,80
122	3,24	19,8	315,5	0,30	0,95	4,80
123	3,16	20,0	319,3	0,30	0,94	4,79
124	3,08	20,3	323,0	0,30	0,93	4,79
125	3,00	20,5	325,9	0,30	0,93	4,79

8.3 Input Data Right

8.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.3.2 Water Level

Water level: 12,05 [m]

8.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	13,00
12,15	17,00

8.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	14,72	10,10
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	14,72	10,10
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	27,96	18,07

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei, matig siltig...	11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, zwak siltig...	9,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, matig vast	5,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	3846,15	3846,15
Klei, matig siltig...	11,00	384,62	384,62
Klei, zwak siltig...	9,00	384,62	384,62
Zand, matig vast	5,00	3846,15	3846,15

8.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	12,91	4,9	156,5	0,31	1,38	9,93
2	12,81	5,6	179,3	0,31	1,21	10,06
3	12,72	6,3	202,2	0,32	1,12	10,22
4	12,62	7,0	225,0	0,32	1,06	10,35
5	12,53	7,6	242,2	0,33	1,01	10,42
6	12,53	7,9	253,6	0,33	1,01	10,47
7	12,43	8,5	270,7	0,33	0,98	10,53
8	12,34	9,2	293,6	0,33	0,96	10,59
9	12,24	9,9	316,4	0,33	0,93	10,64
10	12,15	10,6	339,3	0,33	0,91	10,69
11	12,05	11,1	356,4	0,33	0,89	10,72
12	12,05	11,3	362,6	0,34	0,89	10,73
13	12,04	11,4	364,1	0,34	0,88	10,74
14	12,03	11,4	366,0	0,34	0,87	10,75
15	12,02	11,5	367,9	0,34	0,86	10,77
16	12,01	11,5	369,8	0,34	0,86	10,78
17	12,00	11,6	371,3	0,34	0,85	10,79
18	12,00	11,6	374,2	0,34	0,85	10,81
19	11,95	11,8	381,4	0,34	0,84	10,86
20	11,90	12,1	391,1	0,34	0,83	10,93
21	11,85	12,4	400,7	0,34	0,83	10,99
22	11,80	12,6	410,4	0,34	0,82	11,05
23	11,75	12,8	417,6	0,34	0,82	11,09
24	11,75	12,9	421,0	0,34	0,82	11,11
25	11,73	13,0	423,9	0,34	0,82	11,13
26	11,71	13,1	427,8	0,34	0,82	11,15
27	11,69	13,2	431,6	0,34	0,81	11,17
28	11,67	13,3	435,5	0,34	0,81	11,19
29	11,65	13,4	438,4	0,34	0,81	11,21
30	11,65	13,5	442,5	0,34	0,81	11,23
31	11,59	13,8	451,9	0,34	0,80	11,28
32	11,52	14,1	464,4	0,34	0,80	11,34
33	11,46	14,4	476,9	0,35	0,79	11,41
34	11,39	14,8	489,5	0,35	0,79	11,46
35	11,32	15,0	498,9	0,35	0,79	11,50
36	11,32	15,2	505,1	0,35	0,79	11,53
37	11,26	15,5	514,5	0,35	0,78	11,57
38	11,20	15,8	527,1	0,35	0,78	11,62
39	11,13	16,1	539,6	0,35	0,77	11,67
40	11,07	16,5	552,1	0,35	0,77	11,72
41	11,00	16,7	561,5	0,35	0,77	11,80
42	11,00	26,1	414,2	0,54	0,77	8,64
43	10,92	26,6	419,4	0,55	0,89	8,65
44	10,84	27,2	426,3	0,55	0,89	8,65
45	10,76	27,9	433,2	0,56	0,88	8,66
46	10,68	28,5	440,2	0,56	0,88	8,66
47	10,60	29,0	445,4	0,56	0,88	8,67
48	10,60	29,3	448,9	0,57	0,88	8,67
49	10,52	29,8	454,1	0,57	0,87	8,67
50	10,44	30,4	461,1	0,57	0,87	8,68
51	10,36	31,1	468,0	0,58	0,87	8,69
52	10,28	31,7	475,0	0,58	0,87	8,69
53	10,20	32,2	480,3	0,58	0,86	8,70
54	10,20	32,6	483,8	0,59	0,86	8,70
55	10,12	33,0	489,0	0,59	0,86	8,70
56	10,04	33,7	496,0	0,59	0,86	8,71
57	9,96	34,4	503,0	0,60	0,85	8,72
58	9,88	35,0	510,0	0,60	0,85	8,72
59	9,80	35,5	515,3	0,60	0,85	8,73
60	9,80	35,8	518,8	0,60	0,85	8,73
61	9,72	36,3	524,1	0,61	0,84	8,74

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
62	9,64	37,0	531,1	0,61	0,84	8,74
63	9,56	37,7	538,1	0,61	0,84	8,75
64	9,48	38,3	545,1	0,62	0,84	8,75
65	9,40	38,8	550,4	0,62	0,83	8,76
66	9,40	39,1	553,9	0,62	0,83	8,76
67	9,32	39,6	559,2	0,62	0,83	8,77
68	9,24	40,3	566,2	0,62	0,83	8,77
69	9,16	41,0	573,2	0,63	0,82	8,78
70	9,08	41,6	570,7	0,63	0,82	8,64
71	9,00	42,1	559,0	0,63	0,82	8,38
72	9,00	42,5	551,7	0,63	0,82	8,22
73	8,91	43,1	541,4	0,64	0,82	7,98
74	8,82	43,9	529,3	0,64	0,81	7,70
75	8,73	44,7	518,7	0,64	0,81	7,45
76	8,64	45,5	509,4	0,64	0,81	7,21
77	8,56	46,1	502,9	0,65	0,80	7,05
78	8,56	46,5	498,9	0,65	0,80	6,95
79	8,47	47,1	493,2	0,65	0,80	6,81
80	8,38	47,9	486,2	0,65	0,80	6,63
81	8,29	48,7	479,7	0,66	0,79	6,46
82	8,20	49,5	473,7	0,66	0,79	6,30
83	8,11	50,1	469,4	0,66	0,79	6,19
84	8,11	50,5	466,6	0,66	0,79	6,11
85	8,02	51,0	462,7	0,66	0,79	6,01
86	7,93	51,8	457,6	0,67	0,78	5,87
87	7,84	52,6	435,0	0,67	0,78	5,52
88	7,76	53,4	292,8	0,67	0,78	3,67
89	7,67	54,0	290,9	0,67	0,78	3,62
90	7,67	54,4	289,6	0,67	0,78	3,58
91	7,58	55,0	287,7	0,67	0,77	3,53
92	7,49	55,8	285,1	0,68	0,77	3,46
93	7,40	56,6	282,4	0,68	0,77	3,39
94	7,31	57,6	279,8	0,68	0,76	3,32
95	7,22	58,5	277,8	0,69	0,76	3,27
96	7,22	58,8	276,4	0,69	0,76	3,24
97	7,13	59,3	274,4	0,69	0,76	3,19
98	7,04	59,8	271,7	0,69	0,76	3,12
99	6,96	60,4	268,9	0,69	0,76	3,06
100	6,87	61,0	266,1	0,69	0,75	3,00
101	6,78	61,4	264,0	0,69	0,75	2,95
102	6,78	61,7	262,5	0,69	0,75	2,92
103	6,69	62,1	260,4	0,69	0,75	2,88
104	6,60	62,6	236,7	0,69	0,75	2,59
105	6,51	63,2	232,6	0,68	0,74	2,52
106	6,42	63,8	233,8	0,68	0,74	2,51
107	6,33	64,2	234,7	0,68	0,74	2,50
108	6,33	64,4	235,3	0,68	0,74	2,50
109	6,24	64,9	236,3	0,68	0,72	2,49
110	6,16	65,4	237,5	0,68	0,72	2,48
111	6,07	65,9	238,7	0,68	0,72	2,47
112	5,98	66,5	239,9	0,68	0,72	2,46
113	5,89	66,9	240,9	0,68	0,71	2,45
114	5,89	67,2	241,5	0,68	0,71	2,45
115	5,80	67,6	242,4	0,68	0,71	2,44
116	5,71	68,1	243,6	0,68	0,71	2,43
117	5,62	68,6	244,9	0,68	0,71	2,42
118	5,53	69,2	246,1	0,68	0,71	2,41
119	5,44	69,6	247,0	0,68	0,70	2,41
120	5,44	69,8	247,6	0,68	0,70	2,40
121	5,36	70,2	248,5	0,68	0,70	2,40
122	5,27	70,8	249,8	0,68	0,70	2,39
123	5,18	71,3	251,0	0,68	0,70	2,38
124	5,09	71,8	252,2	0,68	0,70	2,37
125	5,00	72,2	253,1	0,67	0,69	2,36

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
126	5,00	50,1	461,1	0,47	0,69	4,28
127	4,92	50,3	466,6	0,46	0,55	4,30
128	4,84	50,6	473,8	0,46	0,55	4,33
129	4,76	50,9	481,0	0,46	0,55	4,35
130	4,68	51,1	488,2	0,46	0,55	4,38
131	4,60	51,3	493,6	0,46	0,55	4,40
132	4,60	51,5	497,3	0,46	0,55	4,41
133	4,52	51,7	502,7	0,46	0,55	4,43
134	4,44	51,9	509,9	0,45	0,54	4,45
135	4,36	52,2	517,1	0,45	0,54	4,48
136	4,28	52,5	524,3	0,45	0,54	4,50
137	4,20	52,7	529,6	0,45	0,54	4,52
138	4,20	52,8	533,2	0,45	0,59	4,53
139	4,12	53,0	538,6	0,45	0,59	4,55
140	4,04	53,3	545,8	0,45	0,59	4,57
141	3,96	53,6	553,0	0,44	0,59	4,59
142	3,88	53,9	560,1	0,44	0,58	4,61
143	3,80	54,1	565,5	0,44	0,58	4,63
144	3,80	54,2	569,1	0,44	0,58	4,64
145	3,72	54,4	574,4	0,44	0,58	4,65
146	3,64	54,7	581,6	0,44	0,58	4,67
147	3,56	55,0	588,6	0,44	0,58	4,69
148	3,48	55,2	598,1	0,44	0,58	4,73
149	3,40	55,4	607,3	0,44	0,58	4,78
150	3,40	55,6	613,2	0,44	0,58	4,80
151	3,32	55,8	622,2	0,43	0,57	4,85
152	3,24	56,1	634,6	0,43	0,57	4,90
153	3,16	56,3	646,8	0,43	0,57	4,96
154	3,08	56,6	659,6	0,43	0,57	5,02
155	3,00	56,8	669,0	0,43	0,57	5,06

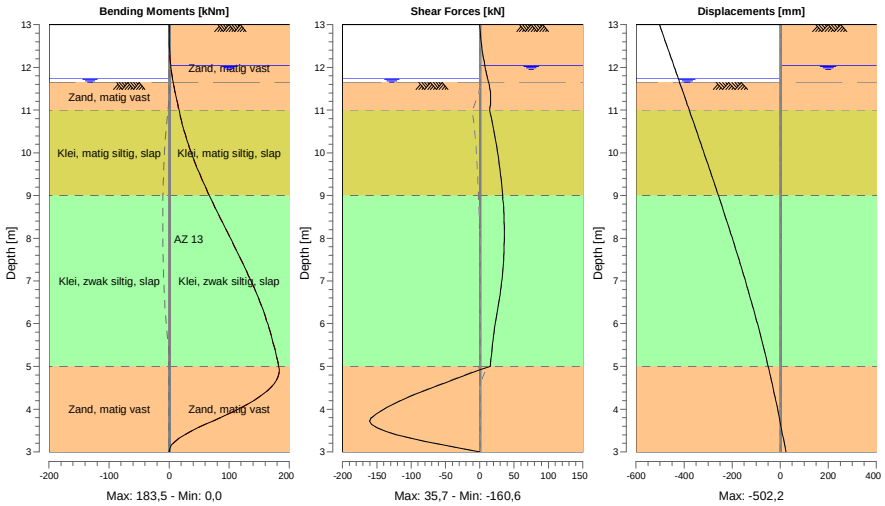
8.5 Calculation Results

Number of iterations: 6

8.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Definitief met last

Step 6.3 - Partial factor set: Class III



8.5.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	13,00	0,0	0,0	**-502,2**
1	12,53	0,5	2,6	-472,8
2	12,53	0,5	2,6	-472,8
2	12,05	2,8	7,1	-443,3
3	12,05	2,8	7,1	-443,3
3	12,00	3,1	7,7	-440,2
4	12,00	3,1	7,7	-440,2
4	11,75	5,5	11,2	-424,8
5	11,75	5,5	11,2	-424,8
5	11,65	6,7	12,8	-418,6
6	11,65	6,7	12,8	-418,6
6	11,32	11,5	15,9	-398,5
7	11,32	11,5	15,9	-398,5
7	11,00	16,5	14,3	-378,4
8	11,00	16,5	14,3	-378,4
8	10,60	23,3	19,5	-353,8
9	10,60	23,3	19,5	-353,8
9	10,20	32,0	24,1	-329,3
10	10,20	32,0	24,1	-329,3
10	9,80	42,4	27,9	-305,0
11	9,80	42,4	27,9	-305,0
11	9,40	54,2	31,0	-280,9
12	9,40	54,2	31,0	-280,9
12	9,00	67,1	33,4	-257,0
13	9,00	67,1	33,4	-257,0
13	8,56	82,4	35,2	-231,0
14	8,56	82,4	35,2	-231,0
14	8,11	98,2	35,7	-205,5
15	8,11	98,2	35,7	-205,5
15	7,67	114,0	35,2	-180,6
16	7,67	114,0	35,2	-180,6
16	7,22	129,3	33,5	-156,4
17	7,22	129,3	33,5	-156,4
17	6,78	143,6	30,5	-133,1
18	6,78	143,6	30,5	-133,1
18	6,33	156,1	25,9	-110,7
19	6,33	156,1	25,9	-110,7
19	5,89	166,6	21,6	-89,3
20	5,89	166,6	21,6	-89,3
20	5,44	175,4	18,1	-69,0
21	5,44	175,4	18,1	-69,0
21	5,00	**182,8**	15,4	-49,8
22	5,00	**182,8**	15,4	-49,8
22	4,60	175,0	-53,4	-33,6
23	4,60	175,0	-53,5	-33,6
23	4,20	140,9	-115,4	-18,2
24	4,20	140,9	-115,5	-18,2
24	3,80	85,4	-157,4	-3,6
25	3,80	85,4	**-158,0**	-3,6
25	3,40	25,7	-120,9	10,6
26	3,40	25,7	-120,4	10,6
26	3,00	0,0	-0,1	24,6
Max		**182,8**	**-158,0**	**-502,2**
Max, minor nodes incl.		183,5	-160,6	-502,2

8.5.3 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	13,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	12,53	0,00	0,00	-		7,56	0,00	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* [%]
2	12,53	0,00	0,00	-		7,92	0,00	A	
2	12,05	0,00	0,00	-		11,13	0,00	A	
3	12,05	0,00	0,00	-		11,32	0,00	A	
3	12,00	0,00	0,00	-		11,56	0,49	A	
4	12,00	0,00	0,00	-		11,64	0,49	A	
4	11,75	0,00	0,00	-		12,82	2,94	A	
5	11,75	0,00	0,00	-		12,91	2,94	A	
5	11,65	0,00	0,98	-		13,38	3,92	A	
6	11,65	0,00	0,98	P		13,50	3,92	A	
6	11,32	15,02	4,17	P		15,03	7,11	A	
7	11,32	16,61	4,17	P		15,20	7,11	A	
7	11,00	31,80	7,36	P		16,81	10,30	A	
8	11,00	15,26	7,36	P		26,26	10,30	A	
8	10,60	19,78	11,28	P		29,14	14,22	A	
9	10,60	20,28	11,28	P		29,46	14,22	A	
9	10,20	24,81	15,21	P		32,38	18,15	A	
10	10,20	25,31	15,21	P		32,71	18,15	A	
10	9,80	29,86	19,13	P		35,66	22,07	A	
11	9,80	30,37	19,13	P		35,99	22,07	A	
11	9,40	34,93	23,05	P		38,98	26,00	A	
12	9,40	35,44	23,05	P		39,31	26,00	A	
12	9,00	39,89	26,98	P		42,28	29,92	A	
13	9,00	40,43	26,98	P		42,63	29,92	A	
13	8,56	46,37	31,34	P		46,19	34,28	A	
14	8,56	47,03	31,34	P		46,59	34,28	A	
14	8,11	52,98	35,70	P		50,17	38,64	A	
15	8,11	53,64	35,70	P		50,57	38,64	A	
15	7,67	59,59	40,06	P		54,16	43,00	A	
16	7,67	60,25	40,06	P		54,56	43,00	A	
16	7,22	66,21	44,42	P		58,66	47,36	A	
17	7,22	66,87	44,42	P		58,95	47,36	A	
17	6,78	72,83	48,78	P		61,51	51,72	A	
18	6,78	73,49	48,78	P		61,79	51,72	A	
18	6,33	77,97	53,14	3	98	64,29	56,08	A	
19	6,33	78,48	53,14	3	98	64,57	56,08	A	
19	5,89	78,64	57,50	3	91	67,02	60,44	A	
20	5,89	79,14	57,50	3	91	67,29	60,44	A	
20	5,44	79,44	61,86	3	86	69,69	64,80	A	
21	5,44	79,93	61,86	3	86	69,96	64,80	A	
21	5,00	80,02	66,22	3	81	72,20	69,16	A	
22	5,00	236,79	66,22	3	94	50,07	69,16	A	
22	4,60	217,59	70,14	3	85	51,29	73,08	A	
23	4,60	218,51	70,14	3	85	51,43	73,08	A	
23	4,20	190,37	74,07	2	70	52,66	77,01	A	
24	4,20	191,10	74,07	2	70	52,80	77,01	A	
24	3,80	114,44	77,99	1	40	54,03	80,93	A	
25	3,80	114,85	77,99	1	40	54,17	80,93	A	
25	3,40	19,17	81,91	A		236,31	84,86	1	39
26	3,40	19,30	81,91	A		236,59	84,86	1	39
26	3,00	20,48	85,84	A		366,97	88,78	2	55

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

8.5.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	593,7	567,7
Water	375,5	401,7
Total	969,3	969,4

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	908,72 kN
Mobilized passive effective resistance	593,74 kN
Percentage mobilized resistance	65,3 %

8.5.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0,72
Partial material factor	1,00
Maximum point resistance	8,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-172,37
Vertical force passive	179,80
Resulting vertical force (no dead weight)	7,43
Vertical toe capacity Ftoe;d	78,91
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-140,14
Vertical force passive	146,18
Resulting vertical force (no dead weight)	6,04
Vertical toe capacity Ftoe;d	1745,28
Resultant goes up	

8.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
11,65	Zand, matig vast	4,13	13,00	Zand, matig vast	-8,80
11,00	Klei, matig siltig...	12,09	11,00	Klei, matig siltig...	-14,99
9,00	Klei, zwak siltig...	58,13	9,00	Klei, zwak siltig...	-51,61
5,00	Zand, matig vast	105,45	5,00	Zand, matig vast	-96,97

9 Step 6.5 Stage 4: Definitief met last

9.1 Input Data Left

9.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.1.2 Water Level

Water level: 12,00 [m]

9.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	12,00

9.1.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	17,50	12,00
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	17,50	12,00
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, matig siltig...	11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, zwak siltig...	9,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, matig vast	5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	5000,00	5000,00
Klei, matig siltig...	11,00	500,00	500,00
Klei, zwak siltig...	9,00	500,00	500,00
Zand, matig vast	5,00	5000,00	5000,00

9.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	11,93	0,2	4,0	0,26	2,99	5,84
2	11,87	0,4	7,9	0,26	2,67	5,84
3	11,80	0,5	11,9	0,26	2,48	5,84
4	11,73	0,7	15,9	0,26	2,35	5,84
5	11,67	0,8	18,8	0,26	2,25	5,84
6	11,67	0,9	20,8	0,26	2,25	5,84
7	11,60	1,1	23,8	0,26	2,16	5,84
8	11,53	1,2	27,8	0,26	2,09	5,84
9	11,47	1,4	31,7	0,26	2,03	5,84
10	11,40	1,6	35,7	0,26	1,97	5,84
11	11,33	1,7	38,7	0,26	1,93	5,84
12	11,33	1,8	40,7	0,26	1,93	5,84
13	11,27	2,0	43,6	0,26	1,88	5,84
14	11,20	2,1	47,6	0,26	1,84	5,84
15	11,13	2,3	51,6	0,26	1,80	5,84
16	11,07	2,5	55,5	0,26	1,77	5,84
17	11,00	2,6	58,5	0,27	1,79	5,96
18	11,00	4,7	26,3	0,46	1,79	2,62
19	10,92	4,9	27,2	0,47	2,03	2,61
20	10,84	5,1	28,4	0,47	2,02	2,60
21	10,76	5,4	29,6	0,47	2,02	2,59
22	10,68	5,6	30,8	0,47	2,01	2,58
23	10,60	5,8	31,6	0,47	2,00	2,58
24	10,60	5,9	32,2	0,47	2,00	2,57
25	10,52	6,1	33,1	0,47	2,00	2,57
26	10,44	6,4	34,3	0,48	1,99	2,56
27	10,36	6,6	35,5	0,48	1,97	2,56
28	10,28	6,8	36,7	0,48	1,96	2,55
29	10,20	7,0	37,5	0,48	1,95	2,55
30	10,20	7,1	38,1	0,48	1,95	2,54
31	10,12	7,3	39,0	0,48	1,94	2,54
32	10,04	7,6	40,2	0,48	1,93	2,53
33	9,96	7,8	41,4	0,48	1,92	2,53
34	9,88	8,0	42,6	0,48	1,90	2,53
35	9,80	8,2	43,5	0,48	1,89	2,52
36	9,80	8,3	44,0	0,48	1,89	2,52
37	9,72	8,5	44,9	0,48	1,88	2,52
38	9,64	8,7	46,1	0,48	1,87	2,51
39	9,56	9,0	47,3	0,48	1,86	2,51
40	9,48	9,2	48,5	0,48	1,84	2,51
41	9,40	9,4	49,4	0,48	1,83	2,51
42	9,40	9,5	50,0	0,48	1,83	2,50
43	9,32	9,7	50,9	0,48	1,82	2,50
44	9,24	9,9	52,0	0,48	1,81	2,50
45	9,16	10,2	53,2	0,48	1,79	2,50
46	9,08	10,4	54,4	0,48	1,78	2,50
47	9,00	10,6	55,3	0,48	1,76	2,49
48	9,00	10,7	56,0	0,47	1,76	2,48
49	8,91	10,9	57,1	0,47	1,75	2,48
50	8,82	11,2	58,7	0,47	1,73	2,48
51	8,73	11,5	60,2	0,47	1,72	2,48
52	8,64	11,8	61,8	0,47	1,70	2,48
53	8,56	12,1	62,9	0,47	1,68	2,48
54	8,56	12,2	63,7	0,47	1,68	2,47
55	8,47	12,4	64,9	0,47	1,67	2,47
56	8,38	12,7	66,4	0,47	1,66	2,47
57	8,29	13,0	67,9	0,47	1,64	2,47
58	8,20	13,3	69,5	0,47	1,63	2,47
59	8,11	13,6	70,6	0,47	1,62	2,47
60	8,11	13,7	71,4	0,47	1,62	2,47
61	8,02	13,9	72,6	0,47	1,60	2,47

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
62	7,93	14,2	74,1	0,47	1,59	2,47
63	7,84	14,5	75,7	0,47	1,58	2,47
64	7,76	14,9	77,2	0,47	1,56	2,46
65	7,67	15,1	78,4	0,47	1,55	2,46
66	7,67	15,2	79,1	0,47	1,55	2,46
67	7,58	15,5	80,3	0,47	1,54	2,46
68	7,49	15,8	81,8	0,47	1,53	2,46
69	7,40	16,1	83,4	0,47	1,52	2,46
70	7,31	16,4	84,9	0,47	1,51	2,46
71	7,22	16,6	86,1	0,47	1,50	2,46
72	7,22	16,7	86,9	0,47	1,50	2,46
73	7,13	17,0	88,0	0,47	1,49	2,46
74	7,04	17,3	89,6	0,47	1,48	2,46
75	6,96	17,6	91,1	0,47	1,47	2,46
76	6,87	17,9	92,7	0,47	1,46	2,46
77	6,78	18,1	93,8	0,47	1,45	2,46
78	6,78	18,2	94,6	0,47	1,45	2,46
79	6,69	18,5	95,8	0,47	1,44	2,46
80	6,60	18,8	97,3	0,47	1,43	2,46
81	6,51	19,1	98,9	0,47	1,42	2,45
82	6,42	19,4	100,4	0,47	1,41	2,45
83	6,33	19,6	101,6	0,47	1,40	2,45
84	6,33	19,8	102,4	0,47	1,40	2,45
85	6,24	20,0	103,5	0,47	1,39	2,45
86	6,16	20,3	105,1	0,47	1,39	2,45
87	6,07	20,6	106,6	0,47	1,38	2,45
88	5,98	20,9	108,2	0,47	1,37	2,45
89	5,89	21,1	109,3	0,47	1,36	2,45
90	5,89	21,3	110,1	0,47	1,36	2,45
91	5,80	21,5	111,3	0,47	1,35	2,45
92	5,71	21,8	112,8	0,47	1,35	2,45
93	5,62	22,1	114,4	0,47	1,34	2,45
94	5,53	22,4	115,9	0,47	1,33	2,45
95	5,44	22,6	117,1	0,47	1,32	2,45
96	5,44	22,8	117,9	0,47	1,32	2,45
97	5,36	23,0	119,0	0,47	1,32	2,45
98	5,27	23,3	120,6	0,47	1,31	2,45
99	5,18	23,6	122,1	0,47	1,30	2,45
100	5,09	23,9	123,7	0,47	1,29	2,45
101	5,00	24,1	124,9	0,47	1,28	2,44
102	5,00	12,1	324,8	0,24	1,28	6,29
103	4,92	12,3	324,6	0,24	1,04	6,22
104	4,84	12,6	325,7	0,24	1,03	6,14
105	4,76	12,9	327,9	0,24	1,02	6,09
106	4,68	13,1	330,6	0,24	1,01	6,05
107	4,60	13,3	333,0	0,24	1,00	6,02
108	4,60	13,5	334,7	0,24	1,00	6,01
109	4,52	13,7	337,3	0,24	1,00	5,99
110	4,44	13,9	341,1	0,24	0,99	5,97
111	4,36	14,2	345,0	0,24	0,98	5,96
112	4,28	14,4	349,0	0,25	0,98	5,94
113	4,20	14,6	352,1	0,25	0,97	5,93
114	4,20	14,7	354,2	0,25	0,97	5,93
115	4,12	14,9	357,4	0,25	0,96	5,92
116	4,04	15,1	361,7	0,25	0,96	5,91
117	3,96	15,4	366,1	0,25	0,95	5,90
118	3,88	15,6	370,5	0,25	0,94	5,90
119	3,80	15,8	373,8	0,25	0,94	5,89
120	3,80	15,9	376,1	0,25	0,94	5,89
121	3,72	16,1	379,4	0,25	0,93	5,89
122	3,64	16,3	383,9	0,25	0,93	5,88
123	3,56	16,6	388,5	0,25	0,92	5,88
124	3,48	16,8	393,0	0,25	0,91	5,87
125	3,40	17,0	396,5	0,25	0,91	5,87

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
126	3,40	17,1	398,8	0,25	0,91	5,87
127	3,32	17,3	402,2	0,25	0,90	5,87
128	3,24	17,5	406,8	0,25	0,90	5,87
129	3,16	17,7	411,4	0,25	0,89	5,86
130	3,08	18,0	416,1	0,25	0,89	5,86
131	3,00	18,1	419,6	0,25	0,88	5,86

9.3 Input Data Right

9.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.3.2 Water Level

Water level: 12,00 [m]

9.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	13,00
12,15	17,00

9.3.4 Soil Material Properties in Profile: DKM 8

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Zand, matig vast	20,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, matig siltig...	11,00	16,00	16,00	0,00	17,50	12,00
Klei, zwak siltig...	9,00	17,00	17,00	0,00	17,50	12,00
Zand, matig vast	5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig vast	20,00	1,00	1,00	Fine
Klei, matig siltig...	11,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak siltig...	9,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	5,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand, matig vast	20,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, matig siltig...	11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak siltig...	9,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, matig siltig...	11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, zwak siltig...	9,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, matig vast	5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, matig vast	20,00	5000,00	5000,00
Klei, matig siltig...	11,00	500,00	500,00
Klei, zwak siltig...	9,00	500,00	500,00
Zand, matig vast	5,00	5000,00	5000,00

9.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	12,93	3,8	202,7	0,25	1,46	13,51
2	12,87	4,2	224,4	0,25	1,23	13,49
3	12,80	4,6	246,1	0,25	1,13	13,65
4	12,73	5,0	267,8	0,26	1,06	13,80
5	12,67	5,3	284,1	0,26	1,01	13,90
6	12,67	5,5	295,0	0,26	1,01	13,96
7	12,60	5,8	311,2	0,26	0,97	14,04
8	12,53	6,2	333,0	0,26	0,94	14,14
9	12,47	6,6	354,7	0,26	0,91	14,22
10	12,40	7,0	376,4	0,27	0,89	14,28
11	12,33	7,3	392,7	0,27	0,87	14,33
12	12,33	7,5	403,5	0,27	0,87	14,36
13	12,27	7,8	419,8	0,27	0,85	14,39
14	12,20	8,2	441,5	0,27	0,84	14,44
15	12,13	8,6	463,2	0,27	0,82	14,48
16	12,07	9,0	485,0	0,27	0,81	14,51
17	12,00	9,3	501,2	0,27	0,80	14,54
18	12,00	9,5	511,1	0,27	0,80	14,58
19	11,93	9,7	524,4	0,27	0,80	14,68
20	11,87	10,0	542,2	0,27	0,79	14,80
21	11,80	10,3	559,9	0,27	0,79	14,92
22	11,73	10,5	577,7	0,27	0,78	15,03
23	11,67	10,7	591,0	0,27	0,78	15,11
24	11,67	10,9	599,8	0,27	0,78	15,16
25	11,60	11,1	613,1	0,28	0,77	15,24
26	11,53	11,4	630,9	0,28	0,77	15,33
27	11,47	11,6	648,6	0,28	0,76	15,42
28	11,40	11,9	666,3	0,28	0,76	15,51
29	11,33	12,1	679,6	0,28	0,75	15,58
30	11,33	12,2	688,5	0,28	0,75	15,62
31	11,27	12,4	701,8	0,28	0,75	15,68
32	11,20	12,7	719,5	0,28	0,75	15,75
33	11,13	13,0	737,2	0,28	0,74	15,83
34	11,07	13,3	754,9	0,28	0,74	15,90
35	11,00	13,5	768,2	0,28	0,74	16,02
36	11,00	21,9	576,6	0,45	0,74	11,93
37	10,92	22,3	584,2	0,46	0,87	11,95
38	10,84	22,8	594,3	0,46	0,87	11,97
39	10,76	23,3	604,5	0,46	0,87	11,99
40	10,68	23,9	614,7	0,47	0,86	12,01
41	10,60	24,2	622,4	0,47	0,86	12,02
42	10,60	24,5	627,5	0,47	0,86	12,03
43	10,52	24,9	635,2	0,47	0,86	12,05
44	10,44	25,4	645,4	0,48	0,86	12,06
45	10,36	25,9	655,7	0,48	0,85	12,08
46	10,28	26,5	665,9	0,48	0,85	12,10
47	10,20	26,8	673,6	0,48	0,85	12,11
48	10,20	27,1	678,8	0,48	0,85	12,12
49	10,12	27,5	686,5	0,49	0,85	12,14
50	10,04	28,0	696,7	0,49	0,84	12,15
51	9,96	28,5	707,0	0,49	0,84	12,17
52	9,88	29,1	717,3	0,49	0,84	12,19
53	9,80	29,5	724,8	0,50	0,84	12,20

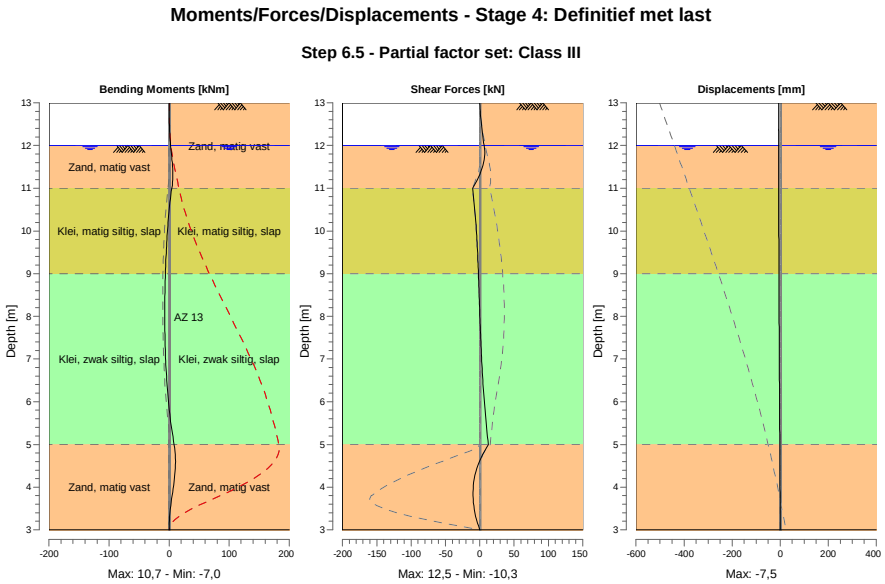
Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
54	9,80	29,7	694,0	0,50	0,84	11,60
55	9,72	30,1	680,4	0,50	0,83	11,27
56	9,64	30,6	664,5	0,50	0,83	10,87
57	9,56	31,2	650,6	0,50	0,83	10,51
58	9,48	31,7	638,3	0,51	0,82	10,19
59	9,40	32,1	629,9	0,51	0,82	9,96
60	9,40	32,3	624,6	0,51	0,82	9,82
61	9,32	32,7	617,2	0,51	0,82	9,62
62	9,24	33,3	608,0	0,51	0,82	9,36
63	9,16	33,8	599,5	0,51	0,81	9,13
64	9,08	34,3	591,6	0,52	0,81	8,90
65	9,00	34,7	586,0	0,52	0,81	8,74
66	9,00	35,0	582,3	0,52	0,81	8,62
67	8,91	35,5	576,7	0,52	0,81	8,46
68	8,82	36,1	569,6	0,52	0,80	8,24
69	8,73	36,7	562,9	0,52	0,80	8,04
70	8,64	37,3	556,6	0,53	0,80	7,84
71	8,56	37,8	552,0	0,53	0,79	7,70
72	8,56	38,1	549,0	0,53	0,79	7,61
73	8,47	38,6	503,9	0,53	0,79	6,92
74	8,38	39,2	361,0	0,53	0,79	4,90
75	8,29	39,9	357,5	0,53	0,79	4,79
76	8,20	40,5	354,0	0,54	0,78	4,68
77	8,11	41,0	351,4	0,54	0,78	4,61
78	8,11	41,3	349,6	0,54	0,78	4,56
79	8,02	41,8	346,9	0,54	0,78	4,48
80	7,93	42,4	343,3	0,54	0,78	4,38
81	7,84	43,0	339,7	0,54	0,77	4,29
82	7,76	43,7	336,1	0,54	0,77	4,19
83	7,67	44,1	333,3	0,55	0,77	4,12
84	7,67	44,5	331,5	0,55	0,77	4,08
85	7,58	44,9	328,7	0,55	0,77	4,01
86	7,49	45,6	324,9	0,55	0,76	3,92
87	7,40	46,2	321,2	0,55	0,76	3,83
88	7,31	46,8	317,4	0,55	0,76	3,75
89	7,22	47,3	314,5	0,55	0,76	3,69
90	7,22	47,6	312,5	0,56	0,76	3,64
91	7,13	48,1	309,6	0,56	0,75	3,58
92	7,04	48,7	305,7	0,56	0,75	3,50
93	6,96	49,4	301,7	0,56	0,75	3,42
94	6,87	50,0	281,5	0,56	0,75	3,16
95	6,78	50,5	264,3	0,56	0,74	2,94
96	6,78	50,8	265,0	0,56	0,74	2,94
97	6,69	51,3	266,1	0,56	0,74	2,93
98	6,60	51,9	267,5	0,57	0,74	2,91
99	6,51	52,6	269,0	0,57	0,74	2,90
100	6,42	53,2	270,4	0,57	0,74	2,89
101	6,33	53,7	271,5	0,57	0,73	2,88
102	6,33	54,0	272,2	0,57	0,73	2,87
103	6,24	54,5	273,3	0,57	0,73	2,87
104	6,16	55,1	274,7	0,57	0,73	2,85
105	6,07	55,7	276,1	0,57	0,73	2,84
106	5,98	56,4	277,6	0,58	0,72	2,83
107	5,89	56,9	278,7	0,58	0,72	2,82
108	5,89	57,2	279,4	0,58	0,72	2,82
109	5,80	57,9	280,4	0,58	0,72	2,81
110	5,71	59,0	281,9	0,59	0,72	2,80
111	5,62	59,4	283,3	0,59	0,72	2,79
112	5,53	59,9	284,7	0,59	0,71	2,78
113	5,44	60,3	285,8	0,59	0,71	2,77
114	5,44	60,5	286,5	0,59	0,71	2,77
115	5,36	60,9	287,6	0,58	0,71	2,76
116	5,27	61,4	289,0	0,58	0,71	2,75
117	5,18	61,8	290,5	0,58	0,71	2,74

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
118	5,09	62,3	291,9	0,58	0,71	2,74
119	5,00	62,7	293,0	0,58	0,70	2,72
120	5,00	40,9	557,3	0,38	0,70	5,16
121	4,92	41,1	564,2	0,38	0,55	5,18
122	4,84	41,3	573,4	0,38	0,55	5,22
123	4,76	41,6	582,6	0,37	0,55	5,26
124	4,68	41,8	591,8	0,37	0,54	5,29
125	4,60	42,0	598,7	0,37	0,54	5,32
126	4,60	42,1	603,3	0,37	0,54	5,33
127	4,52	42,3	610,2	0,37	0,54	5,36
128	4,44	42,5	619,4	0,37	0,54	5,39
129	4,36	42,8	628,6	0,37	0,54	5,42
130	4,28	43,0	637,7	0,37	0,54	5,46
131	4,20	43,2	644,6	0,37	0,53	5,48
132	4,20	43,4	649,1	0,37	0,55	5,50
133	4,12	43,5	656,0	0,37	0,54	5,52
134	4,04	43,8	665,1	0,37	0,54	5,55
135	3,96	44,0	674,4	0,36	0,54	5,58
136	3,88	44,3	687,7	0,36	0,54	5,64
137	3,80	44,5	700,6	0,36	0,54	5,71
138	3,80	44,6	707,5	0,36	0,54	5,75
139	3,72	44,8	720,6	0,36	0,54	5,82
140	3,64	45,0	736,8	0,36	0,53	5,90
141	3,56	45,3	753,7	0,36	0,53	5,99
142	3,48	45,5	770,4	0,36	0,53	6,07
143	3,40	45,7	783,4	0,36	0,53	6,14
144	3,40	45,8	792,0	0,36	0,53	6,19
145	3,32	46,0	805,0	0,36	0,53	6,25
146	3,24	46,3	820,5	0,36	0,53	6,32
147	3,16	46,5	829,7	0,36	0,52	6,35
148	3,08	46,8	838,7	0,35	0,52	6,37
149	3,00	46,9	845,4	0,35	0,52	6,38

9.5 Calculation Results

Number of iterations: 5

9.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



9.5.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	13,00	0,0	0,0	**-7,5**
1	12,67	0,2	1,3	-7,2
2	12,67	0,2	1,3	-7,2
2	12,33	1,0	3,5	-7,0
3	12,33	1,0	3,5	-7,0
3	12,00	2,6	6,3	-6,8
4	12,00	2,6	6,3	-6,8
4	11,67	4,9	6,4	-6,6
5	11,67	4,9	6,4	-6,6
5	11,33	6,2	0,4	-6,4
6	11,33	6,2	0,4	-6,4
6	11,00	4,6	-10,3	-6,2
7	11,00	4,6	-10,3	-6,2
7	10,60	1,0	-7,8	-6,0
8	10,60	1,0	-7,8	-6,0
8	10,20	-1,7	-5,7	-5,8
9	10,20	-1,7	-5,7	-5,8
9	9,80	-3,7	-4,1	-5,6
10	9,80	-3,7	-4,1	-5,6
10	9,40	-5,1	-3,0	-5,4
11	9,40	-5,1	-3,0	-5,4
11	9,00	-6,1	-2,1	-5,2
12	9,00	-6,1	-2,1	-5,2
12	8,56	-6,8	-1,1	-4,9
13	8,56	-6,8	-1,1	-4,9
13	8,11	-7,0	-0,1	-4,5
14	8,11	-7,0	-0,1	-4,5
14	7,67	-6,9	0,9	-4,2
15	7,67	-6,9	0,9	-4,2
15	7,22	-6,2	2,1	-3,7
16	7,22	-6,2	2,1	-3,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	6,78	-5,0	3,5	-3,3
17	6,78	-5,0	3,5	-3,3
17	6,33	-3,0	5,3	-2,7
18	6,33	-3,0	5,3	-2,7
18	5,89	-0,3	7,3	-2,2
19	5,89	-0,3	7,3	-2,2
19	5,44	3,5	9,7	-1,7
20	5,44	3,5	9,7	-1,7
20	5,00	8,4	**12,5**	-1,2
21	5,00	8,4	**12,5**	-1,2
21	4,60	**10,7**	-0,4	-0,8
22	4,60	**10,7**	-0,4	-0,8
22	4,20	8,8	-8,0	-0,4
23	4,20	8,8	-8,0	-0,4
23	3,80	5,1	-9,8	-0,1
24	3,80	5,1	-9,8	-0,1
24	3,40	1,6	-7,1	0,2
25	3,40	1,6	-7,1	0,2
25	3,00	0,0	0,0	0,4
Max		**10,7**	**12,5**	**-7,5**
Max, minor nodes incl.		10,7	12,5	-7,5

9.5.3 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective stress	Water stress	Stat*	Mob*	Effective stress	Water stress	Stat*	Mob*
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	13,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	12,67	0,00	0,00	-		5,29	0,00	A	
2	12,67	0,00	0,00	-		5,50	0,00	A	
2	12,33	0,00	0,00	-		7,32	0,00	A	
3	12,33	0,00	0,00	-		7,52	0,00	A	
3	12,00	0,00	0,00	-		9,34	0,00	A	
4	12,00	0,00	0,00	P		9,51	0,00	A	
4	11,67	18,84	3,27	P		10,74	3,27	A	
5	11,67	20,83	3,27	P		10,87	3,27	A	
5	11,33	37,47	6,54	3	97	12,10	6,54	A	
6	11,33	38,85	6,54	3	96	12,24	6,54	A	
6	11,00	51,63	9,81	3	86	13,53	9,81	A	
7	11,00	20,89	9,81	2	77	23,41	9,81	1	
7	10,60	26,70	13,73	3	83	32,83	13,73	1	
8	10,60	27,19	13,73	3	83	33,16	13,73	1	
8	10,20	31,12	17,66	3	81	35,71	17,66	1	
9	10,20	31,59	17,66	3	81	36,03	17,66	1	
9	9,80	35,33	21,58	3	80	38,57	21,58	1	
10	9,80	35,80	21,58	3	80	38,89	21,58	1	
10	9,40	38,73	25,51	2	77	41,36	25,51	1	
11	9,40	39,18	25,51	2	77	41,67	25,51	1	
11	9,00	41,68	29,43	2	75	44,09	29,43	1	
12	9,00	42,18	29,43	2	75	44,43	29,43	1	
12	8,56	45,10	33,79	2	71	47,34	33,79	1	
13	8,56	45,64	33,79	2	71	47,70	33,79	1	
13	8,11	48,34	38,15	2	68	50,61	38,15	1	
14	8,11	48,85	38,15	2	68	50,97	38,15	1	
14	7,67	51,36	42,51	2	65	53,89	42,51	1	
15	7,67	51,85	42,51	2	65	54,24	42,51	1	
15	7,22	54,19	46,87	2	63	57,17	46,87	1	
16	7,22	54,67	46,87	2	63	57,51	46,87	1	
16	6,78	56,87	51,23	2	60	60,47	51,23	1	
17	6,78	57,33	51,23	2	60	60,80	51,23	1	
17	6,33	59,40	55,59	2	58	63,58	55,59	1	
18	6,33	59,85	55,59	2	58	63,90	55,59	1	
18	5,89	61,82	59,95	2	56	66,87	59,95	1	
19	5,89	62,26	59,95	2	56	67,18	59,95	1	
19	5,44	64,15	64,31	2	55	70,09	64,31	1	

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* [%]
20	5,44	64,57	64,31	2	55	70,40	64,31	1	
20	5,00	66,05	68,67	2	53	73,23	68,67	1	
21	5,00	89,94	68,67	1	28	52,05	68,67	1	
21	4,60	71,23	72,59	1	21	45,25	72,59	1	
22	4,60	71,64	72,59	1	21	45,53	72,59	1	
22	4,20	66,14	76,52	1	19	54,08	76,52	1	
23	4,20	66,54	76,52	1	19	55,80	76,52	1	
23	3,80	61,91	80,44	1	17	63,31	80,44	1	
24	3,80	62,29	80,44	1	17	63,58	80,44	1	
24	3,40	58,17	84,37	1		70,56	84,37	1	9
25	3,40	58,54	84,37	1		70,82	84,37	1	9
25	3,00	54,57	88,29	1		77,62	88,29	1	9

*

Stat	Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob	Percentage passive mobilized

9.5.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	445,3	445,3
Water	397,3	397,3
Total	842,6	842,6

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1207,10 kN
Mobilized passive effective resistance	445,31 kN
Percentage mobilized resistance	36,9 %

9.5.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0,72
Partial material factor	1,25
Maximum point resistance	8,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-144,95
Vertical force passive	149,77
Resulting vertical force (no dead weight)	4,82
Vertical toe capacity Ftoe;d	63,13
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-117,84
Vertical force passive	121,76
Resulting vertical force (no dead weight)	3,92
Vertical toe capacity Ftoe;d	1396,22
Resultant goes up	

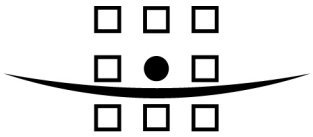
9.5.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
12,00	Zand, matig vast	13,27	13,00	Zand, matig vast	-8,39
11,00	Klei, matig siltig...	17,25	11,00	Klei, matig siltig...	-19,41
9,00	Klei, zwak siltig...	57,80	9,00	Klei, zwak siltig...	-61,62
5,00	Zand, matig vast	61,45	5,00	Zand, matig vast	-55,53

End of Report

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares



ROYAL HASKONING

Company:	Royal Haskoning
Date of report:	2/1/2012
Time of report:	3:45:35 PM
Date of calculation:	2/1/2012
Time of calculation:	3:41:44 PM
Filename:	L:\..\Damwand\D-Sheet\Def nieuw overzijde dijk tpv DKM5 - 20120120
Project identification:	Regelwerk Pannerden Damwand tpv Veerdam AZ 18, 4,0 m kerend

Verification according to CUR 166

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Anchors and Struts 3
2.3 Overall Stability per Stage 3
3 Input Data for all Stages 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Sheet Piling Properties 4
3.3 Calculation Options 4
4 Outline Stage 1: Verankering 6
5 Outline Stage 2: Definitief 7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.3		214,1	94,6	52,1	55,7	Sufficient
1	CUR-Step 6.4		157,1	79,5	55,0	60,1	Sufficient
1	CUR-Step 6.5	19,2	76,5	45,2	34,0	38,5	Sufficient
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		91,8	54,3			
2	CUR-Step 6.3		**289,9**	**123,0**	60,7	63,8	Sufficient
2	CUR-Step 6.4		229,4	107,6	**63,5**	**68,2**	Sufficient
2	CUR-Step 6.5	**31,8**	133,7	68,8	39,7	44,4	Sufficient
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		160,4	82,5			
Max		**31,8**	**289,9**	**123,0**	**63,5**	**68,2**	Sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut Groutanker (35)	
		Force [kN]	State
1	Step 6.3	140,60	Elastic
1	Step 6.4	115,27	Elastic
1	Step 6.5 * 1,20	79,56	Elastic
2	Step 6.3	184,09	Elastic
2	Step 6.4	158,95	Elastic
2	Step 6.5 * 1,20	121,62	Elastic

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Verankering	1,87
Definitief	1,65

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	12,00 m
Level top side	16,00 m
Number of sections	1
Pr;max;point	10,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 18	4,00	16,00	7,1820E+04	1,00	432,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 18	4,00	16,00	0,74	0,74	corrosie 100 jaar

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 18	4,00	16,00	5,3150E+04	319,68

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²]
AZ 18	4,00	16,00	380,00	1,35	150,00

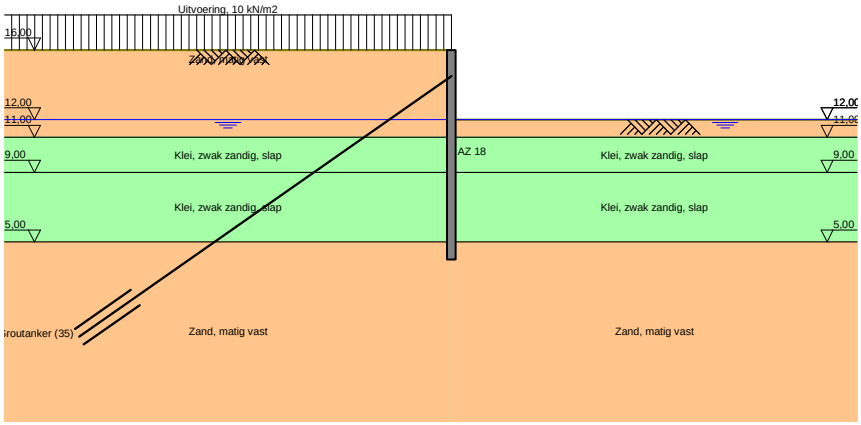
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method A: Partial factors (design values) in all stages
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	Class III
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,10
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of subgrade reactions	1,30

Geometry modification		
- Reduction in surface level on passive side	0,35 m	
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m	
Overall stability factors		
- Driving moment	1,10	
- Cohesion	1,50	
- Tangent phi	1,20	
Vertical balance factors		
- Gamma m:b4	1,00	User defined

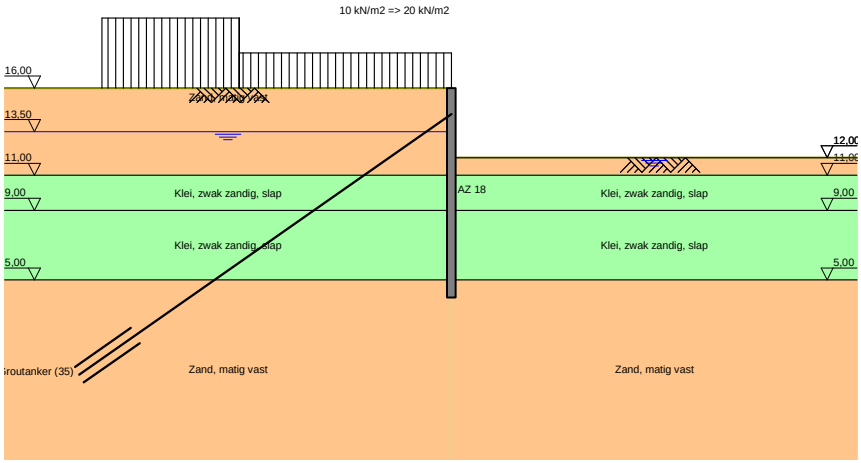
4 Outline Stage 1: Verankering

Outline - Stage 1: Verankering



5 Outline Stage 2: Definitief

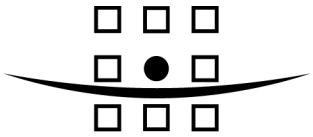
Outline - Stage 2: Definitief



End of Report

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares



ROYAL HASKONING

Company:	Royal Haskoning
Date of report:	2/1/2012
Time of report:	3:47:36 PM
Date of calculation:	2/1/2012
Time of calculation:	3:47:23 PM
Filename:	L:\..\Damwand\D-Sheet\Def nieuw overzijde dijk tpv DKM5 2 - 20120120
Project identification:	Regelwerk Pannerden Damwand tpv Veerdam AZ 18, 2,5 m kerend

Verification according to CUR 166

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Anchors and Struts 3
2.3 Overall Stability per Stage 3
3 Input Data for all Stages 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Sheet Piling Properties 4
3.3 Calculation Options 4
4 Outline Stage 1: Verankering 6
5 Outline Stage 2: Definitief 7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.3		102,5	57,4	39,9	43,7	Sufficient
1	CUR-Step 6.4		64,3	45,2	40,8	46,1	Sufficient
1	CUR-Step 6.5	7,7	40,1	-30,8	26,4	31,0	Sufficient
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		48,1	-37,0			
2	CUR-Step 6.3		**156,8**	**88,0**	46,7	50,3	Sufficient
2	CUR-Step 6.4		105,5	71,9	**48,4**	**54,0**	Sufficient
2	CUR-Step 6.5	**12,7**	60,8	40,6	30,6	35,7	Sufficient
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		73,0	48,8			
Max		**12,7**	**156,8**	**88,0**	**48,4**	**54,0**	Sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut Groutanker (35)	
		Force [kN]	State
1	Step 6.3	84,38	Elastic
1	Step 6.4	69,55	Elastic
1	Step 6.5 * 1,20	40,17	Elastic
2	Step 6.3	124,00	Elastic
2	Step 6.4	103,48	Elastic
2	Step 6.5 * 1,20	74,24	Elastic

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Verankering	2,45
Definitief	2,07

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	10,50 m
Level top side	14,50 m
Number of sections	1
Pr;max;point	10,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 18	4,00	14,50	7,1820E+04	1,00	432,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 18	4,00	14,50	0,74	0,74	corrosie 100 jaar

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 18	4,00	14,50	5,3150E+04	319,68

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²]
AZ 18	4,00	14,50	380,00	1,35	150,00

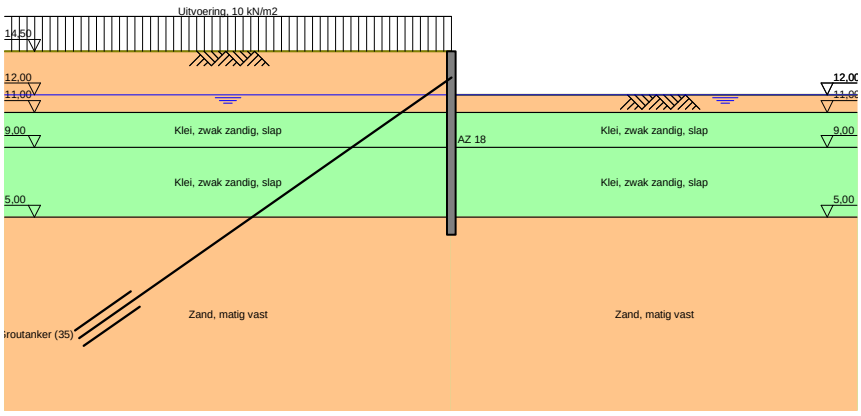
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method A: Partial factors (design values) in all stages
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	Class III
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,10
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of subgrade reactions	1,30

Geometry modification		
- Reduction in surface level on passive side	0,35 m	
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m	
Overall stability factors		
- Driving moment	1,10	
- Cohesion	1,50	
- Tangent phi	1,20	
Vertical balance factors		
- Gamma m:b4	1,00	User defined

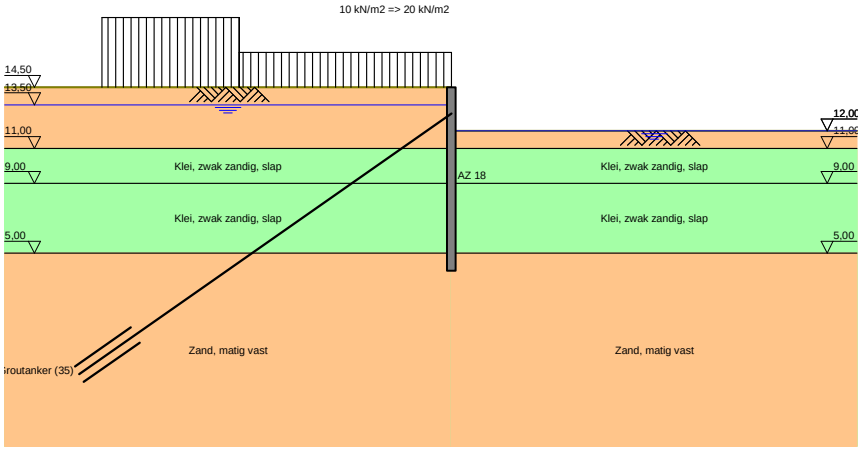
4 Outline Stage 1: Verankering

Outline - Stage 1: Verankering



5 Outline Stage 2: Definitief

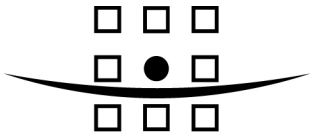
Outline - Stage 2: Definitief



End of Report

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares



ROYAL HASKONING

Company:	Royal Haskoning
Date of report:	2/1/2012
Time of report:	3:49:33 PM
Date of calculation:	2/1/2012
Time of calculation:	3:49:22 PM
Filename:	L:\..\Damwand\D-Sheet\Def nieuw overzijde dijk tpv DKM5 1m - 20120120
Project identification:	Regelwerk Pannerden Damwand tpv Veerdijk AZ 13, 1,0 m kerend

Verification according to CUR 166

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Overall Stability per Stage 3
3 Input Data for all Stages 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Sheet Piling Properties 4
3.3 Calculation Options 4
4 Outline Stage 1: Verankering 6
5 Outline Stage 2: Definitief 7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.3		-70,8	**46,9**	**0,0**	**47,2**	Sufficient
1	CUR-Step 6.4		-68,7	38,8	**0,0**	46,3	Sufficient
1	CUR-Step 6.5	8,4	14,8	-16,6	**0,0**	27,2	Upwards
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		17,7	-19,9			
2	CUR-Step 6.3		**-71,0**	46,7	**0,0**	47,1	Sufficient
2	CUR-Step 6.4		-68,8	38,8	**0,0**	46,1	Sufficient
2	CUR-Step 6.5	**8,7**	12,8	-14,6	**0,0**	26,8	Upwards
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		15,4	-17,5			
Max		**8,7**	**-71,0**	**46,9**	**0,0**	**47,2**	Sufficient

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Verankering	3,28
Definitief	3,10

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	9,50 m
Level top side	13,50 m
Number of sections	1
Pr;max;point	10,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 13	4,00	13,50	4,1370E+04	1,00	312,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 13	4,00	13,50	0,74	0,74	corrosie 100 jaar

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 13	4,00	13,50	3,0610E+04	230,88

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²]
AZ 13	4,00	13,50	303,00	1,23	137,00

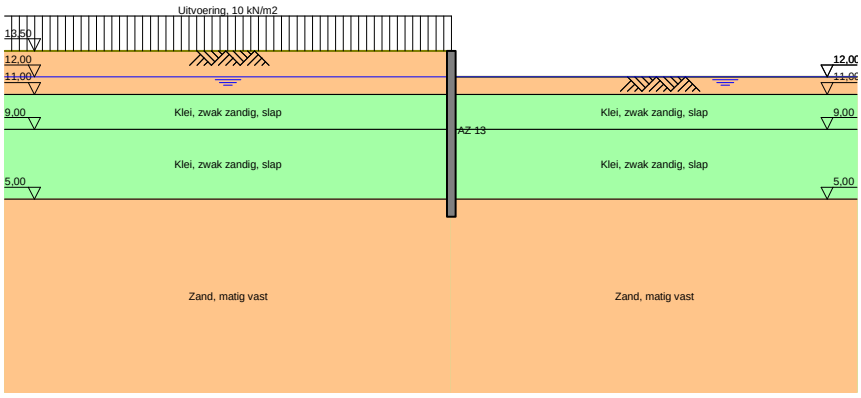
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method A: Partial factors (design values) in all stages
Used partial factor set	Class III
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,10
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	0,35 m

- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m	
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m	
Overall stability factors		
- Driving moment	1,10	
- Cohesion	1,50	
- Tangent phi	1,20	
Vertical balance factors		
- Gamma m:b4	1,00	User defined

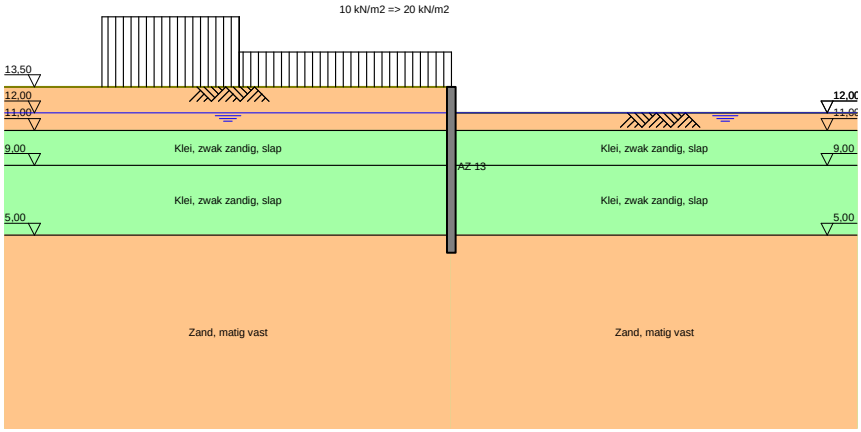
4 Outline Stage 1: Verankering

Outline - Stage 1: Verankering



5 Outline Stage 2: Definitief

Outline - Stage 2: Definitief



End of Report

Regelwerk Pannerden

2-2-2012 16:58

Definitief overzicht damwandtypes en verankering

Locatie	Kerende hoogte	Damwand						Verankering						
	[m]	Type	Max moment [kNm]	Vervorming [mm]	Niveau top [NAP…m]	Niveau voet [NAP…m]	Lengte [m]	Type	Niveau anker [NAP…m]	Ankerkracht [kN/anker]*	Hoek [º]	Lengte [m]	Staaf [mm/bout]	Grout [m]
Dijkzijde	4,0	AZ 25	326	32	16,0	2,0	14,0	LWA 675	14,5	739	35	28	60,3 / M64	9,0
	2,5	AZ 18	208	21	14,5	2,0	12,5	LWA 450	13,5	680	35	26	52 / M56	7,0
	1,0	AZ 13	184	8	13,0	3,0	10,0	Onverankerd	-	-	-	-	-	-
Veerdam	4,0	AZ 18	290	32	16,0	3,0	13,0	LWA 300	14,5	470	35	24	48,3 / M52	5,0
	2,5	AZ 18	157	13	14,5	3,0	11,5	LWA 200	13,0	315	35	23	38 / M42	4,0
	1,5	AZ 13	72	10	13,5	3,0	10,5	Onverankerd	-	-	-	-	-	-

* Exclusief veiligheden tbv ankerstaal of groutlichaam

ROYAL HASKONING
Enhancing Society

Bijlage 3
Draagvermogen damwand

4D8D - berekeningen

versie 9.1a - juni 2002

project Regelwerk Pannerden
projectnr 9W7512

paaltype	p	prefab	v		r=rond v=vierkant	blauw	rekengegevens om in te vullen
alfa p	1					groen	automatisch gegenereerde waarden
alfa s	0,006		beta	1		geel	alg. gegevens om in te vullen
ksi	0,72						
ψ,m,b4:	1,2						

Sondering nr.	Paalpunt m tov	Neg.kleef m paalomtrek	schacht mm	Omtrek m	voetplaat mm	I MPa	II Mpa	III MPa	puntsp MPa	Fpunt kN	lengte pos 1 m	qc pos 1 MPa	lengte pos 2 m	qc pos 2 MPa	Fpos 1 kN	Fpos 2 kN	F totaal rep kN	Fr;d kN	Fs;nk;d kN	Fr;d - Fs;nk;d kN	
DKM5	2,0		600	2,40					0,00	0	1	10			144	0	144	86	0	***86***	DKM5
DKM5	2,0		600	2,40					0,00	0	2	10			288	0	288	173	0	***173***	DKM5
									0,00	0					0	0	0	0	0	***0***	
									0,00	0					0	0	0	0	0	***0***	

ROYAL HASKONING
Enhancing Society

Bijlage 4
Paalberekening (druk, trek)

Report for MFoundation 6.4

Design and Verification of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Date of report:	2/1/2012
Time of report:	4:05:56 PM
Date of calculation:	1/19/2012
Time of calculation:	10:31:05 AM
Filename:	C:\..\9W7512 Pannerden\Mfoudation\Paalfundering keerwand NEN 20120117
Project identification:	Regelwerk Pannerden Fundering MFoundation Paalfundering keerwand NEN 20120117

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Bearing Piles 3
2.4 Superstructure 3
2.5 General CPT Data 3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.6 Soil Data 4
2.6.1 Soil Profile DKM5 4
2.6.2 Soil Profile DKM6 5
2.6.3 Soil Profile DKM7 7
2.6.4 Soil Profile DKM8 8
2.7 Pile Types 9
2.7.1 Pile type : Rect 400x400 9
2.7.2 Pile type : Rect 350x350 9
2.8 Foundation Plan 9
2.8.1 View of Foundation Plan 10
2.9 Excavation Data 10
2.10 Totalized Loads (design values) 11
2.11 Requirements 11
2.12 Overruled Parameters 11
2.13 Calculation Options 11
2.14 Model Options 11
3 Bearing Piles (NEN): Results of the Option Complete Verification 12
3.1 Errors and Warnings 12
3.2 Remarks 12
3.3 Calculation Parameters 12
3.3.1 Pile Factors 12
3.3.2 Pile type : Rect 350x350 12
3.4 Verification of Limit State 1A 12
3.5 Verification of Limit State 1B 13
3.6 Verification of Limit State 2 13
3.7 Additional Information 13
3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state 1B 13
3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at Limit state 2 14

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Bearing Piles (NEN)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	Regelwerk Pannerden
Title 2 :	Fundering
Title 3 :	MFoundation Paalfundering keerwand NEN 20120117
Number of project :	9W7512
Location of project :	

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of MFOUNDATION concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

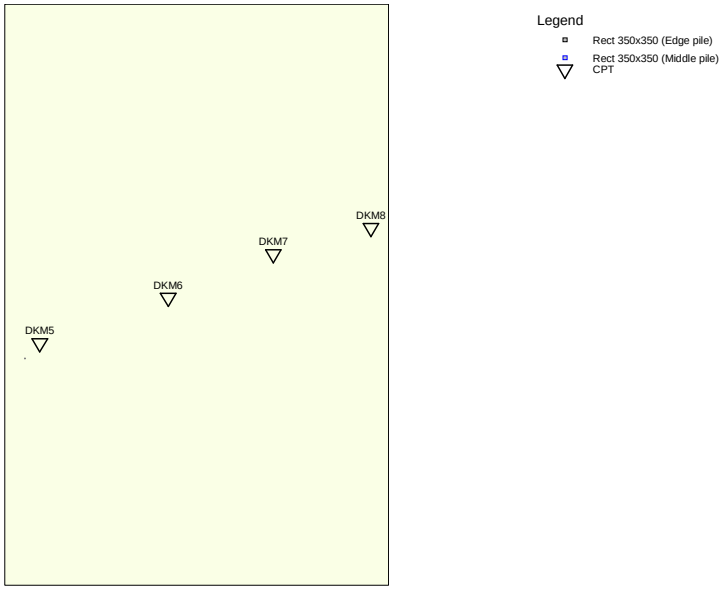
2.4 Superstructure

Type of superstructure :	Other (than house)
Rigidity of the superstructure :	Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's :	4
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



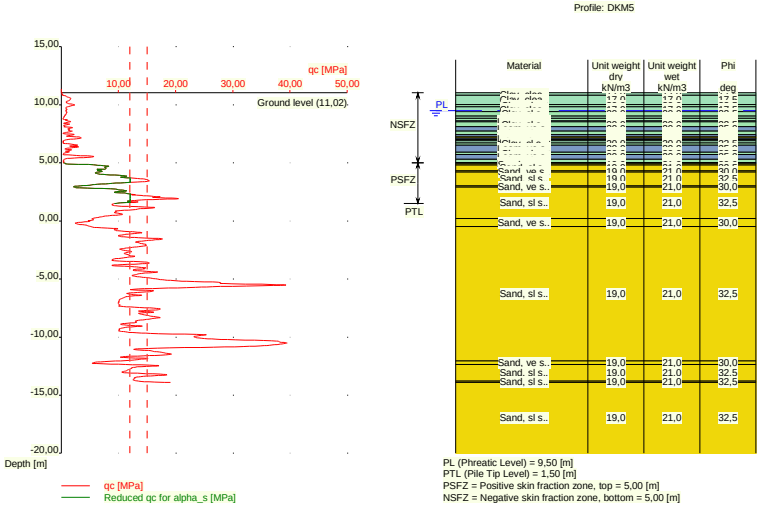
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: DKM5	1,50	5,00	5,00	199276,46	433511,72
2: DKM6	1,50	5,30	5,30	199319,18	433526,85
3: DKM7	1,50	4,50	4,50	199354,23	433541,34
4: DKM8	1,50	5,00	5,00	199386,67	433550,05

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 4

2.6.1 Soil Profile DKM5

Belonging to CPT	DKM5
Surface level in [m. reference level] :	11,020
Phreatic level in [m. reference level] :	9,500
Pile tip level in [m. reference level] :	1,500
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	5,000
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	5,000
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,110
Number of layers in profile :	34

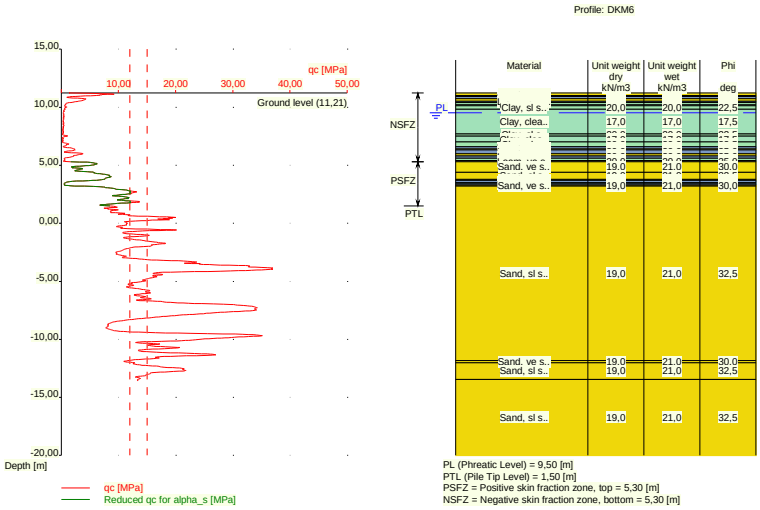


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	11,020	17,00	17,00	17,50	Clay	--
2	10,820	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	10,020	20,00	20,00	22,50	Clay	--
4	9,820	17,00	17,00	17,50	Clay	--
5	9,420	20,00	20,00	22,50	Clay	--
6	9,020	17,00	17,00	17,50	Clay	--
7	8,820	20,00	20,00	22,50	Clay	--
8	8,620	20,00	20,00	35,00	Loam	--
9	8,520	20,00	20,00	22,50	Clay	--
10	8,120	20,00	20,00	35,00	Loam	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
11	7,720	20,00	20,00	22,50	Clay	--
12	7,420	20,00	20,00	35,00	Loam	--
13	7,220	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
14	7,120	20,00	20,00	35,00	Loam	--
15	7,020	20,00	20,00	22,50	Clay	--
16	6,920	17,00	17,00	17,50	Clay	--
17	6,720	20,00	20,00	22,50	Clay	--
18	6,520	20,00	20,00	35,00	Loam	--
19	5,920	20,00	20,00	22,50	Clay	--
20	5,720	20,00	20,00	35,00	Loam	--
21	5,320	20,00	20,00	22,50	Clay	--
22	5,020	20,00	20,00	35,00	Loam	--
23	4,920	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
24	4,820	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
25	4,320	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
26	4,220	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
27	3,020	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
28	2,920	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
29	0,220	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
30	-0,490	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
31	-12,060	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
32	-12,360	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
33	-13,790	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
34	-13,890	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.2 Soil Profile DKM6

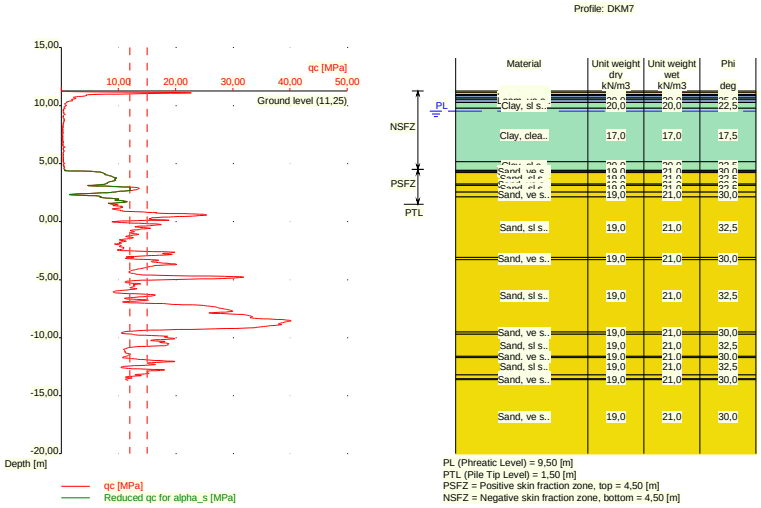
Belonging to CPT	DKM6
Surface level in [m. reference level] :	11,210
Phreatic level in [m. reference level] :	9,500
Pile tip level in [m. reference level] :	1,500
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	5,300
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	5,300
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,110
Number of layers in profile :	30



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	11,210	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
2	11,010	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
3	10,910	20,00	20,00	35,00	Loam	--
4	10,710	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
5	10,510	20,00	20,00	35,00	Loam	--
6	10,410	20,00	20,00	22,50	Clay	--
7	10,210	17,00	17,00	17,50	Clay	--
8	10,110	20,00	20,00	22,50	Clay	--
9	9,810	17,00	17,00	17,50	Clay	--
10	7,700	20,00	20,00	22,50	Clay	--
11	7,500	17,00	17,00	17,50	Clay	--
12	7,000	20,00	20,00	22,50	Clay	--
13	6,600	20,00	20,00	35,00	Loam	--
14	6,400	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
15	6,300	20,00	20,00	35,00	Loam	--
16	6,000	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
17	5,800	20,00	20,00	35,00	Loam	--
18	5,600	20,00	20,00	22,50	Clay	--
19	5,400	20,00	20,00	35,00	Loam	--
20	5,300	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
21	4,390	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
22	3,790	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
23	3,690	20,00	20,00	35,00	Loam	--
24	3,490	20,00	20,00	22,50	Clay	--
25	3,390	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	3,290	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
27	3,190	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
28	-11,810	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
29	-12,010	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
30	-13,450	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.3 Soil Profile DKM7

Belonging to CPT	DKM7
Surface level in [m. reference level] :	11,250
Phreatic level in [m. reference level] :	9,500
Pile tip level in [m. reference level] :	1,500
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	4,500
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	4,500
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,110
Number of layers in profile :	25

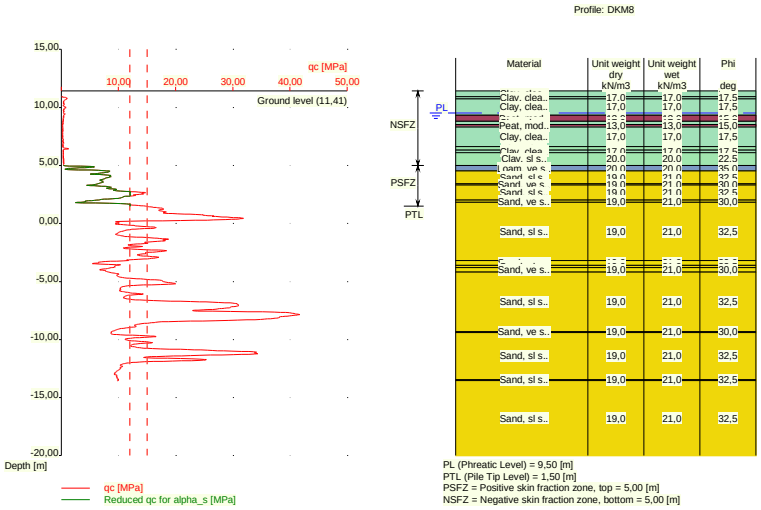


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	11,250	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
2	11,150	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
3	10,950	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
4	10,850	20,00	20,00	35,00	Loam	--
5	10,650	20,00	20,00	22,50	Clay	--
6	10,550	20,00	20,00	35,00	Loam	--
7	10,250	20,00	20,00	22,50	Clay	--
8	9,750	17,00	17,00	17,50	Clay	--
9	5,140	20,00	20,00	22,50	Clay	--
10	4,430	20,00	20,00	35,00	Loam	--
11	4,330	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
12	4,230	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
13	3,230	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
14	3,130	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
15	2,530	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
16	2,130	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
17	-3,090	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
18	-3,290	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
19	-9,500	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
20	-9,700	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
21	-11,610	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
22	-11,710	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
23	-13,220	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
24	-13,520	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
25	-13,620	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200

2.6.4 Soil Profile DKM8

Belonging to CPT	DKM8
Surface level in [m. reference level] :	11,410
Phreatic level in [m. reference level] :	9,500
Pile tip level in [m. reference level] :	1,500
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	5,000
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	5,000
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,110
Number of layers in profile :	24



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	11,410	17,00	17,00	17,50	Clay	--
2	10,910	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	10,710	17,00	17,00	17,50	Clay	--
4	9,310	13,00	13,00	15,00	Peat	--
5	8,810	17,00	17,00	17,50	Clay	--
6	8,510	13,00	13,00	15,00	Peat	--
7	8,310	17,00	17,00	17,50	Clay	--
8	6,610	20,00	20,00	22,50	Clay	--
9	6,310	17,00	17,00	17,50	Clay	--
10	6,110	20,00	20,00	22,50	Clay	--
11	5,010	20,00	20,00	35,00	Loam	--
12	4,510	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
13	3,410	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
14	3,310	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
15	2,010	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
16	1,810	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
17	-3,190	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
18	-3,600	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
19	-3,800	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
20	-4,200	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
21	-9,310	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
22	-9,410	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
23	-13,440	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
24	-13,540	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : Rect 400x400

Pile type : Prefabricated concrete pile

Materialtype for pile : Concrete
Slip layer : None
Pile shape : Rectangular pile
beta (NEN 6743 figure 4 : Pile tip, shape factor) : 1,00
s (NEN 6743 art. 5.4.2.2.4 : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) : 1,00
Pile dimensions :
- Smallest side pile tip [m] : 0,400
- Largest side pile tip [m] : 0,400

2.7.2 Pile type : Rect 350x350

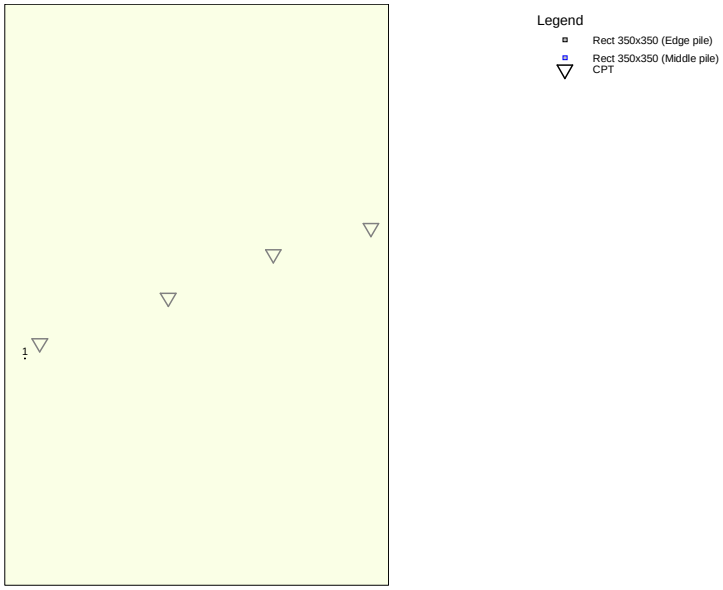
Pile type : Prefabricated concrete pile

Materialtype for pile : Concrete
Slip layer : None
Pile shape : Rectangular pile
beta (NEN 6743 figure 4 : Pile tip, shape factor) : 1,00
s (NEN 6743 art. 5.4.2.2.4 : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) : 1,00
Pile dimensions :
- Smallest side pile tip [m] : 0,350
- Largest side pile tip [m] : 0,350

2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1
Number of collaborating piles* : 1
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

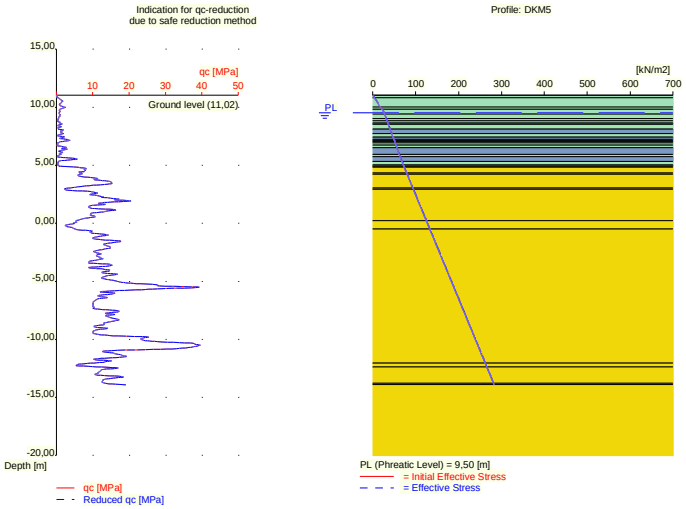
2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]	Fs_d (1A/1B) [kN]	Fs_d (2) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	199271,46	433506,72	461,00	366,00	0,00	12,00

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 12,000
Reduction model : Safe (NEN)



2.10 Totalized Loads (design values)

Total load on all piles for limit state 1A/1B in [kN] :	461,00
Total load on all piles for limit state 2 in [kN] :	366,00

2.11 Requirements

Limit state 1B	
Maximum allowed settlement in [m] :	0,150
Maximum allowed (relative) rotation :	1 / 100
Limit state 2	
Maximum allowed settlement in [m] :	0,150
Maximum allowed (relative) rotation :	1 / 300

2.12 Overruled Parameters

User defined Factor xi [-] :	0,88

2.13 Calculation Options

Suppress pile group (for negative skin friction)
Create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Use the influence of excavations (standard).

2.14 Model Options

Selected pile types :
- -Rect 350x350

Selected profiles :
- -DKM5
- -DKM6
- -DKM7
- -DKM8

3 Bearing Piles (NEN): Results of the Option Complete Verification

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi (NEN 6743 table 1) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
The CPT's do not meet the requirements set by NEN 6740
art. 8.4.1.4 because :
- the maximum allowed center to center distance for CPT's is exceeded.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 6740 art. 8.4.1.4. the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Performing the check on 8.4.1.4, the average distance between the different CPT's used for this check is 15 m.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;m;b (NEN 6740 table 3, limit state 1A/1B) :	1,20
gamma;m;b (NEN 6740 table 3, limit state 2) :	1,00
xi (user defined) :	0,88

Even though it is possible, the pilegroup model has not been used to calculate the negative skin friction.

3.3.2 Pile type : Rect 350x350

Pile type :	Prefabricated concrete pile
Materialtype for pile :	Concrete
Slip layer :	None
Pile shape :	Rectangular pile
beta (NEN 6743 figure 4 : Pile tip, shape factor) :	1,00
s (NEN 6743 art. 5.4.2.2.4 : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	1,00
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0,350
Largest side pile tip [m] :	0,350

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
DKM5	0,0100	0,0250	1,0000
DKM6	0,0100	0,0238	1,0000
DKM7	0,0100	0,0228	1,0000
DKM8	0,0100	0,0250	1,0000

3.4 Verification of Limit State 1A

Required by NEN 6740 art. 5.2 and 6.4.1: Fs;d <= Fr;d.
Non rigid superstructure, verify load per pile with bearing capacity per pile.

Fs;d = 461,000 [kN]
Fr;d = 867,275 [kN]

The requirements of limit state 1A are met, limit state 1A is ok.

Note: Negative skin friction plays NO part in Limit State 1A. Its influence is

incorporated in the tests for Limit State 1B and 2. The intermediate results provide a full overview of all values that are calculted for the negative skin friction.
Purely indicative, the values for the negative skin friction vary from 81 [kN] to 101 [kN] per pile.

3.5 Verification of Limit State 1B

Required by NEN 6740 art. 5.2 and 6.4.1: Wd <= Wreq.

Wd = 0,010 [m]
Wreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of limit state 1B are met, this is ok.

With only 1 pile rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.6 Verification of Limit State 2

Required by NEN 6740 art. 5.2 and 6.4.1: Wd <= Wreq.
For houses, the requirement is : Wreq = 0.05 m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

Wd = 0,005 [m]
Wreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of limit state 2 are met, this is ok.

With only 1 pile rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.7 Additional Information

The design values of the maximum shaft tensions (calculated at the transition of positive to negative skin friction) are

At Limit state 1A/1B :sigma = 4,59 [N/mm2]
At Limit state 2 :sigma = 3,81 [N/mm2]

The maximum settlement was found at :
Limit state 1B
CPT name DKM7
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
wneg = 0,000 [m]
wtip = 0,008 [m]
wel;d = 0,002 [m]
w2;d = 0,000 [m]

Limit state 2
CPT name DKM7
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
wneg = 0,000 [m]
wtip = 0,003 [m]
wel;d = 0,002 [m]
w2;d = 0,000 [m]

wneg stands for the settlement due to negative skin friction when the expected ground level settlement (egls) is within the next boundaries : 0.02 < egls <= 0.10 meter.

For expected ground level settlement beyond the boundaries, wneg = 0.

3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state 1B

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Fr;max;shaft;d	Bearing Cap. Point [kN] Fr;max;point;d	Bearing Cap. Total [kN]
DKM5	320,633	428,962	749,595
DKM6	284,350	539,386	823,736
DKM7	252,862	551,481	804,343
DKM8	303,158	788,269	1091,427

3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at Limit state 2

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Fr;max;shaft;d	Bearing Cap. Point [kN] Fr;max;point;d	Bearing Cap. Total [kN]
DKM5	384,760	514,755	899,515
DKM6	341,220	647,264	988,484
DKM7	303,434	661,777	965,211
DKM8	363,789	945,922	1309,711

End of Report

Report for MFoundation 6.4

Design and Verification of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Date of report:	2/1/2012
Time of report:	4:09:25 PM
Date of calculation:	2/1/2012
Time of calculation:	4:08:27 PM
Filename:	L:\..\Fundering\Mfoundation\Paalfundering keerwand trek 20120117
Project identification:	Regelwerk Pannerden Paalfundering trekbelasting MFoundation Paalfundering keerwand trek 20120117

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Tension Piles (CUR) 3
2.4 General CPT Data 3
2.4.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.5 Soil Data 4
2.5.1 Soil Profile DKM5 4
2.5.2 Soil Profile DKM6 5
2.5.3 Soil Profile DKM7 7
2.5.4 Soil Profile DKM8 9
2.6 Pile Types 10
2.6.1 Pile type : Rect 400x400 11
2.6.2 Pile type : Rect 350x350 11
2.7 Foundation Plan 11
2.7.1 View of Foundation Plan 11
2.8 Excavation Data 12
2.9 Optional Parameters 12
2.10 Overruled Parameters 12
2.11 Calculation Options 12
2.12 Model Options 12
3 Tension Piles (CUR): Bearing capacity at fixed pile tip levels 13
3.1 Remarks 13
3.2 Calculation Parameters 13
3.2.1 Pile Factors 13
3.2.2 Pile type : Rect 350x350 13
3.3 Results for pile type : Rect 350x350 13
3.3.1 Pile group 1 13

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Tension Piles (CUR)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	Regelwerk Pannerden
Title 2 :	Paalfundering trekbelasting
Title 3 :	MFoundation Paalfundering keerwand trek 20120117
Number of project :	9W7512
Location of project :	

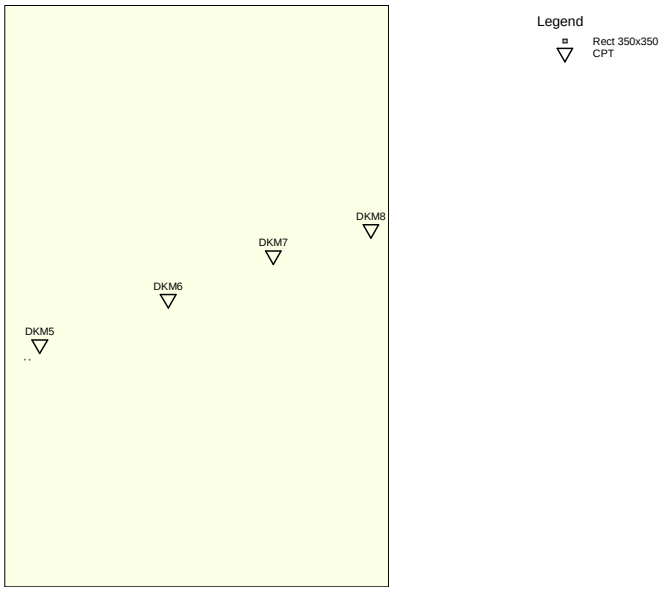
2.3 Application Area Model Tension Piles (CUR)

The design and verifications performed by the TENSION PILES (CUR) model of MFOUNDATION concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause tensile forces in the piles. Pilegroup effects are taken into account. Calculation of pile forces is based on Cone Penetration Tests. Pile capacities are based on the CUR manual 2001-4 "Design rules for Tension Piles" and where pile/safety factors are concerned, on Dutch Standards NEN 6740 and NEN 6743. Horizontal displacements of piles are not taken into account. Vertical displacements of piles are not calculated. Design of Tension piles based on CUR manual 2001-4 is limited to piles with lengths between 7 and 50 m and a minimum length over (equivalent) diameter ratio of 13.5.

2.4 General CPT Data

Number of CPT's :	4
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.4.1 View of CPT's in Foundation Plan



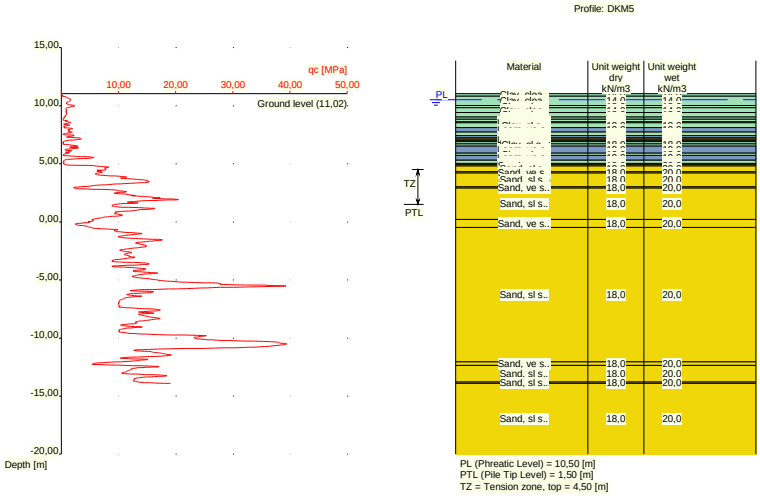
Number/name CPT	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: DKM5	199276,46	433511,72
2: DKM6	199319,18	433526,85
3: DKM7	199354,23	433541,34
4: DKM8	199386,67	433550,05

2.5 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 4

2.5.1 Soil Profile DKM5

Belonging to CPT	DKM5
Surface level in [m. reference level] :	11,020
Phreatic level in [m. reference level] :	10,500
Top of tension zone [m. reference level]:	4,500
Pile tip level in [m. reference level] :	1,500
Number of layers in profile :	34



Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	11,020	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
2	10,820	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
3	10,020	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
4	9,820	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
5	9,420	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
6	9,020	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
7	8,820	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
8	8,620	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
9	8,520	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
10	8,120	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
11	7,720	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
12	7,420	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
13	7,220	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard

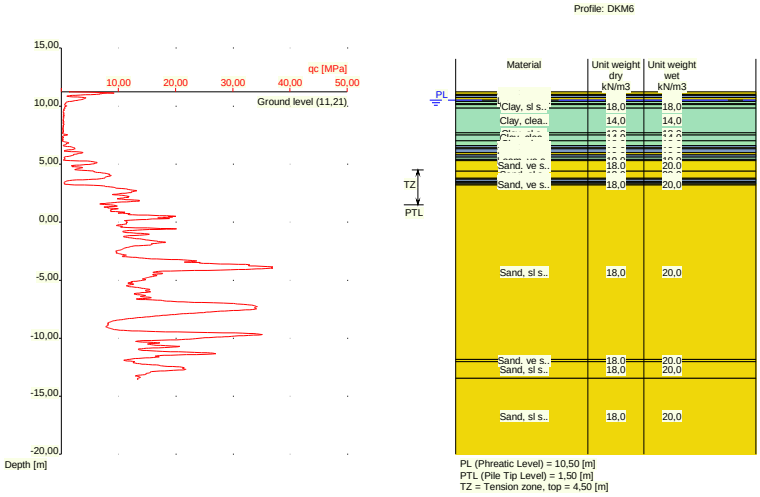
Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
14	7,120	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
15	7,020	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
16	6,920	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
17	6,720	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
18	6,520	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
19	5,920	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
20	5,720	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
21	5,320	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
22	5,020	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
23	4,920	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
24	4,820	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
25	4,320	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
26	4,220	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
27	3,020	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
28	2,920	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
29	0,220	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
30	-0,490	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
31	-12,060	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
32	-12,360	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
33	-13,790	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
34	-13,890	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	11,020	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
2	10,820	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
3	10,020	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
4	9,820	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
5	9,420	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
6	9,020	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
7	8,820	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
8	8,620	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
9	8,520	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
10	8,120	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
11	7,720	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
12	7,420	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
13	7,220	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
14	7,120	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
15	7,020	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
16	6,920	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
17	6,720	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
18	6,520	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
19	5,920	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
20	5,720	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
21	5,320	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
22	5,020	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
23	4,920	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
24	4,820	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
25	4,320	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
26	4,220	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
27	3,020	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
28	2,920	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
29	0,220	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
30	-0,490	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
31	-12,060	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
32	-12,360	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
33	-13,790	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
34	-13,890	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True

2.5.2 Soil Profile DKM6

Belonging to CPT DKM6
Surface level in [m. reference level] : 11,210

Phreatic level in [m. reference level] :	10,500
Top of tension zone [m. reference level]:	4,500
Pile tip level in [m. reference level] :	1,500
Number of layers in profile :	30

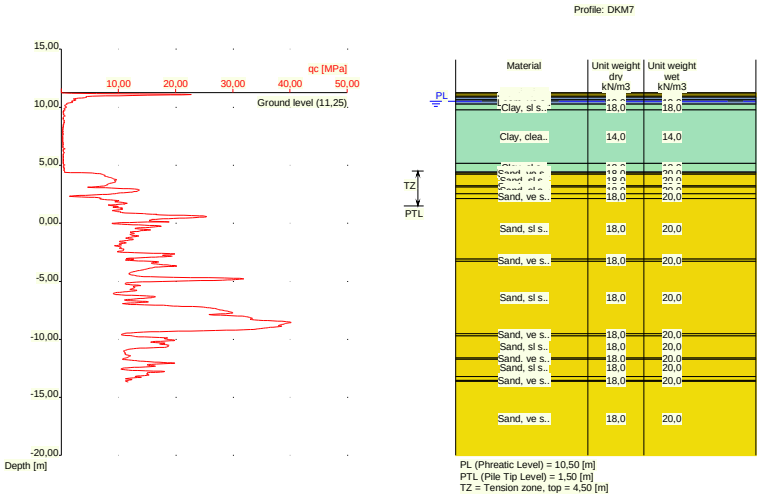


Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	11,210	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
2	11,010	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
3	10,910	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
4	10,710	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
5	10,510	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
6	10,410	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
7	10,210	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
8	10,110	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
9	9,810	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
10	7,700	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
11	7,500	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
12	7,000	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
13	6,600	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
14	6,400	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
15	6,300	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
16	6,000	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
17	5,800	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
18	5,600	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
19	5,400	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
20	5,300	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
21	4,390	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
22	3,790	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
23	3,690	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
24	3,490	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
25	3,390	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
26	3,290	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
27	3,190	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
28	-11,810	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
29	-12,010	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
30	-13,450	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	11,210	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
2	11,010	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
3	10,910	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
4	10,710	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
5	10,510	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
6	10,410	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
7	10,210	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
8	10,110	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
9	9,810	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
10	7,700	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
11	7,500	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
12	7,000	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
13	6,600	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
14	6,400	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
15	6,300	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
16	6,000	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
17	5,800	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
18	5,600	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
19	5,400	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
20	5,300	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
21	4,390	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
22	3,790	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
23	3,690	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
24	3,490	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
25	3,390	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
26	3,290	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
27	3,190	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
28	-11,810	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
29	-12,010	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
30	-13,450	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True

2.5.3 Soil Profile DKM7

Belonging to CPT	DKM7
Surface level in [m. reference level] :	11,250
Phreatic level in [m. reference level] :	10,500
Top of tension zone [m. reference level]:	4,500
Pile tip level in [m. reference level] :	1,500
Number of layers in profile :	25



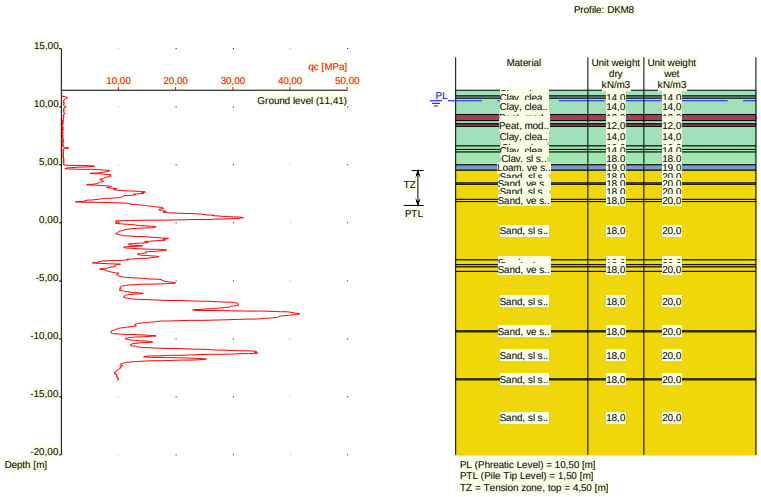
Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	11,250	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
2	11,150	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
3	10,950	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
4	10,850	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
5	10,650	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
6	10,550	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
7	10,250	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
8	9,750	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
9	5,140	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
10	4,430	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
11	4,330	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
12	4,230	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
13	3,230	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
14	3,130	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
15	2,530	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
16	2,130	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
17	-3,090	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
18	-3,290	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
19	-9,500	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
20	-9,700	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
21	-11,610	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
22	-11,710	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
23	-13,220	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
24	-13,520	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
25	-13,620	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	11,250	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
2	11,150	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
3	10,950	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
4	10,850	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
5	10,650	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
6	10,550	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
7	10,250	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
8	9,750	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
9	5,140	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
10	4,430	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
11	4,330	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
12	4,230	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
13	3,230	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
14	3,130	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
15	2,530	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
16	2,130	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
17	-3,090	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
18	-3,290	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
19	-9,500	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
20	-9,700	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
21	-11,610	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
22	-11,710	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
23	-13,220	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
24	-13,520	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
25	-13,620	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True

2.5.4 Soil Profile DKM8

Belonging to CPT	DKM8
Surface level in [m. reference level] :	11,410
Phreatic level in [m. reference level] :	10,500
Top of tension zone [m. reference level]:	4,500
Pile tip level in [m. reference level] :	1,500
Number of layers in profile :	24



Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	11,410	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
2	10,910	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
3	10,710	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
4	9,310	Peat	12,00	12,00	0,40	0,80		12/15	Standard
5	8,810	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
6	8,510	Peat	12,00	12,00	0,40	0,80		12/15	Standard
7	8,310	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
8	6,610	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
9	6,310	Clay	14,00	14,00	0,40	0,80		12/15	Standard
10	6,110	Clay	18,00	18,00	0,40	0,80		12/15	Standard
11	5,010	Loam	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standard
12	4,510	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
13	3,410	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
14	3,310	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
15	2,010	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
16	1,810	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
17	-3,190	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
18	-3,600	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
19	-3,800	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
20	-4,200	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
21	-9,310	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
22	-9,410	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
23	-13,440	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard
24	-13,540	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standard

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	11,410	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
2	10,910	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
3	10,710	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
4	9,310	Peat	15,00	0,00	0,00	1,000	False
5	8,810	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
6	8,510	Peat	15,00	0,00	0,00	1,000	False
7	8,310	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
8	6,610	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
9	6,310	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
10	6,110	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
11	5,010	Loam	27,50	0,00	0,00	1,000	True
12	4,510	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
13	3,410	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
14	3,310	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
15	2,010	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
16	1,810	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
17	-3,190	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
18	-3,600	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
19	-3,800	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
20	-4,200	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
21	-9,310	Sand	25,00	0,00	0,00	1,000	True
22	-9,410	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
23	-13,440	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True
24	-13,540	Sand	27,00	0,00	0,00	1,000	True

2.6 Pile Types

Note : if alpha;t is not user defined, the next rules apply :
- alpha;t according to table 19 and table 20 of CUR 2001-4
- for clay: alpha;t depends on the CPT-value and relative depth
- for peat: alpha;t = 0
- for sand/gravel: alpha;t also depends on the median

Number of pile types : 2

2.6.1 Pile type : Rect 400x400

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel/loam :	Driven straight-sided precast concrete pile
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay :	According to standard
Materialtype for pile :	Concrete
Pile shape :	Rectangular pile
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0,400
Largest side pile tip [m] :	0,400

2.6.2 Pile type : Rect 350x350

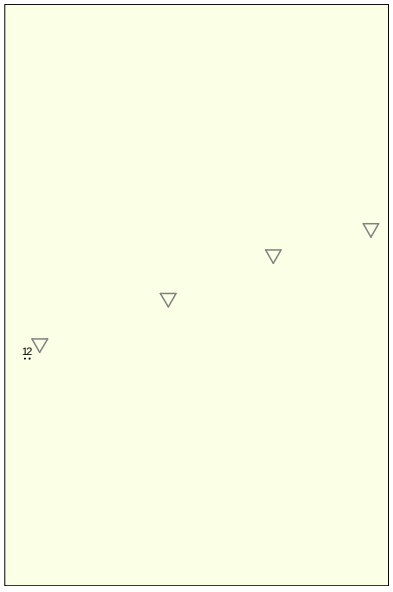
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel/loam :	Driven straight-sided precast concrete pile
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay :	According to standard
Materialtype for pile :	Concrete
Pile shape :	Rectangular pile
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0,350
Largest side pile tip [m] :	0,350

2.7 Foundation Plan

Number of piles :	2
Number of collaborating piles* :	1

* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.7.1 View of Foundation Plan

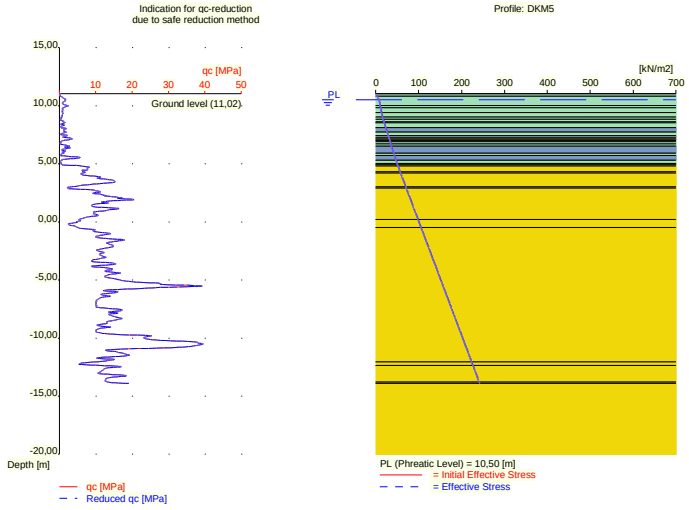


Pile nr./code	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]	Maximum load [kN]	Minimum load [kN]	Pile head level [m R.L.]	Use alternat. loads	Factor Gamma;var
1: 1	199271,46	433506,72	24,00	-461,00	12,00	True	1,50
2: 2	199272,96	433506,72	24,00	-461,00	12,00	True	1,50

Note regarding the loads: tension forces are positive, compressive forces are negative

2.8 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :	12,000
Reduction model :	Safe (NEN)



2.9 Optional Parameters

Unit weight water [kN/m3] :	9,81
Surcharge [kN/m2] :	0,00

2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi [-] :	0,880

2.11 Calculation Options

Suppress compaction
If compaction is used, according to CUR 2001-4 CPT's should be made after installation to verify this assumption
Use the influence of excavations (standard).
Suppress excess pore pressure

2.12 Model Options

Selected pile types :
- -Rect 350x350

Selected profiles :
- -DKM5
- -DKM6
- -DKM7
- -DKM8

3 Tension Piles (CUR): Bearing capacity at fixed pile tip levels

3.1 Remarks

When calculating the max. mobilized soil weight, the topangle is used according to CUR 2001-4.

3.2 Calculation Parameters

3.2.1 Pile Factors

User defined Factor xi [-] :	0,880
For factor gamma;var values, see FOUNDATION PLAN table	
Factor gamma;m;b according to NEN 6740 table 3 [-]	1,400
Factor gamma;m;g according to NEN 6740 table 3 [-] (depth dependend)	
Above excavation level	1,0
Below excavation level	1,1

3.2.2 Pile type : Rect 350x350

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel/loam :	Driven straight-sided precast concrete pile
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay :	According to standard
Materialtype for pile :	Concrete
Pile shape :	Rectangular pile
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0,350
Largest side pile tip [m] :	0,350

3.3 Results for pile type : Rect 350x350

3.3.1 Pile group 1

Number of piles belonging to this pile group : 2
Names of piles belonging to this pile group
1
2

CPT name	Level [m R.L.]	Fr;tension;d [kN]	Max. mobilized soil weight [kN]	Pile weight [kN]	Tension derived from clay [%]
DKM5	1,50	125,36	1442,35	17,25	0,00
DKM6	1,50	109,46	1600,06	17,25	0,38
DKM7	1,50	110,35	1513,83	17,25	0,18
DKM8	1,50	113,10	1347,62	17,25	0,00

CPT name	Alpha t aver. overall	Alpha t aver. sand/gravel/loam	Alpha t aver. clay/peat
DKM5	0,0070	0,0070	0,0000
DKM6	0,0071	0,0070	0,0100
DKM7	0,0071	0,0070	0,0125
DKM8	0,0070	0,0070	0,0000

End of Report