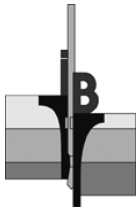


INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Geotechniek - Milieutechniek



Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Betreft Fundering
Bouwput

Opdrachtnummer 02P009041

Documentnummer 02P009041-adv-01

Opdrachtgever Schelde Icoon B.V.
Noordweg 423
4333 KD Middelburg

Constructeur Pieters Bouwtechniek Delft B.V.
Poortweg 4J
2612 PA Delft

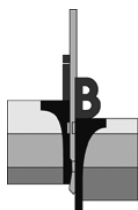
Opgesteld door : Drs. R.M. de Koning
Gezien : M.L.H.M. van Lipzig Msc
: Drs. A.P. van Nunen
Versie : 1.0
Codering : PA, BM, DW

Paraaf :

Paraaf :

Paraaf :

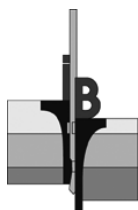
Datum rapport : 30 april 2019



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

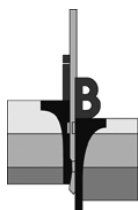
INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. PROJECTGEGEVENS	2
2.1 VERSTREKTE INFORMATIE	2
2.2 PROJECTLOCATIE	2
2.3 HISTORIE PROJECTLOCATIE	3
2.4 PROJECTOMSCHRIJVING	3
2.5 OMGEVING	4
2.5.1 <i>Bebouwing</i>	4
2.5.2 <i>Kadeconstructie</i>	4
2.5.3 <i>Klic</i>	5
2.5.4 <i>Waterkering</i>	5
2.6 PLANNING EN FASERING	6
2.7 ONDERZOEK DERDEN	6
2.8 TOT SLOT	6
3. BODEM EN GRONDWATER	7
3.1 HOOGTELIKKING MAAVELD	7
3.2 BODEM	7
3.2.1 <i>Geologie</i>	7
3.2.2 <i>Bodemopbouw</i>	7
3.2.3 <i>Geohydrologische eigenschappen</i>	7
3.3 GRONDWATERREGIME	8
3.3.1 <i>Stromingsrichting</i>	8
3.3.2 <i>Freatische grondwaterstand</i>	8
3.3.3 <i>Stijghoogte grondwater watervoerend pakket</i>	8
3.3.4 <i>Verificatie</i>	8
3.4 ZOET-ZOUTGRENSVLAK	8
3.5 OPEN WATER	8
4. NIEUWBOUW IN RELATIE TOT BODEMOPBOUW, GEOHYDROLOGIE EN OMGEVING ...	9
4.1 INLEIDING	9
4.2 FUNDERING	9
4.3 BOUWPUT	9
4.4 TOT SLOT	11
5. STABILITEIT BOUWPUTBODEM	12
5.1 SAMENVATTING	12
5.2 UITGANGSPUNTEN BEREKENING	12
5.2.1 <i>Criterium voor voldoende stabiliteit</i>	12
5.2.2 <i>Beschouwde situaties</i>	12
5.2.3 <i>Ontgraving</i>	13
5.2.4 <i>Bodemopbouw en bodemeigenschappen</i>	13
5.2.5 <i>Stijghoogte watervoerend pakket</i>	13
5.3 RESULTATEN BEREKENING	13
5.4 AANDACHTSPUNTEN	14
6. FUNDERING	15
6.1 FUNDERINGSWIJZE	15



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

6.2	UITGANGSPUNTEN	15
6.3	BESCHRIJVING PAALSYSTEEM	15
6.4	ONTWERP EN UITVOERING BOUWPUT EN KELDER	16
6.5	PAALPUNTNIVEAU	16
6.6	DRAAGKRACHT OP DRUK	16
6.7	DRAAGKRACHT OP TREK	17
6.8	VERVORMING	17
6.8.1	<i>Algemeen</i>	17
6.8.2	<i>Zetting als gevolg van genereren paal draagvermogen (s_1)</i>	17
6.8.3	<i>Zetting als gevolg van samendrukking diepere lagen (s_2)</i>	17
6.9	VEERCOËFFICIËNT	19
6.9.1	<i>Inleiding</i>	19
6.9.2	<i>Statische veercoëfficiënt</i>	19
6.9.3	<i>Veercoëfficiënt bij windbelasting</i>	20
6.10	RICHTLIJNEN UITVOERING EN KWALITEITSZORG	20
7.	GRONDKERING	22
7.1	INLEIDING	22
7.2	UITGANGSPUNTEN BEREKENING	22
7.2.1	<i>Rekenmethodiek</i>	22
7.2.2	<i>Bodemopbouw en bodemeigenschappen</i>	23
7.2.3	<i>Fasering</i>	23
7.2.4	<i>Grondwater</i>	24
7.2.5	<i>Ontgravingsniveau</i>	24
7.2.6	<i>Bovenbelasting</i>	24
7.2.7	<i>Stijfheid kering</i>	25
7.2.8	<i>Vervorming</i>	25
7.3	RESULTATEN BEREKENING	25
7.4	TOETSING KRACHTWERKING, VERVORMING EN STABILITEIT KEERCONSTRUCTIE	25
7.4.1	<i>Inleiding</i>	25
7.4.2	<i>Moment</i>	25
7.4.3	<i>Dwarskracht</i>	26
7.4.4	<i>Stabiliteit</i>	26
7.5	ALGEMENE RICHTLIJNEN GRONDKERING	27
8.	BEMALING	28
8.1	INLEIDING	28
8.2	BEMALINGSMETHODIEK	28
8.2.1	<i>Algemeen</i>	28
8.2.2	<i>Verticale bemaling</i>	29
8.2.3	<i>Begaanbaarheid bouwputbodem</i>	29
8.3	UITGANGSPUNTEN BEREKENING	29
8.3.1	<i>Rekenmethodiek</i>	29
8.3.2	<i>Modelbegrenzing</i>	29
8.3.3	<i>Schematisering bodemopbouw en bodemeigenschappen</i>	30
8.3.4	<i>Bouwputbegrenzing</i>	30
8.3.5	<i>Fasering en bemalingsduur</i>	30
8.3.6	<i>Open water</i>	31
8.3.7	<i>Stijghoogte en verlagingsniveaus</i>	31
8.4	RESULTAAT BEMALINGSBEREKENING	31
8.4.1	<i>Indicatie bemalingscapaciteit in m³/uur</i>	31
8.4.2	<i>Indicatie totaal waterbezwaar freatische en spanningsbemaling</i>	31



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

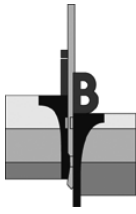
8.4.3	Verlaging grondwaterstand omgeving.....	32
8.4.4	Vershil theorie praktijk	32
8.5	MAAIVELDZAKKING EN INVLOED OP BEBOUWING.....	32
8.6	TOETSING AAN REGELGEVING	32
8.6.1	Inleiding	32
8.6.2	Bevoegd gezag	32
8.6.3	Onttrekking grondwater	33
8.6.4	Lozing.....	33
8.7	RICHTLIJNEN EN KWALITEITSZORG BEMALING	33
9.	RESTEREND ONDERZOEK	34
10.	MONITORING	35

BIJLAGEN:

- A) Situatietekening
- B) Berekening fundering hoogbouw – stijf
- C) Berekening fundering hoogbouw – niet stijf
- D) Berekening fundering parkeerkelder
- E) Berekening grondkering doorsnede 1
- F) Berekening grondkering doorsnede 2
- G) Berekening grondkering doorsnede 3
- H) Verlagsingscontouren bemaling
- I) Algemene richtlijnen in de grond gevormde paal met grondverdringend ingeschroefde hulpbuis
- J) Algemene richtlijnen uitvoering grondkering
- K) Algemene richtlijnen uitvoering bemaling

VERZENDLIJST

Per mail aan Pieters Bouwtechniek Delft te Delft
t.a.v. Dhr. S. van Eck (s.vaneck@pbt-delft.nl)
t.a.v. Dhr. R. Doomen (r.doomen@pbt-delft.nl)

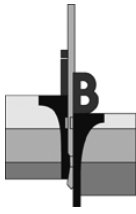


Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

1. INLEIDING

Schelde Icoon is voornemens een woontoren en parkeerkelder te realiseren aan de Koningsweg te Vlissingen. In voorliggend rapport wordt ingegaan op de fundering van de nieuwbouw en de realisatie van de bouwput. Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte projectgegevens en het geotechnisch onderzoek dat in het verleden op de projectlocatie is uitgevoerd.

Gedurende de ontwikkeling van het project is de positie en omvang van de nieuwbouw gewijzigd. Als gevolg hiervan is de huidige omvang van het beschikbare geotechnisch onderzoek onvoldoende. Resterend onderzoek is nodig om te komen tot een definitief advies. Dit rapport heeft derhalve een voorlopig karakter.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Verstreckte informatie

Binnen het kader van de opdracht konden we beschikken over de volgende informatie:

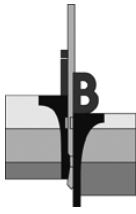
- [1] Inpijn-Blokpoel, Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen, resultaten geotechnisch onderzoek, documentnummer 02P009041-adv-01, d.d. 22 juni 2017.
- [2] Inpijn-Blokpoel, Timmerfabriek "De Schelde" aan de Koningsweg te Vlissingen, Geotechnisch grond- en labonderzoek en zettingsberekeningen, documentnummer VH-5829, d.d. 28 juni 2010.
- [3] IV-Infra, Herstel kadeconstructies: Het Dok 3^e fase, projectnummer INFR180130, tekeningnummer T-BE-240, d.d. 22 februari 2019 (concept).
- [4] IV-Infra, Herstel kadeconstructies: Het Dok 3^e fase, projectnummer INFR180130, tekeningnummer T-BE-340, d.d. 7 februari 2019 (concept).
- [5] IV-Infra, Herstel kadeconstructies: Het Dok 3^e fase, projectnummer INFR180130, tekeningnummer T-BE-440, d.d. 22 februari 2019 (concept).
- [6] IV-Infra, Afstand groutankers tot fundering bebouwing/parkeergarage Timmerplein.
- [7] Pieters Bouwtechniek Delft, Zeelandtoren, schetsen met constructieve richting, projectnummer 316-112, d.d. 21 maart 2019.
- [8] Pieters bouwtechniek Delft, Zeelandtoren, Palenplan en paalreacties, projectnummer 316-112, d.d. 29 maart 2019.
- [9] WTS Architecten, Appartemententoren Scheldeterrein, Principe doorsneden, d.d. 25 maart 2019.
- [10] WTS Architecten, Appartemententoren Scheldeterrein, Parkeerkelder Zeelandtoren tov kade herstel, d.d. 22 november 2018.

2.2 Projectlocatie

De projectlocatie bevindt zich aan de Koningsweg te Vlissingen. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening SIT-01 in bijlage A en de navolgende figuur.



Figuur 1. Ligging keldercontour op de projectlocatie.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

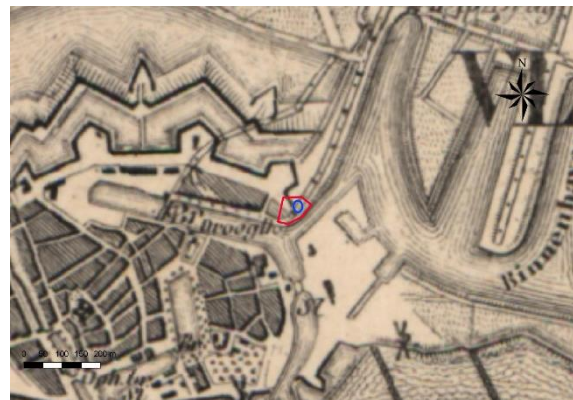
2.3 Historie projectlocatie

Tot medio 19^e eeuw was nabij de projectlocatie de stadswal van Vlissingen gesitueerd. Na realisatie van het Kanaal door Walcheren is het terrein in gebruik genomen door De Koninklijke Maatschappij De Schelde. In deze periode is de locatie bebouwd geweest met een bedrijfspand. Dit pand is tussen 2006 en 2008 gesloopt. Momenteel is de locatie braakliggend.

Na moet worden gegaan of als gevolg van de historie van het terrein geroerde grond of obstakels en verontreinigingen aanwezig zijn en in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.



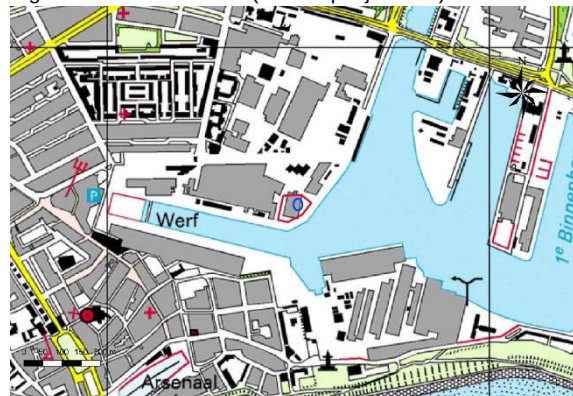
Figuur 2. Locatie in 1870 (bron: topotijdreis.nl).



Figuur 3. Locatie in 1900 (bron: topotijdreis.nl).



Figuur 4. Locatie in 1940 (bron: topotijdreis.nl).



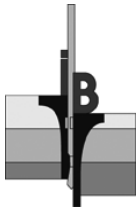
Figuur 5. Locatie in 2006 (bron: topotijdreis.nl).

2.4 Projectomschrijving

In het kader van de ontwikkeling van het Scheldekwartier zal de Zeelandtoren worden gerealiseerd. De nieuwbouw omvat een éénlaags parkeerkelder met een grondvlak van ca. 4.300 m² met boven maaiveld een woontoren met een ovaal grondvlak van ca. 550 m². De toren wordt opgetrokken in 32 bouwlagen en heeft een hoogte van ca. 100 m. In navolgende tabel zijn de peilmaten van de nieuwbouw gepresenteerd waarvan in voorliggend rapport is uitgegaan.

Tabel 1. Peilen nieuwbouw.

Onderdeel	Niveau [m tov NAP]
Peil	+ 4,00
Bovenkant keldervloer	+ 0,05
Onderkant keldervloer	- 0,30
Aanlegniveau funderingsplaat toren	- 1,95
Aanlegniveau poeren toren	- 1,45
Aanlegniveau poeren parkeerkelder	- 1,30
Aanlegniveau vloerverdikking parkeerkelder	- 0,95



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

De belasting die vanuit de toren naar de fundering wordt overgedragen bedraagt maximaal ca. 3.600 kN. Ter plaatse van het kelderdek bedraagt de maximale paalbelasting 1.500 kN.

2.5 Omgeving

2.5.1 Bebouwing

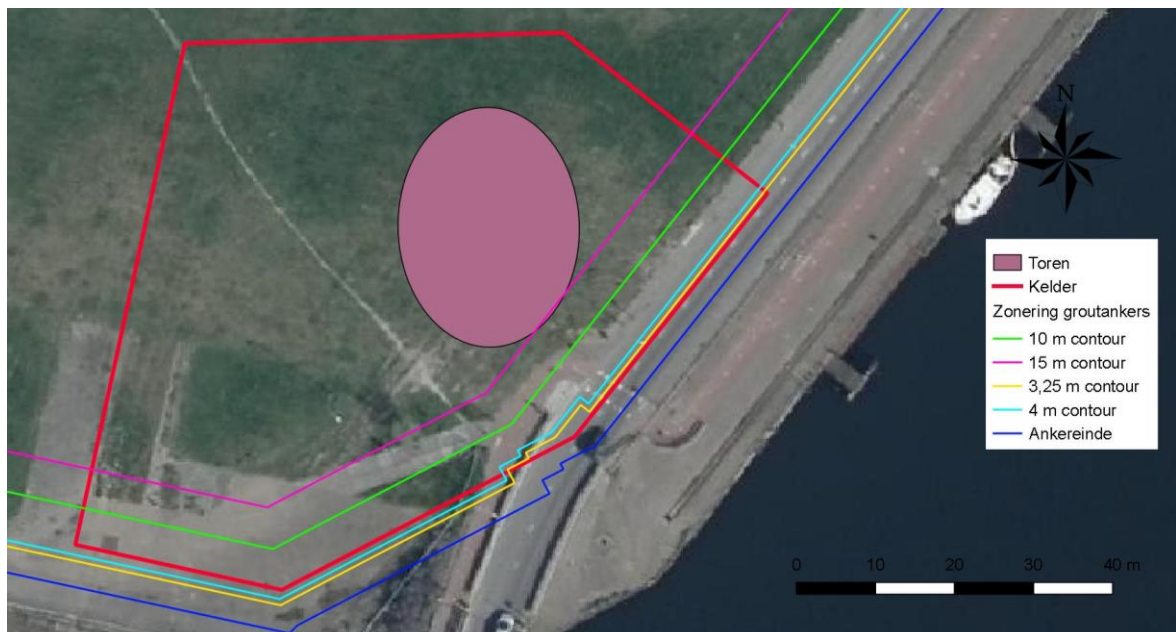
De meest nabij gelegen bebouwing bevindt zich op een afstand van ca. 40 m. Dit betreft de Timmerfabriek, een monumentaal bedrijfspand uit 1914 dat enkele jaren geleden volledig is gerenoveerd. Voor dit pand is door ons bureau in het verleden een geotechnische rapportage opgesteld waarin de zettingsgevoeligheid is beschouwd [2]. Het pand is volledig in beton opgetrokken en gefundeerd op staal. De begane grondvloer is niet constructief verbonden met de constructie. In het verleden heeft dit pand reeds zettingen ondergaan van meer dan 10 cm. Op een afstand van ca. 100 m is de Machinefabriek aanwezig. Dit betreft een voormalig bedrijfspand uit 1919. Bij ons bureau zijn geen gegevens omtrent de fundering en de staat van het gebouw beschikbaar van dit pand.

2.5.2 Kadeconstructie

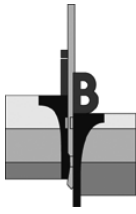
De locatie grenst aan het Kanaal door Walcheren en Het Dok. De kade van het kanaal wordt voorafgaand aan de nieuwbouw vervangen. De huidige kade ter plaatse van de projectlocatie bestaat volgens [3] uit een verankerde combiwand. De nieuwe kade zal, volgens het huidige ontwerp, bestaan uit een verankerde stalen damwand AZ32-750 S430 GP met een puntniveau van 15,95 m – à 18,45 m – NAP. De verankering zal bestaan uit groutinjectieankers met een onderlinge afstand van 3 m. De horizontale afstand tussen damwand en de punt van de groutankers bedraagt ca. 16,5 m. Het bodempeil van het kanaal bedraagt 5 m – NAP. Door IV infra zijn randvoorwaarden gegeven voor wat betreft de te hanteren afstand tussen de nieuwbouw en de nieuwe kadeconstructie.

Tabel 2. Geadviseerde afstand tussen einde groutankers en nieuwbouw (bron [6]).

Onderdeel	Afstand [m]
Heien palen	10 tot 15
Boren palen	3,25
Trillend aanbrengen damwanden	15 tot 20
Trillingsvrij aanbrengen damwanden	4



Figuur 6. Zones tot einde groutankers.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

2.5.3 Klic

Op en naast de projectlocatie ligt een laagspanningsleiding en een hogedruk gasleiding. Gezien de positie van de leidingen in relatie tot de contour van de kelder zullen beide leidingen voorafgaand aan de nieuwbouw moeten worden verlegd.

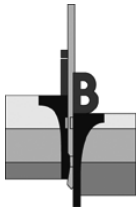


2.5.4 Waterkering

De nieuwbouw is gesitueerd binnen Beschermingszone B van de regionale waterkering.



Figuur 7. Projectlocatie en zonering waterkering.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

2.6 Planning en fasering

Op dit moment is nog niet bekend wanneer met de bouw zal worden aangevangen. Evenmin zijn gegevens omtrent de planning en de fasering bekend. Voor wat betreft de planning en de fasering van de voor dit rapport relevante bouwwerkzaamheden is van het volgende uitgegaan.

Tabel 3. Fasering en planning werkzaamheden.

Fase	Werkzaamheden	Duur [weken]
1	Grondwerk en aanbrengen palen	8
2	Fundering hoogbouw + fundering parkeerkelder + keldervloer	10
3	Kelderwanden en dek	8
4	Kelder kanaalzijde	10
		36

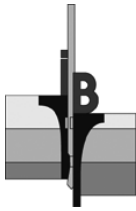
2.7 Onderzoek derden

Medio 2017 is door ons bureau op de projectlocatie een geotechnisch onderzoek uitgevoerd bestaande uit 10 sonderingen tot maximaal ca. 45 m – maaiveld, een boring tot ca. 9 m – maaiveld en labonderzoek. Voor de resultaten van dit onderzoek wordt verwezen naar [1].

2.8 Tot slot

Opgemerkt wordt dat ons bureau voor wat betreft de verstrekte informatie geen verantwoordelijkheid kan nemen voor eventuele onjuistheden en/of onvolledigheden.

Geadviseerd wordt om genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit dit rapport wordt verder gewerkt. Met name indien (al dan niet lokaal) sprake is van bijvoorbeeld diepere aanlegniveaus kan dit van invloed zijn op de inhoud van dit rapport.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

3. BODEM EN GRONDWATER

3.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten varieerde ten tijde van het onderzoek van ca. 3,3 m + tot ca. 3,6 m + NAP.

3.2 Bodem

3.2.1 Geologie

In onderstaande tabel is de schematisatie van de geologie weergegeven zoals deze is afgeleid uit de gegevens van Dinoloket.

Tabel 4. Schematisering geologie (Regis II.2 – 2017).

Formatie	Niveau bovenzijde [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Omschrijving
Antropogeen/Holocene	+ 3,5	10,5	Antropogene, eolische + terrestrische zanden, kleien, veen en leem
Boxtel	- 7,0	6,0	Eolische + terrestrische zanden en leem
Eem	- 13,0	5,0	Mariene zanden en kleien
Waalre	- 18,0	3,0	Fluviatile en estuariene zanden, klei en leem
Oosterhout	- 21,0	7,0	Mariene zanden en kleien
Breda	- 29,0	8,0	Mariene, glauconiethoudende zanden
Rupel	- 32,0	18,0	Mariene kleien

3.2.2 Bodemopbouw

De bodem bestaat, onder een toplaag van (naar verwachting) opgebracht zand, tot een diepte van 3 à 4 m – NAP uit schelphoudende klei en veen. Daaronder is tot een diepte van ca. 14 m – NAP matig vast gepakt zand aangetroffen. Dit zandpakket wordt gevolgd door een vast gepakt zandpakket. Plaatselijk en op wisselende diepte komen in dit pakket teruggangen in de conusweerstand voor, die vermoedelijk worden veroorzaakt door kleihoudende zand- en zandhoudende klei-afzettingen en door afzettingen met een geringere pakkingsdichtheid of een grovere gradatie. Ten slotte wordt vanaf ca. 32 m – NAP een pakket sterk siltige klei aangetroffen (Formatie van Rupel, Laagpakket van Boom, of te wel Boomse Klei).

3.2.3 Geohydrologische eigenschappen

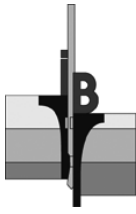
De opgebrachte zandlaag is naar verwachting goed waterdoorlatend. De klei- en veenlagen die aanwezig zijn tot ca. 3 à 4 m – NAP zijn zeer beperkt waterdoorlatend.

Het zand dat is aangetroffen tot ca. 32 m – NAP behoort tot het eerste watervoerend pakket en is goed waterdoorlatend. De Boomse Klei die is aangetroffen vanaf ca. 32 m – NAP is zeer slecht waterdoorlatend en wordt voor onderhavig project als geohydrologische basis aangenomen.

In onderstaande tabel zijn de geohydrologische eigenschappen weergegeven zoals deze zijn afgeleid uit Regis II.2.

Tabel 5. Schematisering geohydrologie (Regis II.2 – 2017).

Formatie	Diepte [m t.o.v. NAP]			k _h -waarde [m/dag]	k _v -waarde [m/dag]
Holocene	ca. 0,3	tot	- 7,0	-	-
Boxtel	- 7,0	tot	- 13,0	26	-
Eem	- 13,0	tot	- 18,0	10	-
Peize - Waalre	- 18,0	tot	- 21,0	-	0,04
Oosterhout	- 21,0	tot	- 29,0	10 à 25	-
Breda	- 29,0	tot	- 32,0	2,5 (zand)	0,002 (klei)



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

3.3 Grondwaterregime

3.3.1 Stromingsrichting

De locatie ligt in een gebied waar de freatische grondwaterstand gereguleerd wordt. Uit het isohypsenpatroon van de TNO grondwaterkaart kan worden afgeleid dat de stroming van het grondwater in het eerste watervoerend pakket globaal noordelijk gericht is.

3.3.2 Freatische grondwaterstand

In peilbuis B-01, stijgbuis 2 werd op d.d. 10 april 2017 een grondwaterstand gepeild van ca. 2,2 m + NAP. In de sondeergaten werden waterstanden van ca. 1,8 à 2,1 m + NAP gemeten. Er wordt op gewezen dat dit momentopnamen zijn en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.

De locatie ligt in peilgebied GPG501 waar een zomerpeil geldt van 1,50 m + NAP en een winterpeil van 1,55 m + NAP. Vermoedelijk ligt de freatische grondwaterstand normaliter rond het polderpeil.

3.3.3 Stijghoogte grondwater watervoerend pakket

In peilbuis B-01, stijgbuis 1 werd op 10 april 2017 een stijghoogte gepeild van ca. 0,8 m + NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren. Vermoedelijk was de stijghoogte in de peilbuis op het moment van meten nog niet tot de natuurlijke stijghoogte gezakt.

Uit TNO-peilbuisgegevens wordt voorzichtig afgeleid dat de stijghoogte normaliter zal variëren tussen een gemiddeld hoge van ca. 0,0 m + NAP en een gemiddeld lage stijghoogte van ca 0,5 m – NAP. De gemiddelde stijghoogte ligt op ca. 0,25 m – NAP.

3.3.4 Verificatie

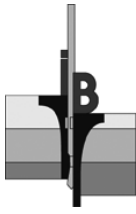
Gezien de beperkt beschikbare informatie omtrent de langjarige grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie is het noodzakelijk de stand in de geplaatste peilbuis te monitoren. Desgewenst kan de monitoring door ons bureau worden verzorgd door de peilbuis te voorzien van een elektronische drukopnemer.

3.4 Zoet-zoutgrensvlak

Het freatische grondwater op de locatie is naar verwachting brak.

3.5 Open water

De locatie grenst aan het Kanaal door Walcheren en het Dok. Het niveau van het open water is ten tijde van het onderzoek ingemeten op 0,3 m + NAP. Het kanaal door Walcheren heeft een streefpeil van 0,9 m + NAP. Ten tijde van het door ons uitgevoerde veldonderzoek was het waterpeil, ten behoeve van onderhoudswerkzaamheden aan de oevers, verlaagd tot 0,3 m + NAP. Volgens [3] bedraagt de waterbodembedpte 5 m – NAP.



4. NIEUWBOUW IN RELATIE TOT BODEMOPBOUW, GEOHYDROLOGIE EN OMGEVING

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt op hoofdlijnen beschreven op welke wijze de nieuwbouw kan worden gefundeerd en hoe de bouwput kan worden gerealiseerd. Voor de uitwerking van de verschillende onderdelen wordt verwezen naar de volgende hoofdstukken:

- Hoofdstuk 5: Stabiliteit bouwputbodem
- Hoofdstuk 6: Fundering
- Hoofdstuk 7: Bouwputomsluiting
- Hoofdstuk 8: Bemaling
- Hoofdstuk 9: Aanvullend onderzoek
- Hoofdstuk 10: Monitoring

Dit rapport betreft een ontwerpvoorstel voor de fundering en de realisatie van de bouwput. Het voorstel is afgestemd op de beschikbare gegevens omtrent de ondergrond, de constructie en de omgeving. Alternatieven en eventuele optimalisaties kunnen desgewenst binnen een vervolopdracht worden beschouwd.

4.2 Fundering

De bodemopbouw in combinatie met de aard van de nieuwbouw geeft aanleiding uit te gaan van een fundering op palen. Op korte afstand van de paalfundering zijn de ankers van de kadeconstructie aanwezig. Door de gemeente/IV-Infra zijn richtlijnen gegeven omtrent de te hanteren afstand tot de ankers. Binnen een afstand van 3,25 m van het einde van de ankers mogen geen palen worden geboord. Binnen 10 à 15 m mogen geen palen worden geheid.

In verband met de aanwezige groutankers van de kade en de hoge paalbelastingen ter plaatse van de toren wordt geadviseerd een fundering op in de grond gevormde palen met een grondverdringend geboorde hulpbuis en groutinjectie toe te passen. Voor een deel van de nieuwbouw komt eventueel een fundering op vibropalen in aanmerking, deze funderingswijze wordt in het volgende vooralsnog niet beschouwd.

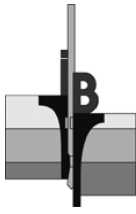
4.3 Bouwput

Het aanlegniveau van de keldervloer ligt onder de grondwaterstand. Voor de uitvoering van de kelder is derhalve een freatische bemaling benodigd. Uit een beschouwing van de stabiliteit van de bouwputbodem (zie hoofdstuk 5) blijkt dat voor de realisatie van de poeren en de verdikte vloer van de parkeerkelder tevens een spanningsbemaling benodigd is.

De spanningsbemaling moet worden uitgevoerd in een relatief goed waterdoorlatend zandpakket. Om het invloedsgebied en waterbezwaar zo veel mogelijk te beperken wordt, gezien de grootte van de kelder, geadviseerd de kelder te realiseren binnen een bouwput die is omsloten met een grond- en waterkering tot een diepte van 18 m – NAP. Met deze uitvoeringswijze is de invloed van de bemaling naar de omgeving minimaal en is er geen risico op schade aan omliggende bebouwing en infrastructuur.

De nieuwbouw is op korte afstand van de kade van het kanaal gesitueerd. Uit de verstrekte informatie blijkt dat het einde van de ankers net iets onder de gevellijn van te realiseren kelder ligt. Dit heeft een gevolg voor de bouwputomsluiting.

Binnen 15 à 20 m van het einde van de groutankers mag een damwand niet trillend worden aangebracht. Een damwand tot een diepte van 18 m – NAP trillingsvrij aanbrengen is zeer lastig. Tevens is het lastig de damwand te verankeren, dit in verband met de aanwezige ankers en



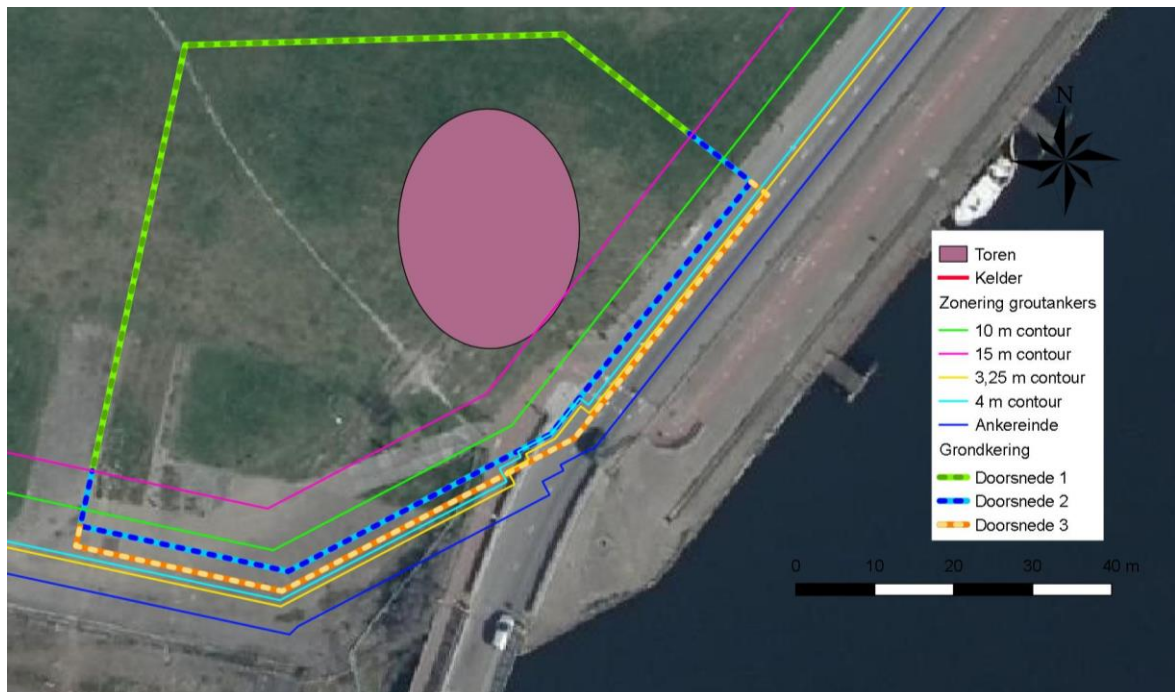
Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

kadeconstructie. Nabij de kade heeft een trillingsvrij aangebrachte, vrijstaande grond- en waterkering derhalve de voorkeur.

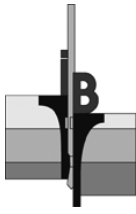
Geadviseerd wordt de bouwput in twee fasen te maken. In de eerste fase wordt hierbij een grond- en waterkering aanbracht tot 18 m – NAP op de positie van doorsnede 1 en 2 in onderstaande figuur. Binnen de bouwput kan vervolgens het merendeel van de kelder worden gerealiseerd. Doorsnede 1 (zie onderstaande figuur) kan bestaan uit een stalen damwand AZ 26 S240 GP. Doordat geen bebouwing aanwezig is kan de grondkering een wat grotere vervorming ondergaan en vrijstaand worden uitgevoerd. Doorsnede 2 kan worden uitgevoerd als soilmixwand. Met een soilmixwand kan tot 18 m – NAP trillingsvrij een grond- en waterkering worden gerealiseerd. Doordat ook bij deze doorsnede geen bebouwing of infrastructuur aanwezig is kan de soilmixwand vrijstaand worden uitgevoerd.

Nadat het eerste deel van de kelder is gerealiseerd kan de kelderstrook aan de kanaalzijde worden gerealiseerd. Hier moet eerst een kortere damwand worden aangebracht tussen de kelder en het kanaal (doorsnede 3, zie onderstaande figuur). Dit kan een trillingsvrij aangebrachte, vrijstaande damwand AZ 28-700 S240 GP met een puntniveau van 11 m – NAP zijn (bij toepassing van een stempelraam kan de lengte korter). Bij dit puntniveau is de afstand tussen de punt van de damwand en de ankers voldoende groot om te voldoen aan de minimale afstand van 4 m tussen ankers en kering. In de smalle bouwput kan vervolgens het resterende deel van de kelder worden gemaakt, hierbij dient na ontgraving de reeds aanwezige soilmixwand boven het niveau van de keldervloer te worden verwijderd.

In hoofdstuk 7 en 8 wordt nader ingegaan op de bouwputsomsluiting en de bemaling.



Figuur 8. Positie grondkering ten opzichte van kade en einde ankers.

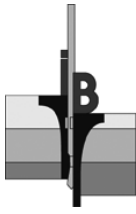


Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

4.4 Tot slot

Met voorgestelde uitvoeringswijze kunnen de kelder en fundering met een minimale omgevingsbeïnvloeding worden uitgevoerd. Er spelen echter nog een aantal aspecten:

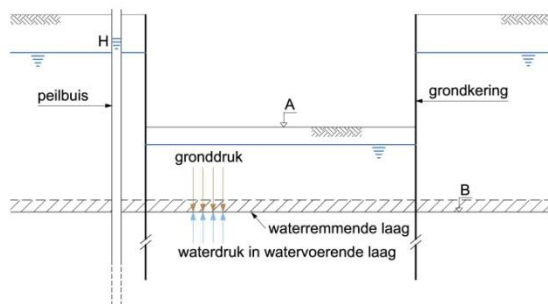
- De kelder, damwand, soilmixwand en palen worden aangebracht in de beschermingszone van de waterkering. Deze uitvoeringswijze moet worden afgestemd met waterschap Scheldestromen, daarnaast moet in verband met werkzaamheden in de waterkering een vergunning worden aangevraagd.
- De bemaling neemt naar verwachting meer dan 6 maanden in beslag, gedurende deze periode wordt meer dan 50.000 m³ water onttrokken. Als gevolg hiervan dient voor de bemaling een watervergunning te worden aangevraagd.
- Gedurende de ontwikkeling van het project is de positie en omvang van de nieuwbouw gewijzigd. Daarnaast geven de resultaten van het huidige onderzoek en het ontwerp van de nieuwbouw aanleiding tot aanvullend onderzoek voor een aantal aspecten. In hoofdstuk 9 wordt ingegaan op dit aanvullend onderzoek. Op basis van het aanvullend onderzoek kan de fundering nader worden beschouwd en de bouwput zo mogelijk worden geoptimaliseerd.



5. STABILITEIT BOUWPUTBODEM

5.1 Samenvatting

Voor een stabiele bouwputbodem dient na ontgraving de opwaartse waterdruk tegen de onderzijde van de waterremmende lagen, met een voldoende veiligheid lager te zijn dan het gewicht van de bovenliggende bodemlagen. Is dit niet het geval dan bestaat er risico voor welvorming of opbarsten van de putbodem. In het navolgende is het evenwicht nader beschouwd.



Figuur 9. Schets principe bouwputstabiliteit.

5.2 Uitgangspunten berekening

5.2.1 Criterium voor voldoende stabiliteit

Uitgaande van paragraaf 2.4.7.4 van NEN 9997-1:2017 dient voor een voldoende stabiliteit de rekenwaarde van de opwaartse waterdruk tegen de onderzijde van waterremmende lagen, met een voldoende veiligheid lager te zijn dan de rekenwaarde van het gewicht van de bovenliggende bodemlagen.

$$(H - B) \cdot \gamma_w \cdot \gamma_{G;dst} \leq \sum_{j=1}^{j=n} d_{j;d} \cdot \gamma_{j;kar} \cdot \gamma_{G;stb}$$

Met:

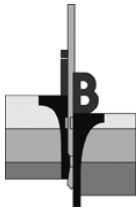
H	Maatgevende hoogste stijghoogte van grondwater onder waterremmende bodemlaag (zie afbeelding)
B	Basis-niveau van de waterremmende bodemlaag (zie afbeelding)
γ_w	Volumiek gewicht grondwater
$\gamma_{G;dst}$	Belastingfactor van 1,0 overeenkomstig tabel A.15 van NEN 9997-1:2017
n	Aantal bodemlagen die bijdragen aan de neerwaartse grondbelasting
d_d	Dikte van een betreffende bodemlaag
γ_{kar}	Karakteristieke waarde van het volumiek gewicht van een bodemlaag.
$\gamma_{G;stb}$	Partiële belastingfactor van 0,9 volgens tabel A.15 van NEN 9997-1:2017

5.2.2 Beschouwde situaties

De stabiliteit van de bouwputbodem is voor drie situaties beschouwd:

1. Ontgraven ter plaatse van keldervloer van de parkeerkelder
2. Ontgraven ter plaatse van de funderingsplaat van de hoogbouw
3. Ontgraven ter plaatse van de poeren van de parkeerkelder
4. Ontgraven ter plaatse van de verdikte vloer van de parkeerkelder

De stabiliteit is vervolgens beschouwd voor een opbarstniveau van 3,1 m – NAP.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

5.2.3 Ontgraving

5.2.3.1 *Situatie 1: Keldervloer parkeerkelder*

- Aanlegniveau keldervloer : 0,3 m - NAP
- Ontgravingsniveau grondverbetering : 0,8 m - NAP

5.2.3.2 *Situatie 2: Funderingsplaat hoogbouw*

- Aanlegniveau funderingsplaat : 1,95 m - NAP
- Ontgravingsniveau grondverbetering : 2,45 m - NAP

5.2.3.3 *Situatie 3: Poeren parkeerkelder*

- Aanlegniveau keldervloer : 0,30 m - NAP
- Ontgravingsniveau grondverbetering : 0,80 m - NAP
- Ontgravingsniveau poeren : 1,30 m - NAP
- Grondvlak poeren : 1,5 m²

5.2.3.4 *Situatie 4: Verdikte vloer parkeerkelder*

- Aanlegniveau funderingsplaat : 0,95 m - NAP
- Ontgravingsniveau grondverbetering : 1,45 m - NAP

5.2.4 Bodemopbouw en bodemeigenschappen

- Sondering DKM-01 is gehanteerd voor de schematisering van de bodemopbouw.
- De volumegewichten zijn bepaald op basis van tabel 2.b van NEN 9997-1:2017 in combinatie met een analyse van volumegewichten van de ongeroerde monsters.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is en dat waterremmende lagen niet op enigerlei wijze zijn verstoord.

5.2.5 Stijghoogte watervoerend pakket

Voor de berekening van de waterdruk tegen de onderzijde van de waterremmende lagen is uitgegaan van een gemiddeld hoge stijghoogte van 0,0 m + NAP.

5.3 Resultaten berekening

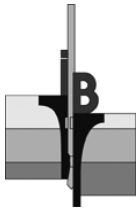
In onderstaande tabellen zijn voor de beschouwde doorsneden de berekeningsresultaten gepresenteerd.

Tabel 6. Resultaten berekening grond- en waterdruk situatie 1.

Rekenwaarde gronddruk ($\gamma_{m,g} = 0,9$)						Rekenwaarde waterdruk		
Laag	Grondsoort	Bovenzijde [m tov NAP]	d_d [m]	$\gamma_{sat/dr, kar}$ [kN/m ³]	f [-]	Parameter		
1	Klei, matig siltig	-0,8	1,8	16,7	1	H	0	[m - NAP]
2	Veen	-2,6	0,5	10	1	B	3,1	[m - NAP]
						γ_w	9,81	[kN/m ³]
						$\gamma_{f,g,u}$	1	[-]
Rekenwaarde gronddruk:				31,55	[kN/m ²]	Rekenwaarde waterdruk:		
						30,4		

Tabel 7. Resultaten berekening grond- en waterdruk situatie 2.

Rekenwaarde gronddruk ($\gamma_{m,g} = 0,9$)						Rekenwaarde waterdruk		
Laag	Grondsoort	Bovenzijde [m tov NAP]	d_d [m]	$\gamma_{sat/dr, kar}$ [kN/m ³]	f [-]	Parameter		
1	Klei, matig siltig	-2,45	0,15	16,7	1	H	0	[m - NAP]
2	Veen	-2,6	0,5	10	1	B	3,1	[m - NAP]
						γ_w	9,81	[kN/m ³]
						$\gamma_{f,g,u}$	1	[-]
Rekenwaarde gronddruk:				6,75	[kN/m ²]	Rekenwaarde waterdruk:		
						30,4		



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Tabel 8. Resultaten berekening grond- en waterdruk situatie 3.

Rekenwaarde gronddruk ($\gamma_{m,g} = 0,9$)						Rekenwaarde waterdruk		
Laag	Grondsoort	Bovenzijde [m tov NAP]	d_d [m]	$\gamma_{sat/dr, kar}$ [kN/m ³]	f [-]	Parameter		
0	Grondverbetering	-0,3	0,5	18	0,2	H	0	[m - NAP]
1	Klei, matig siltig	-0,8	0,5	16,7	0,2	B	3,1	[m - NAP]
2	Klei matig siltig	-1,3	1,3	16,7	1	γ_w	9,81	[kN/m ³]
3	Veen	-2,6	0,5	10	1	$\gamma_{f,g,u}$	1	[-]
Rekenwaarde gronddruk:				27,1	[kN/m ²]	Rekenwaarde waterdruk:		
							30,4	[kN/m ²]

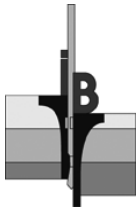
Tabel 9. Resultaten berekening grond- en waterdruk situatie 4.

Rekenwaarde gronddruk ($\gamma_{m,g} = 0,9$)						Rekenwaarde waterdruk		
Laag	Grondsoort	Bovenzijde [m tov NAP]	d_d [m]	$\gamma_{sat/dr, kar}$ [kN/m ³]	f [-]	Parameter		
1	Klei, matig siltig	-1,45	0,15	16,7	1	H	0	[m - NAP]
2	Veen	-2,6	0,5	10	1	B	3,1	[m - NAP]
						γ_w	9,81	[kN/m ³]
						$\gamma_{f,g,u}$	1	[-]
Rekenwaarde gronddruk:				21,8	[kN/m ²]	Rekenwaarde waterdruk:		
							30,4	[kN/m ²]

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat de stabiliteit net is gewaarborgd indien wordt ontgraven tot het niveau van de grondverbetering onder de keldervloer van de parkeerkelder (een ontgraving tot 0,8 m – NAP). Voor de overige situaties is de stabiliteit onvoldoende en is tijdelijk een spanningsbemaling nodig.

5.4 Aandachtspunten

- Geadviseerd wordt om na te gaan of de waterremmende lagen op enigerlei wijze in het verleden kunnen zijn verstoord. Indien bijvoorbeeld vroegere funderingspalen zijn getrokken dan zou welvorming kunnen optreden via de ontstane gaten.
- De maatgevend hoge stijghoogte van het grondwater is ingeschat op basis van TNO-peilbuizen in de omgeving.
- Het is noodzakelijk om voorafgaand van de nieuwbouw de stijghoogte van het grondwater gedurende een zekere periode te monitoren, ter verificatie van de gehanteerde stijghoogte. In het geval dat hogere standen worden gemeten dienen de consequenties daarvan te worden nagegaan.
- Ook tijdens de uitvoering dient de stijghoogte te worden gemonitord waarbij het monitoringsplan in dat geval voorziet in een actieplan op het moment dat een signaalwaarde wordt overschreden.
- Afhankelijk van de situatie kan het aanbevelenswaardig zijn om toezicht te houden op de uitvoering.



6. FUNDERING

6.1 Funderingswijze

Zoals omschreven in hoofdstuk 4 wordt in het volgende een fundering op in de grond gevormde palen met een grondverdringende geboorde hulpbuis beschouwd.

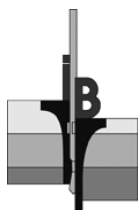
6.2 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening bijlage A.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Fundering op in de grond gevormde palen met een grondverdringende geboorde hulpbuis.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch belast.
- De berekening van het paal draagvermogen en de vervormingen is gebaseerd op NEN 9997-1:2017 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Voor de berekening van de draagkracht zijn de navolgende factoren aangehouden.
 - paalklasse punt $\alpha_p = 0,63$
 - paalvoetvorm $\beta = 1,0$
 - paalvoetdwarsdoorsnede $s = 1,0$
 - paalklasse schacht druk $\alpha_s = 0,009$
 - paalklasse schacht trek $\alpha_t = 0,009$
- De funderingsplaat van de hoogbouw als aangenomen als stijve constructie. De eventuele losse poeren zijn als niet-stijf beschouwd.
- De fundering van de parkeerkelder is verondersteld als niet-stijve constructie.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het omliggende terrein zal niet significant worden opgehoogd of ontgraven.
- Er is positieve kleef gerekend vanaf 21 m – NAP.
- Voor de palen onder de hoogbouw is niet gerekend met negatieve kleef. Voor de palen onder de parkeerkelder is wel negatieve kleef in rekening gebracht.
- De grondontspanning die optreedt ten gevolge van de bouwputontgraving, is verdisconteerd in de berekening van de draagkracht van de palen middels een reductie van de gemeten conusweerstand.

Voor de hoogbouw is gerekend met een ontgravingsniveau van 1,95 m – NAP, voor de parkeerkelder met een ontgraving tot 0,3 m – NAP. De grondwaterstand voor het bepalen van de korrelspanning is gehanteerd op 1,55 m + NAP.
- De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

6.3 Beschrijving paalsysteem

- De paal wordt gemaakt middels een stalen hulpbuis.
- De hulpbuis wordt aan de onderzijde voorzien van een losse boorpunt en op maaiveld geplaatst.
- De buis wordt grondverdringend, op diepte geschroefd middels een boormoment en een axiale drukkracht onder toevoeging van groutinjectie aan de punt.
- Zodra het eindniveau is bereikt wordt de wapening in de buis afgehangen, waarna de buis wordt gevuld met beton.
- De hulpbuis wordt oscillerend getrokken waarbij de boorpunt achterblijft.
- De paal wordt afgewerkt en de stelling kan worden verplaatst.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

- In beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat de stijghoogte van grondwater in de dieper gelegen watervoerende zandlagen niet hoger is dan de freatische grondwaterstand.
- Voor het opnemen van trekbelasting dienen de palen over de volledige lengte te zijn gewapend.

6.4 Ontwerp en uitvoering bouwput en kelder

- Om lekkage te voorkomen wordt geadviseerd de kelderwanden tot boven de hoogste grondwaterstand uit te voeren in gewapend beton.
- Nagegaan dient te worden of in de meest ongunstige situatie (ook tijdens de bouwphase) het eigen gewicht van de constructie (exclusief de veranderlijke belasting) voldoende is om de opwaartse waterdruk, t.g.v. de hoogste grondwaterstand, tegen de onderkant van de kelder te compenseren.
- Indien het eigen gewicht niet voldoende is dan dienen alternatieven te worden overwogen zoals bijvoorbeeld een verzwaring van de kelder of het toepassen van trekelementen.

6.5 Paalpuntniveau

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 10. Paalpuntniveau.

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m + NAP]	Paalpuntniveau [m tov NAP]
		Hoogbouw
		Parkeerkelder
DKM-01	3,41	---
DKM-02	3,27	---
DKM-03	3,45	-23,5 tot -26,5
DKM-04	3,51	-23,5 tot -26,5
DKM-05	3,56	-23,5 tot -26,5
DKM-06	3,27	-23,5 tot -26,5
DKM-07	3,31	---
DKM-08	3,31	-23,5 tot -26,5
DKM-09	3,35	---
DKM-10	3,52	-23,5 tot -26,5

¹⁾ Niveau ten tijde van onderzoek

6.6 Draagkracht op druk

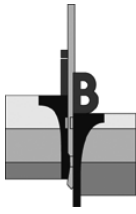
Voor een voldoende draagkracht dient de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner te zijn dan de netto draagkracht van de palen: $F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$ of te wel $F_{c;d} \leq R_{c;d;netto}$.

Voor een overzicht van de berekende draagvermogens per sondering, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage B t/m D.

Bij de opzet van een palenplan dient het draagvermogen dat voor een bepaald puntniveau aan een paal wordt toegekend, in beginsel te zijn afgestemd op het maatgevende laagste draagvermogen dat op dit niveau voor de relevante omliggende sonderingen is berekend.

In verhouding tot de schachtafmeting worden hoge draagvermogens berekend. Mogelijk is het raadzaam om vanuit constructief oogpunt de belasting op de palen te begrenzen.

De palen onder de rand van de parkeerkelder zullen in zeker mate extra kunnen worden belast door negatieve kleef langs de kelderwand. Uit een berekening volgt dat de negatieve kleef 20 kN per strekkende meter kelderwand bedraagt.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

6.7 Draagkracht op trek

Voor een voldoende draagkracht dient de maximale trekbelasting kleiner te zijn dan de som van de draagkracht op trek en het eigen gewicht van een paal: $F_{t;d} \leq R_{t;d} + G_{paal;d}$.

Voor een overzicht van de berekende draagvermogens per sondering, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage B t/m D.

De draagkracht van een trekelement is afhankelijk van zijn positie ten opzichte van omliggende trekelementen. Voor de hoogbouw is het draagvermogen bepaald voor palen in een stramien van $1,8 \times 1,8 \text{ m}^2$. Voor het kelderdek is het draagvermogen bepaald voor palen uit een tweepaalspoer met een onderlinge paalafstand van 3D. Opgemerkt wordt dat bij geringere paalafstanden en/of intensievere paalconfiguraties het draagvermogen reduceert.

6.8 Vervorming

6.8.1 Algemeen

De vervormingen binnen de funderingsconstructie dienen zodanig te zijn dat in de bouwconstructie geen uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand wordt overschreden.

Tenzij specifieke vervormingseisen zijn gesteld wordt voor de uiterste grenstoestand veelal een relatieve rotatie β van maximaal 1:100 aangehouden. Voor de bruikbaarheidstoestand wordt in het algemeen aangenomen dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β de waarde van 1:300 niet mag overschrijden.

Uiterste Grenstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:100$
Bruikbaarheidstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:300$

Bij overschrijding van de bruikbaarheidstoestand zijn de vervormingen van dien aard dat binnen de bouwconstructie ongewenst verlies aan bruikbaarheid optreedt. In de regel zal deze toestand maatgevend zijn.

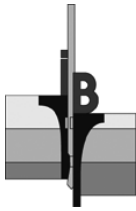
Voor het zakkingsverschil kan in eerste instantie tenminste een derde van de berekende maximale zetting worden aangehouden tussen twee funderingselementen met een onderlinge afstand l . Indien bijvoorbeeld door belastingvariaties of verschillen in aanlegniveau en funderingsafmeting lokaal een groter zakkingsverschil optreedt, dan moet deze grotere waarde in rekening worden gebracht.

6.8.2 Zetting als gevolg van genereren paal draagvermogen (s_1)

Om draagvermogen op te nemen zullen de palen zetting moeten ondergaan. De zetting kan worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage B t/m D. De zetting $s_1 (=s_b + s_{el})$ bedraagt ca. 1 à 2 cm.

6.8.3 Zetting als gevolg van samendrukking diepere lagen (s_2)

Vanaf ca. 32 m – NAP is Boomse Klei aanwezig. Als gevolg van de belastingverhoging vanuit de nieuwbouw zal de klei een beperkte samendrukking ondergaan. Op dit moment zijn nog geen in situ gegevens beschikbaar van de klei, tevens is nog niet bekend wat het exacte niveau is van de onderzijde van de kleilaag. Op basis van de huidige beschikbare gegevens is een inschatting gemaakt van de samendrukking van de klei. Deze inschatting is gemaakt door in Plaxis 3D de belasting vanuit de nieuwbouw als een vlaklast op het paalpuntniveau uit de oefenen. In de volgende tabel zijn de gehanteerde uitgangspunten gepresenteerd.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

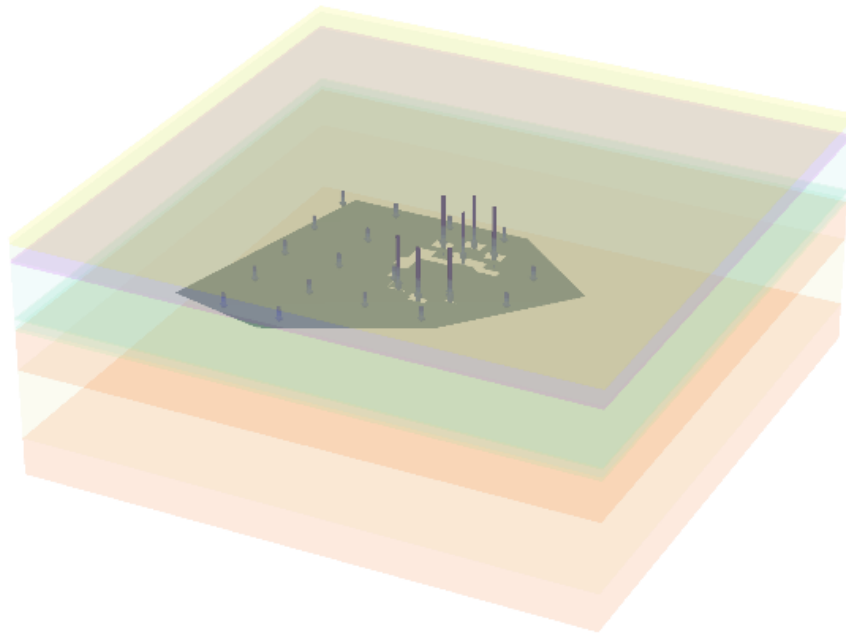
Tabel 11. Uitgangspunten zettingsberekening Boomse Klei met Plaxis 3D.

Paalpuntniveau hoogbouw	26 m – NAP
Paalpuntniveau parkeerdek	23 m – NAP
Belasting uit hoogbouw op plaat ¹⁾	490 kN/m ²
Belasting uit hoogbouw op poer ¹⁾	550 kN/m ²
Belasting uit laagbouw ¹⁾	30 kN/m ²
Bovenzijde Boomse klei	31,5 m – NAP
Onderzijde Boomse klei ²⁾	50 m – NAP
Volumiek gewicht Boomse klei ³⁾	20 kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving Boomse klei ³⁾	22,5°
Cohesie Boomse klei ³⁾	13 kPa
Elasticiteitsmodulus Boomse klei ($E_{50}/E_{oed}/E_{ur}$) ³⁾	10/10/30 MN/m ²
OCR ³⁾	5

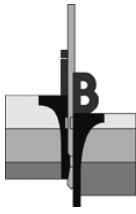
¹⁾ Opgave Pieters

²⁾ Aanname op basis van gegevens Regis

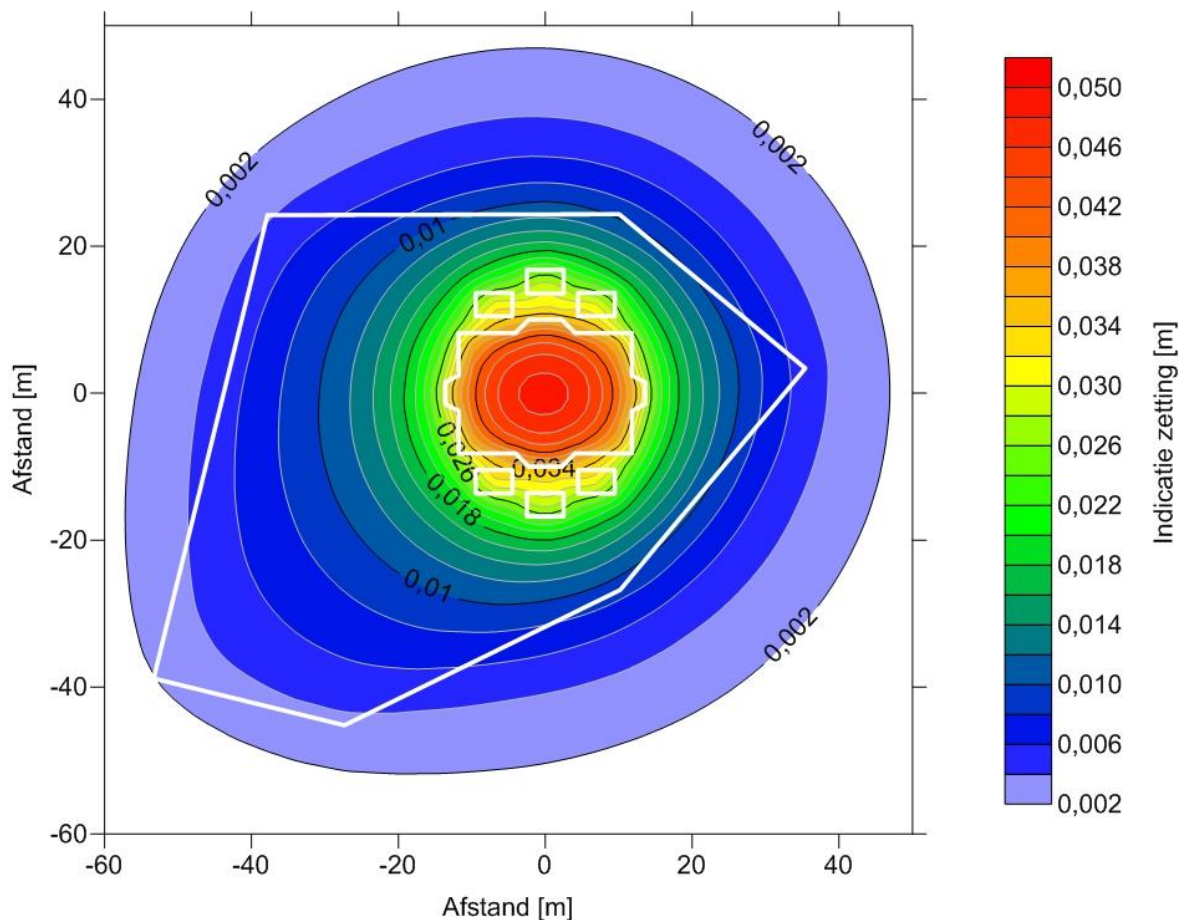
³⁾ Aanname op basis van: NITG TNO, Het effect van een vries-dooi cyclus op het mechanisch gedrag van de Klei van Boom bij de Westerschelde tunnel, Projectnummer 144468139, NITG 98-22-B, d.d. juni 1998.



Figuur 10. Plaxis 3D model.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen



Figuur 11. Berekende zetting met Plaxis 3D model.

Met de gehanteerde uitgangspunten wordt een maximale zetting berekend van ca. 5 cm. Deze zetting betreft een globale indicatie, er moet rekening worden gehouden met een onzekerheid van +/- 50%. Met aanvullend onderzoek moet de dikte van de kleilaag alsmede de samendrukkingseigenschappen nader worden bepaald. Vervolgens kan op basis van het definitieve palenplan een meer nauwkeurige berekening van de zetting worden bepaald, waarbij tevens de funderingsplaat en de palen worden gemodelleerd.

6.9 Veercoëfficiënt

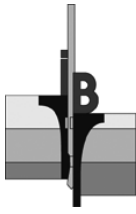
6.9.1 Inleiding

De bepaling van de veercoëfficiënten is gebaseerd op NEN 9997-1:2016 en het artikel uit Cement 1995/9. De rekenwaarde van de veercoëfficiënt wordt gevonden door de representatieve verstijfheid te delen door een partiële factor $\gamma_{m;k} = 1,3$ oftewel $k_{v;d} = k_{v;rep} / \gamma_{m;k}$.

6.9.2 Statische veercoëfficiënt

Voor de statische secant veercoëfficiënt van de kop van een vrijstaande op druk belaste paal geldt $k_{v;statisch;rep} = F_{c;rep} / s_{1;bgt.}$ waarbij s_1 de paalkopzakking betreft als zijnde de som van s_{el} , de elastische verkorting van de paal en s_b , de zakking van de paalpunt nodig voor het mobiliseren van het paal draagvermogen.

Bij concentraties van palen waarbij de hart-op-hart-afstand kleiner is dan tien maal de kleinste paalvoetdoorsnede, dient in principe in de paalkopzakking, de zakking te worden verdisconteerd in de lagen beneden het niveau van vier maal de kleinste dwarsafmeting van de paalpunt.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Voor de veercoëfficiënt geldt in dat geval $k_{v,rep} = F_{c,rep} / (S_{1,bgt.} + S_{2,bgt.})$ waarbij S_2 de extra zakkings is als gevolg van het groepseffect in de dieper gelegen lagen.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor de bruikbaarheidstoestand is sprake van een niet lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is ter indicatie voor sondering DKM-04, met intervallen van 10% de statische veerstijfheid berekend voor een belasting variërend van 10 tot 100 % van de paalcapaciteit. Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage B t/m D. Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde veerstijfheden zijn berekend voor een vrijstaande paal waarbij het hiervoor genoemde groepseffect niet is meegenomen.

6.9.3 Veercoëfficiënt bij windbelasting

Voor de veercoëfficiënt bij windbelasting wordt ter indicatie veelal uitgegaan van anderhalf maal de statische veercoëfficiënt. De werkelijke veercoëfficiënt bij wind is echter afhankelijk van het aandeel van de windbelasting ten opzichte van de totale belasting en het traject waarbinnen de belasting optreedt.

Belasting als gevolg van een extreme windvlaag of aanrijbelasting kan worden beschouwd als een quasi-statische (of kortdurende) belasting die eenmaal optreedt. De veercoëfficiënt bij een quasi-statische belasting kan, conform Cement 1995/9 worden bepaald op basis van de extra zetting die wordt veroorzaakt door de representatieve belasting, of te wel:

$$k_{v,quasi-statisch;bgt} = 1,5 \times \frac{F_{c,wind;bgt}}{S_{1,tot;bgt} - S_{1,statisch;bgt}}$$

Waarbij:

$F_{c,wind;bgt}$: de representatieve windbelasting.
 $S_{1,tot;bgt}$: de paalkopzakkings als gevolg van de statische + quasi-statische belasting, af te leiden uit de lastzakkingsdiagrammen in de bijlagen.
 $S_{1,statisch;bgt}$: de paalkopzakkings als gevolg van de statische belasting, af te leiden uit de lastzakkingsdiagrammen in de bijlagen.

In de tijd wisselende belastingen die herhaaldelijk optreden, zoals windbelasting of verkeersbelasting, kunnen als cyclische belasting worden beschouwd. In Cement 1995/9 wordt voor de bepaling van de veercoëfficiënt voor cyclische belastingen met een frequentie in de orde van 1 Hz of lager de volgende methodiek gepresenteerd:

$$k_{v,cyclisch;bgt} = 0,8 \times k_{v,statisch;0,25;bgt}$$

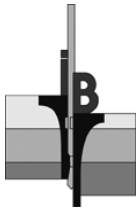
Waarbij:

$k_{v,statisch;0,25;bgt}$ de veercoëfficiënt bij een belasting van 25% van het maximaal draagvermogen, deze kans worden afgeleid uit de berekeningsbijlagen.

Op basis van de representatieve statische en windbelasting in combinatie met de lastzakkingsgrafieken gepresenteerd onder bijlage B en C kan door de constructeur de veercoëfficiënt bij een windbelasting bepalen.

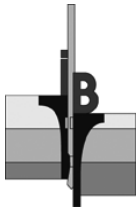
6.10 **Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg**

Onder bijlage I zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op in de grond gevormde palen met een grondverdringend geboorde hulpbuis en groutinjectie algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein, de uitvoering en controle van de paalkwaliteit. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bij toepassing van avegaarpalen vindt normaliter vijf dagen na het aanbrengen van de palen een kwaliteitscontrole plaats die onder meer inhoudt dat de palen akoestisch worden doorgemeten. Deze controle kan desgewenst door ons bureau worden verzorgd.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

7. GRONDKERING

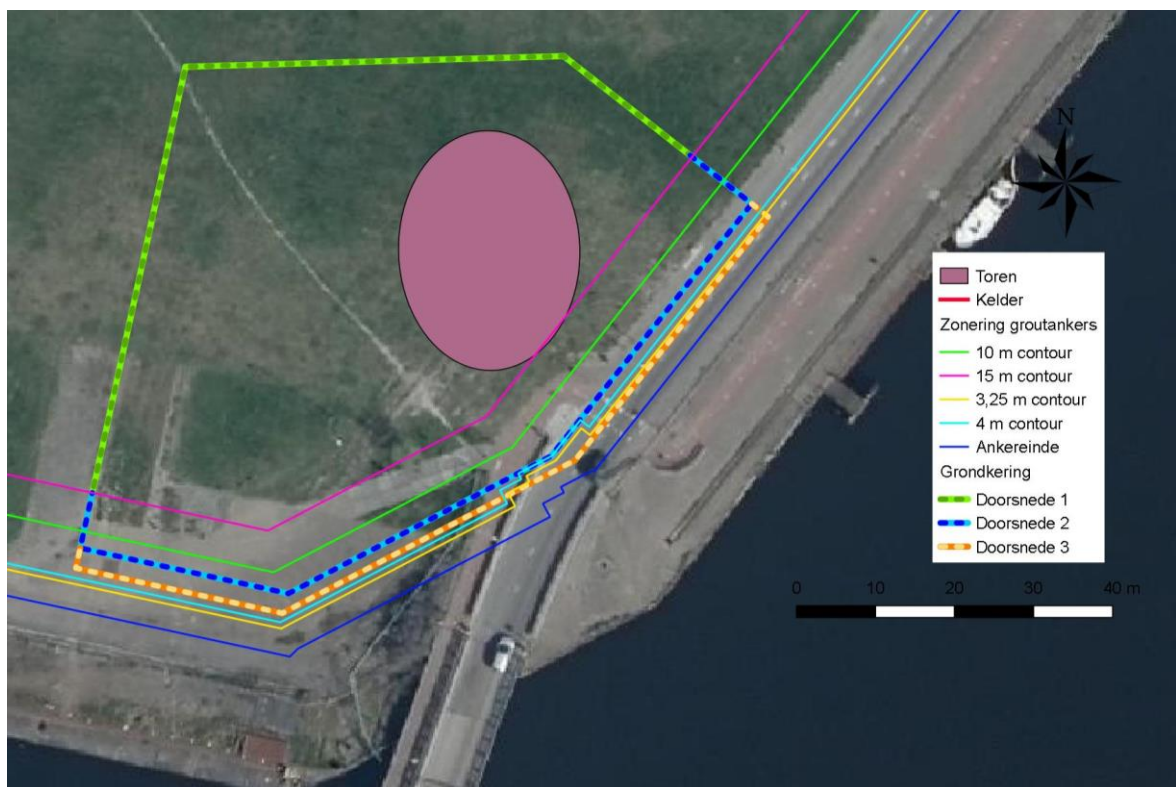
7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt voor drie doorsneden een ontwerpberekening gepresenteerd van de grond- en waterkering. Doel van de berekeningen is om de diepte te bepalen tot waar de kering voor een voldoende stabiliteit moet worden ingebracht en om inzicht te geven in de krachten waaraan de kering wordt onderworpen en welke vervorming de kering als gevolg hiervan ondergaat. Aan de hand van de resultaten kan door de leverancier de kering nader worden gedimensioneerd.

In onderstaande tabel en figuur is weergegeven welke doorsneden zijn doorgerekend en waar deze van toepassing zijn.

Tabel 12. Beschouwde doorsneden grondkering.

Doorsnede
[1] Vrijstaande damwand tot 18 m – NAP – trillend aangebracht
[2] Vrijstaande CSM-wand tot 18 m – NAP
[3] Vrijstaande damwand tot 10 m – NAP – trillingsvrij aangebracht



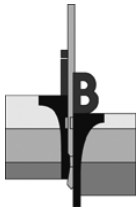
Figuur 12. Locatie doorsneden.

Hetgeen gepresenteerd in dit rapport betreft een ontwerpvoorstel. In overleg met de opdrachtgever kunnen desgewenst in een vervolgoopdracht eventuele alternatieven of aanvullende doorsneden worden beschouwd.

7.2 Uitgangspunten berekening

7.2.1 Rekenmethodiek

- De berekening is gebaseerd op NEN 9997-1:2017, CUR 166 en Handboek Soilmix-wanden van SBRCURnet.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

- De berekening is uitgevoerd met het programma D-Sheet Piling waarbij de kering is beschouwd als een door elastoplastische veren ondersteunde ligger.
- De constructie is ingedeeld in veiligheidsklasse RC1. De grondkering wordt aangebracht in een regionale waterkering, derhalve kan worden volstaan met veiligheidsklasse RC1.

7.2.2 Bodemopbouw en bodemeigenschappen

- De bodemopbouw is geschematiseerd aan de hand van de sonderingen en de boring. Op basis hiervan is één maatgevend bodemprofiel gekozen.
- De bodemeigenschappen zijn bepaald op basis van 2.b van NEN 9997-1:2017 in combinatie met een analyse van de resultaten van het geotechnisch veld- en labonderzoek.

Tabel 13. Schematisering bodemopbouw en –eigenschappen t.b.v. D-Sheet Piling berekening.

Laag	Grondsoort	Bovenzijde [m tov NAP]	Onderzijde [m tov NAP]	γ'_d / γ'_s [kN/m ³]	φ' [°]	δ' [°]	c' [kN/m ²]	$k_{h,laag}$ [MN/m ³]
1	Zand, los gepakt	3,5	1,8	17/19	30,0	20,0	0	12/6/3
2	Klei	1,8	-2,3	16,7/16,7	22,5	15,0	2	4/2/1
3	Veen	-2,3	-3,1	10/10	15,0	0,0	0	1/0,5/0,25
4	Zand, los, kleiig	-3,1	-5,0	18/20	27,0	18,0	0	10/5/2,5
5	Zand, matig vast	-5,0	-17,5	18/20	32,5	21,7	0	20/10/5
6	Klei, zandig	-17,5	-18,0	18/18	22,5	15,0	5	5/2,5/1,2
7	Zand matig vast	-18,0	-20,0	18/20	32,5	21,7	0	20/10/5

γ'_d / γ'_s : Aardvochtig/nat volumiek gewicht

φ' : Hoek van inwendige wrijving

δ' : Wandvrijvingshoek

c' : Cohesie

$k_{h,laag}$: Horizontale beddingscoëfficiënt

7.2.3 Fasering

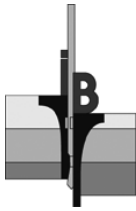
In onderstaande tabellen is de fasering gepresenteerd.

Tabel 14. Fasering uitvoering en berekening doorsnede 1.

Uitvoeringsfase		Rekenfase
[A]	Ontgraven onder talud tot 2 m + NAP	1
[B]	Aanbrengen damwand vanaf 2 m + NAP	
[C]	Verlagen grondwaterstand en stijghoogte tot 2,45 m – NAP	
[D]	Ontgraven tot 0,8 m – NAP ten behoeve van grondverbetering	
[E]	Realisatie kelder	
[F]	Verwijderen damwand	

Tabel 15. Fasering uitvoering en berekening doorsnede 2.

Uitvoeringsfase		Rekenfase
[A]	Ontgraven onder talud tot 2 m + NAP	1
[B]	Aanbrengen soilmixwand vanaf 2 m + NAP	
[C]	Verlagen grondwaterstand en stijghoogte tot 2,45 m – NAP	
[D]	Ontgraven tot 0,8 m – NAP ten behoeve van grondverbetering	
[E]	Realisatie kelder	



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Tabel 16. Fasering uitvoering en berekening doorsnede 3.

Uitvoeringsfase	Rekenfase
[A] Ontgraven onder talud tot 2 m + NAP	1
[B] Aanbrengen damwand vanaf 2 m + NAP	
[C] Verlagen grondwaterstand tot 1,45 m – NAP, stijghoogteverlaging tot 0,88 m – NAP	
[D] Ontgraven tot 0,95 m – NAP	
[E] Strooksgewijs aanbrengen grondverbetering tot 1,45 m – NAP	
[F] Verwijderen bestaande soilmixwand op aansluiting gerealiseerde kelder	
[G] Realisatie kelder	
[H] Verwijderen damwand	

7.2.4 Grondwater

Voor alle fasen is aan de actieve zijde gerekend met een freatische grondwaterstand van 1,55 m + NAP en een gemiddelde stijghoogte van 0,0 m + NAP.

Voor de passieve zijde is voor doorsnede 1 en 2 gerekend met een freatische grondwaterstand en stijghoogte van 2,45 m – NAP. In verband met de waterremmende laag waarin de punt van de grondkering wordt aangebracht is het waterspanningsverloop niet gecorrigeerd met de diepte. Aan de punt van de damwand heerst aan weerszijde een andere waterspanning.

Voor de passieve zijde van doorsnede 3 is gerekend met een freatische grondwaterstand van 1,45 – NAP en een stijghoogte van 0,88 m – NAP. Het waterspanningsverloop over het resterende deel van de Holocene deklaag is voor dit verschil gecorrigeerd. Tevens is de waterspanning aan de punt van de damwand gecorrigeerd zodat aan weerszijde een gelijke waterspanning aanwezig is.

Voor meer informatie omtrent de gehanteerde waterspanning wordt verwezen naar de berekeningsbijlagen.

7.2.5 Ontgravingsniveau

Afhankelijk van de positie van de doorsnede is een verschillend ontgravingsniveau gehanteerd. In onderstaande tabel is per doorsnede het maximale ontgravingsniveau gepresenteerd. Voor meer informatie omtrent de ontgravingsniveaus wordt verwezen naar de berekeningsbijlagen.

Tabel 17. Maximaal ontgravingsniveau.

Doorsnede	Ontgravingsniveau [m tov NAP]	Opmerking
1	-0,8	Ontgraving tot onderzijde grondverbetering parkeerkelder
2	-0,8	Ontgraving tot onderzijde grondverbetering parkeerkelder
3	-0,95	Ontgraving tot onderzijde verdikte vloer parkeerkelder ¹⁾

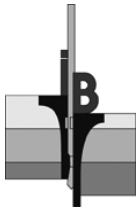
¹⁾ De grondverbetering in deze doorsnede moet strooksgewijs in stroken van maximaal 2 m worden aangebracht.

7.2.6 Bovenbelasting

Tabel 18. Bovenbelasting.

Doorsnede	Belasting [kN/m ²]	Opmerking
1	20	Bovenbelasting uit bouwverkeer vanaf 2,4 m uit kering
2	10	Bovenbelasting uit bouwverkeer vanaf 2,4 m uit kering
3	10	Bovenbelasting uit bouwverkeer vanaf 2,4 m uit kering

De bovenbelasting ter plaatse van doorsnede 2 en 3 is gehanteerd op 10 kN/m², dit ter beperking van de vervorming van de grondkering.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

7.2.7 Stijfheid kering

In onderstaande tabel is de in de berekening gehanteerde stijfheid gepresenteerd. De stijfheid van de soilmixwand is bepaald conform het Handboek Soilmix-wanden, uitgaande van een gemiddelde van de gescheurde en ongescheurde doorsnede en een centrisch geplaatst profiel.

Tabel 19. Uitgangspunten stijfheid kering.

Doorsnede	Type kering	Druksterkte CSM materiaal [N/mm ²]	Buigstijfheid [kN/m ² /m]
1	AZ 26 S240 GP	n.v.t.	116.571
2	CSM + IPE 400 S355 hoh 1,1 m	3	76.377
3	AZ 28-700 S240 GP	n.v.t.	133.602

7.2.8 Vervorming

Achter de grond- en waterkering is geen bebouwing of infrastructuur aanwezig. Om deze reden wordt een vervorming van de kering tot ca. 10 cm acceptabel geacht.

7.3 Resultaten berekening

In de onderstaande tabel zijn de berekeningsresultaten van de horizontale vervorming en de krachten waaraan de kering onderhevig is gepresenteerd.

Tabel 20. Resultaten D-Sheet Piling berekening ten behoeve van dimensionering kering.

Doorsnede	Kopniveau [m tov NAP]	Puntniveau [m tov NAP]	M _{s,d} [kNm/m]	D _{s,d} [kN/m]	U _{max} [mm]
1	+2,0	-18,0	495	167	82
2	+2,0	-18,0	413	154	91
3	+2,0	-11,0	703	275	103

M_{s,d}: Rekenwaarde buigend moment

D_{s,d}: Rekenwaarde dwarskracht

U_{max}: Horizontale vervorming

Voor meer gegevens omtrent de berekening wordt verwezen naar bijlage E t/m G.

7.4 Toetsing krachtwerking, vervorming en stabiliteit keerconstructie

7.4.1 Inleiding

In het volgende wordt voor de soilmixwand en damwand een toetsing gepresenteerd van de krachtwerking, de vervorming en de stabiliteit.

7.4.2 Moment

In onderstaande tabel is de toetsing van het moment van de kering gepresenteerd. Hierbij is voor de soilmixwand uitgegaan dat het volledige moment wordt opgenomen door het staalprofiel.

Tabel 21. Toetsing buigend moment damwand doorsnede 1 en 3.

Doorsnede	Planktype	W _{pl} [cm ³ /m]	f _y [N/mm ²]	γ _{m,o} [-]	M _{r,pl;d} [kNm/m]	M _{s,d} [kNm/m]	Toets
1	AZ 26 S240 GP	3.059	240	1,0	734	495	Voldoet
3	AZ 28-700 S240 GP	3.273	240	1,0	786	703	Voldoet

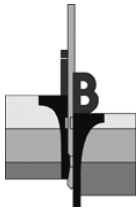
W_{pl}: Plastisch weerstandsmoment

f_y: Vloeispanning

γ_{m,o}: Partiële factor

M_{r,pl;d}: Rekenwaarde opneembaar plastisch buigend moment

M_{s,d}: Rekenwaarde optredend buigend moment



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Tabel 22. Toetsing buigend moment soilmixwand doorsnede 2.

Doorsnede	Profieltype	W_{pl} [cm ³]	f_y [N/mm ²]	$\gamma_{m,o}$ [-]	h.o.h. [m]	$M_{r,pl;d}$ [kNm/m]	$M_{s;d}$ [kNm/m]	Toets
2	IPE 400 S355	1.307	355	1,0	1,1	421	413	Voldoet

W_{el} : Plastisch weerstandsmoment

f_y : Vloeispanning

$\gamma_{m,o}$: Partiële factor

h.o.h.: Hart op hart afstand

$M_{r,pl;d}$: Rekenwaarde opneembaar plastisch buigend moment

$M_{s;d}$: Rekenwaarde optredend buigend moment

7.4.3 Dwarskracht

De optredende dwarskracht moet worden getoetst aan de rekenwaarde van de opneembare plastische dwarskracht. In onderstaande tabellen is de toetsing van de kering gepresenteerd.

Tabel 23. Toetsing dwarskracht damwand doorsnede 1 en 3.

Doorsnede	Planktype	A_v [cm ² /m]	f_y [kNm/m]	$\gamma_{m,o}$ [-]	$D_{pl;Rd}$ [kNm/m]	$D_{s;d}$ [kNm/m]	$D_{s;d} < 0,5 \cdot D_{pl;Rd}$
1	AZ 26 S240 GP	80,2	240	1,0	1.111	167	Voldoet
3	AZ 28-700 S240 GP	84,4	240	1,0	1.170	275	Voldoet

A_v : Lijfoppervlak

f_y : Vloeispanning

$\gamma_{m,o}$: Partiële factor

$D_{pl;Rd}$: Rekenwaarde opneembare plastische dwarskracht

$D_{s;d}$: Rekenwaarde optredende dwarskracht

Tabel 24. Toetsing dwarskracht soilmixwand doorsnede 2.

Doorsnede	Profieltype	A_v [mm ²]	f_y [N/mm ²]	$\gamma_{m,o}$ [-]	h.o.h. [m]	$D_{pl;Rd}$ [kNm/m]	$D_{s;d}$ [kNm/m]	$D_{s;d} < 0,5 \cdot D_{pl;Rd}$
2	IPE 400 S355	4.269	355	1,0	1,1	795	275	Voldoet

A_v : Afschuifoppervlak

f_y : Vloeispanning

$\gamma_{m,o}$: Partiële factor

h.o.h.: Hart op hart afstand

$D_{pl;Rd}$: Rekenwaarde opneembare plastische dwarskracht

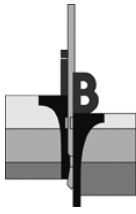
$D_{s;d}$: Rekenwaarde optredende dwarskracht

7.4.4 Stabiliteit

Uit de D-Sheet Piling berekening volgt dat er onder de gegeven uitgangspunten voldoende stabiliteit is tegen het bezwijken van de keerconstructie via een cirkelvormig glijvlak (berekening volgens methode Bishop).

7.4.5 Horizontale vervorming

De mate van horizontale vervorming die een grondkering mag ondergaan is afhankelijk van de situatie. In onderhavige situatie is sprake van een tijdelijke grondkering waarbij geen bebouwing of infrastructuur aanwezig is achter de kering. De sterkte en stabiliteit is voor alle drie de doorsnede met voldoende veiligheid gewaarborgd. Derhalve kan de relatief grote vervorming van ca. 10 cm worden geaccepteerd.



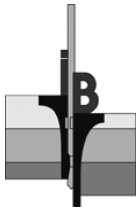
Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

7.5 Algemene richtlijnen grondkering

Onder bijlage J zijn richtlijnen gegeven die betrekking hebben op de grondkering. Onder meer wordt ingegaan op het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen, op de relatie tussen de kering en de omgeving, op aspecten die van toepassing zijn op de bouwput, het werkterrein en de inrichting en de uitvoering en tot slot op kwaliteitsborging en toezicht. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

Ter aanvulling hierop wijzen we op het volgende:

- Het inbrengen van de kering kan gepaard gaan met een zekere invloed op de omgeving. De werkzaamheden dienen te worden uitgevoerd door een bedrijf met voldoende aantoonbare ervaring in vergelijkbare omstandigheden. De door de aannemer te hanteren uitvoeringsmethodiek moet worden afgestemd op een combinatie van bodemopbouw en omgeving. Voorkomen moet worden dat schade optreedt aan bebouwing/infrastructuur.
- Van belang is dat sprake is van een goede maatvoering waarbij de kering verticaal en in een zuivere lijn komt te staan.
- Voorkomen moet worden dat met de bemaling de grondwaterstand binnen de put blindelings wordt verlaagd tot een dieper niveau dan strikt noodzakelijk.
- Aan de kerende zijde dient accumulatie van grondwater, werkwater of hemelwater te worden voorkomen.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

8. BEMALING

8.1 Inleiding

Het aanlegniveau van de keldervloer ligt onder de freatische grondwaterstand. Voor de realisatie van de keldervloer moet derhalve tijdelijk de freatische grondwaterstand worden verlaagd. In de fasen waarin de funderingselementen van de hoogbouw en de parkeerkelder alsmede de verdikte vloer van de parkeerkelder worden gerealiseerd is daarnaast een spanningsbemaling nodig.

In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke wijze de bemaling kan worden uitgevoerd. Op basis van een modelberekening is vervolgens zowel een inschatting gemaakt van de hoeveelheid grondwater die naar verwachting wordt onttrokken, als de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving van de projectlocatie. Het waterbezwaar is vervolgens getoetst aan de geldende beleidslijnen.

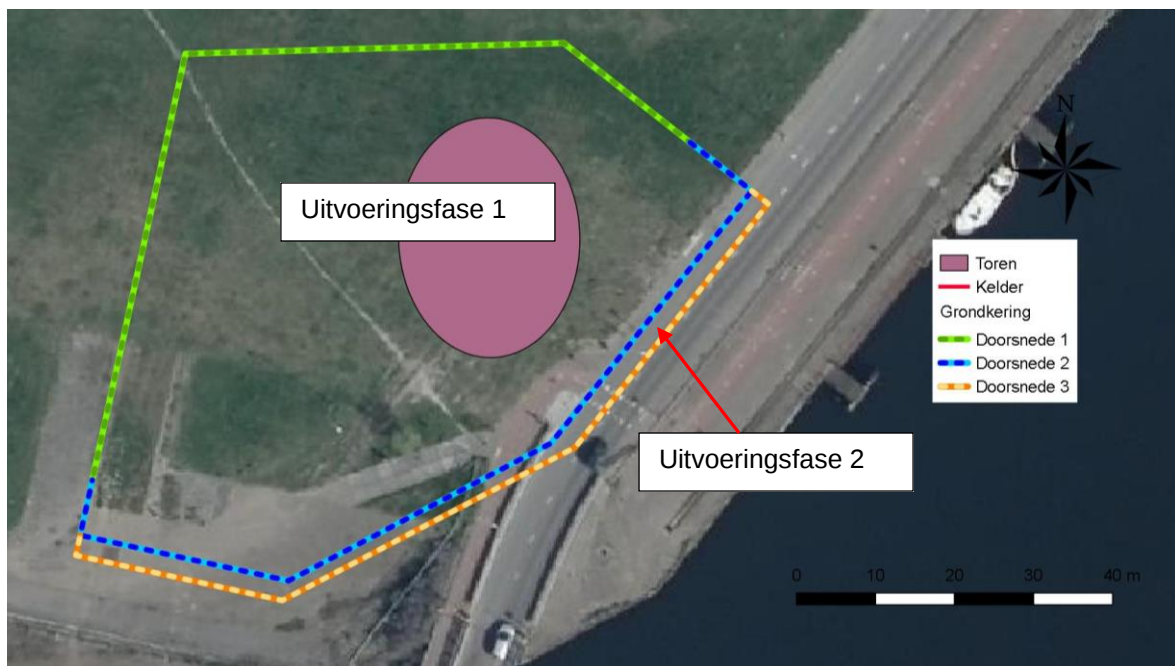
Uitgaande van de berekende verlagingen is een eerste globale prognose gegeven van de mogelijke maaiveldzakking in de directe omgeving en de invloed hiervan op standaard bebouwing. Beschouwing van overige invloeden naar de omgeving (invloed op verontreinigingen, KWO-systemen, natuurwaarden etc.) vallen niet binnen het kader van de opdracht maar kunnen desgewenst in een volgende fase worden beschouwd.

8.2 Bemalingsmethodiek

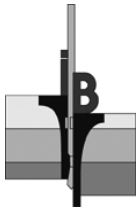
8.2.1 Algemeen

De bouwput moet in twee fasen worden uitgevoerd. In de eerste fase wordt het merendeel van de kelder gerealiseerd. In deze fase kan een droge bouwput worden gerealiseerd middels een bemaling bestaande uit verticale filters en horizontale drains. De bemaling moet worden uitgevoerd binnen een bouwput die volledig is omsloten met een grond- en waterkering. Het puntniveau van de grond- en waterkering bedraagt 18 m – NAP.

In de tweede fase wordt de kelderstrook aan de kanaalzijde gemaakt. In deze fase kan de bemaling worden uitgevoerd met verticale filters. Hierbij is het niet noodzakelijk de damwand tot 18 m – NAP aan te brengen, maar kan worden volstaan met een kortere damwand tot 11 m – NAP.



Figuur 13. Fasering bemaling en positie grond- en waterkering.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

8.2.2 Verticale bemaling

De verticale filters dienen binnen de grondkering te worden geplaatst in de afzettingen tussen 5 m – en 15 m - NAP. De onderkant van de filters dient niet dieper te reiken dan voornoemd niveau teneinde de stagnerende invloed op de toestroom van grondwater door de aanwezigheid van de onderliggende kleilagen zoveel mogelijk te benutten.

De filters kunnen worden geplaatst binnen de bouwput direct naast de soilmixwand en in de kassen van de damwand. Daarnaast wordt geadviseerd rondom de funderingsplaat van de hoogbouw filters aan te brengen.

De uiteindelijke hart op hart afstand tussen de filters, de diameter van de filters en de lengte waarover de filters zijn gesleufd moet worden afgestemd op het te verwachten debiet.

8.2.3 Begaanbaarheid bouwputbodem

Na ontgraving van de bouwput zal lokaal sprake zijn van zandhoudende klei- en veenlagen die weinig draagkrachtig zijn en die onder invloed van neerslag snel verweken. Om een vlotte afvoer van neerslag te bewerkstelligen en bovendien de begaanbaarheid van de putbodem te verbeteren wordt geadviseerd deze lagen tot ca. 0,5 m beneden de putbodem te verwijderen en te vervangen door schoon matig grof goed waterdoorlatend zand. Het grondwater kan uit dit zandbed het vlotst worden verwijderd door enkele drains aan te brengen op een diepte van 0,75 m in de lengterichting door de put. De sleuven dienen te zijn gevuld met schoon matig grof zand, dat bovendien in goed contact staat met het zand beneden de bodem van de bouwput.

De grondverbetering kan voor uitvoeringsfase 1 in één keer in zijn geheel worden uitgevoerd. Voor uitvoeringsfase 2 moet de grondverbetering strookwijs in stroken van 2 m worden aangebracht, dit ter beperking van de vervorming van de grondkering.

8.3 **Uitgangspunten berekening**

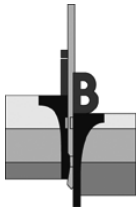
8.3.1 Rekenmethodiek

Met een modelberekening is het onttrekkingsdebiet en invloedsgebied bepaald van de spanningsbemaling. De berekening is uitgevoerd met het eindige elementen- en differentieprogramma MicroFem. Het model is opgezet volgens het superpositie beginsel waarbij de verlagingen berekend worden ten opzichte van een op nul gedefinieerde grondwaterstand, waarbij de bodemopbouw relatief sterk is geschematiseerd. Aspecten zoals een regionale variatie in grondwaterstand zijn niet in het model verdisconteerd. De resultaten gelden derhalve als indicatie.

Het debiet dat met de freatische bemaling wordt onttrokken in de fasen waarbij geen spanningsbemaling benodigd is is op basis van ervaring ingeschat.

8.3.2 Modelbegrenzing

De randen van het model zijn zodanig gekozen dat de invloed van de gekozen randvoorwaarden op de geohydrologische situatie ter plaatse van het plangebied verwaarloosd mag worden. Als randvoorwaarden zijn in het model aan alle zijden vaste stijghoogten opgegeven.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

8.3.3 Schematisering bodemopbouw en bodemeigenschappen

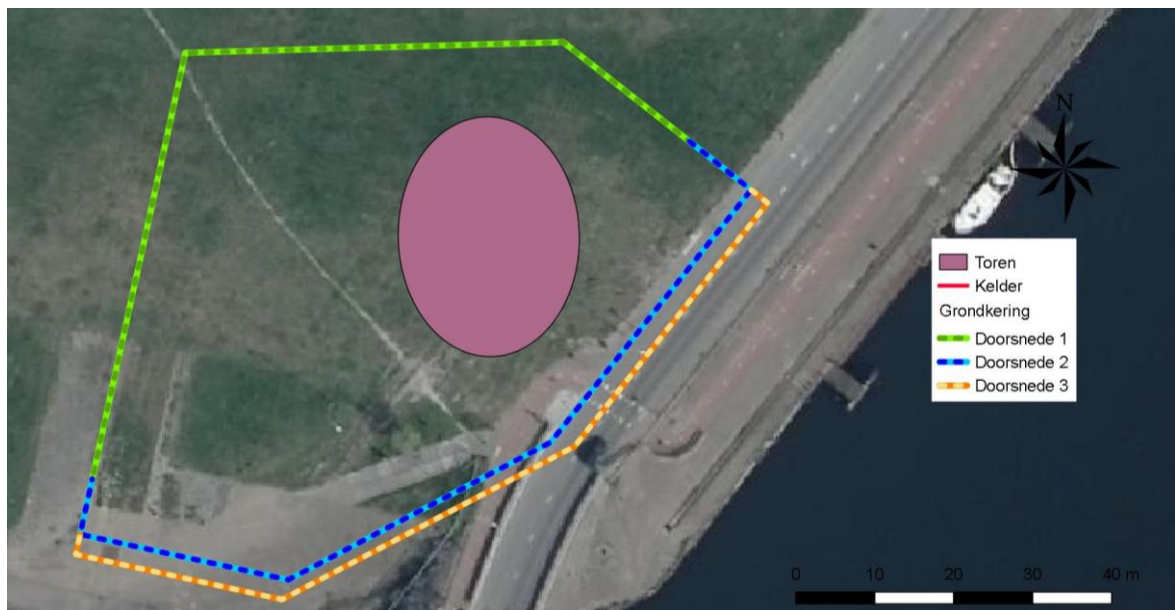
De schematisering van de bodemopbouw alsmede de bodemeigenschappen die in de berekening zijn gehanteerd zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 25. Schematisering bodemopbouw buiten bouwput ten behoeve van Microfem berekening.

Laag	Bovenzijde [m t.o.v. NAP]	Onderzijde [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Doorlaatvermogen [m ² /dag]	Hydraulische weerstand [dagen]	Bergingscoëfficiënt [-]
C1	1,6	-3,1	4,7	---	300	---
H1	-3,1	-11,0	7,9	120	---	0,25
C2	-11,0	-11,1	0,1	---	0,5	---
H2	-11,1	-17,5	6,4	100	---	0,01
C3	-17,5	-18,0	0,5	---	10	---
H3	-18,0	-20,0	2,0	20	---	0,01
C4	-20,0	-21,0	1,0	---	20	---
H4	-21,0	-31,5	10,5	145	---	0,01

8.3.4 Bouwputbegrenzing

In de berekening is de grond- en waterkering verdisconteerd door aan de betreffende knooppunten een kD van 0,01 m²/d toe te kennen. In rekenfase 2 is voor doorsnede 1 en 2 voor laag H1 en H2 de lage doorlatendheid aangehouden. In rekenfase 4 is voor doorsnede 2 voor laag H1 en H2 de lage doorlatendheid aangehouden, voor doorsnede 3 alleen in laag H1. De posities van de grondkeringsdoorsneden zijn weergegeven in onderstaande figuur.



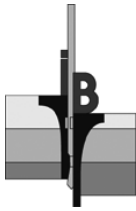
Figuur 14. Locatie grond- en waterkering.

8.3.5 Fasering en bemalingsduur

In onderstaande tabel is de gehanteerde fasering en planning gepresenteerd. Enkel in fase 2 en 4 is een spanningsbemaling benodigd.

Tabel 26. Fasering en planning werkzaamheden.

Fase	Bemaling	Duur [weken]
1. Grondwerk en aanbrengen palen	Freatisch	8
2. Fundering hoogbouw + parkeerkelder en keldervloer	Freatisch en spanning	10
3. Kelderwanden en dek	Freatisch	8
4. Kelder kanaalzijde	Freatisch en spanning	10
		36



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

8.3.6 Open water

Zowel de Westerschelde als het kanaal zijn in het model opgenomen. Hiervoor is een drainage- en infiltratieweerstand van 5 respectievelijk 20 aangehouden.

8.3.7 Stijghoogte en verlagingsniveaus

In onderstaande tabel zijn de uitgangspunten voor wat betreft de verlagingsniveaus van de stijghoogte samengevat.

Tabel 27. Verlagingsniveaus stijghoogte.

Fase	Stijghoogte [m tov NAP]	Ontgravingsniveau [m + NAP]		Verlagingsniveau [m + NAP]		Verlaging [m]	
		Hoogbouw	kelder	Hoogbouw	kelder	Hoogbouw	kelder
2. Fundering hoogbouw parkeerkelder + keldervloer	+ 0,0 (GHS)	-2,45	-1,3	-2,41	-0,33	2,41	0,33
	- 0,25 (GS)	-2,45	-1,3	-2,41	-0,33	2,16	n.v.t.
	- 0,5 (GLS)	-2,45	-1,3	-2,41	-0,33	1,91	n.v.t.
4. Kelder kanaalzijde	+ 0,0 (GHS)	-1,45		-0,88		0,88	
	- 0,25 (GS)	-1,45		-0,88		0,63	
	- 0,5 (GLS)	-1,45		-0,88		0,38	

GHS : geschatte hoge stijghoogte (zie § 3.3).

GS : geschatte gemiddelde stijghoogte (zie § 3.3).

GLS : geschatte lage stijghoogte (zie § 3.3).

8.4 Resultaat bemalingsberekening

8.4.1 Indicatie bemalingscapaciteit in m³/uur

8.4.1.1 Spanningsbemaling

In onderstaande tabel is het verwachte onttrekkingsdebiet gepresenteerd dat met de spanningsbemaling wordt onttrokken.

Tabel 28. Onttrekkingsdebiet spanningsbemaling (debiet afgerond op 5 m³/uur).

Fase	Stijghoogte [m tov NAP]	Verlagingsniveau [m + NAP]		Verlaging [m]		Debiet [m³/uur]
		Hoogbouw	kelder	Hoogbouw	kelder	
2. Fundering hoogbouw parkeerkelder + keldervloer	+ 0,5 (GHS)	-2,41	-0,33	2,41	0,33	ca. 15
	- 0,25 (GS)	-2,41	-0,33	2,16	n.v.t.	ca. 15
	- 0,5 (GLS)	-2,41	-0,33	1,91	n.v.t.	ca. 10
4. Kelder kanaalzijde	+ 0,5 (GHS)	-0,88		0,88		ca. 15
	- 0,25 (GS)	-0,88		0,63		ca. 10
	- 0,5 (GLS)	-0,88		0,38		ca. 5

8.4.1.2 Freatische bemaling

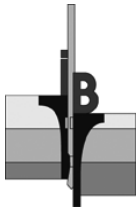
In aanvulling op de spanningsbemaling moet met de freatische bemaling tijdens de uitvoering hemelwater, lek en kwel worden afgevoerd. Het freatische debiet bedraagt ca. 5 m³ per uur. Bij de dimensionering van de bemaling dient er rekening te worden gehouden met een zeker extra waterbezwaar door neerslag (10 m³/uur).

8.4.2 Indicatie totaal waterbezwaar freatische en spanningsbemaling

Tabel 29. Indicatie totaal waterbezwaar bij een relatief hoge stijghoogte gedurende de hele bemalingsperiode.

Werkzaamheden	Duur [weken]	Debiet [m³/uur]	Waterbezwaar ¹⁾ [m³]
1. Grondwerk en aanbrengen palen	8	ca. 5	7.000
2. Fundering hoogbouw + parkeerkelder en keldervloer	10	ca. 15	25.000
3. Kelderwanden en dek	8	ca. 5	7.000
4. Kelder kanaalzijde	10	ca. 15	25.000
Totaal			64.000

¹⁾ Het waterbezwaar is afgerond op 1.000 m³



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

8.4.3 Verlaging grondwaterstand omgeving

Onder invloed van de bemaling wordt de grondwaterstand in de omgeving verlaagd. Uitgaande van de aangenomen planning is de verlaging berekend voor hoge en lage stijghoogte condities. In onderstaande tabel is de berekende afstand tot de 5 cm verlagingscontour en de verlaging direct buiten de bouwput gepresenteerd. Voor de contourlijnen van de verlaging in de maatgevende fase wordt verwezen naar bijlage H.

Tabel 30. Verlaging stijghoogte direct buiten bouwput en invloedsgebied spanningsbemaling tijdens GHS.

Fase	Maximale verlaging direct buiten put [m tov GHS]	Straal invloedsgebied (afstand tot 5 cm verlagingscontour) [m]
2	0,10	100
4	0,30	140

Tabel 31. Verlaging stijghoogte direct buiten bouwput en invloedsgebied spanningsbemaling tijdens GLS.

Fase	Maximale verlaging direct buiten put [m tov GLS]	Straal invloedsgebied (afstand tot 5 cm verlagingscontour) [m]
2	0,05	70
4	0,15	70

8.4.4 Verschil theorie praktijk

Bemalingsberekeningen gaan uit van een modellering waarbij de bodemopbouw relatief sterk wordt geschematiseerd. Hoewel de schematisatie op basis van de onderzoeksresultaten zo goed mogelijk is doorgevoerd kan de situatie in de praktijk afwijken van hetgeen op basis van het model is berekend.

Op basis van het beschikbare onderzoek en ervaring met omliggende bemalingsprojecten is een veilige aanname gedaan omtrent de geohydrologische eigenschappen van de ondergrond. De kans dat het onttrekkingsdebiet en invloedsgebied hoger respectievelijk groter is dan berekend wordt derhalve als klein geacht.

8.5 **Maaiveldzakking en invloed op bebouwing**

Bij de gekozen uitvoeringswijze wordt slechts in beperkte mate een stijghoogteverlaging buiten de bouwput bereikt. Als gevolg van de stijghoogteverlaging zal direct buiten de bouwput sprake zijn van een minimale maaiveldzakking. De zetting ter plaatse van de meest nabij gelegen bebouwing (Timmerfabriek) is verwaarloosbaar klein.

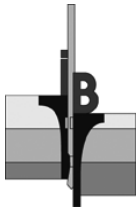
8.6 **Toetsing aan regelgeving**

8.6.1 Inleiding

Voor algemene informatie aangaande wet- en regelgeving die van belang is bij bemalingen wordt verwezen naar de "algemene richtlijnen bemaling" die onder bijlage K aan dit rapport zijn toegevoegd. In het navolgende wordt het berekende waterbezwaar getoetst aan de voor de projectlocatie geldende criteria.

8.6.2 Bevoegd gezag

Bevoegd gezag voor wat betreft het onttrekken van grondwater en het lozen op oppervlaktewater is het waterschap de Scheldestromen. Voor lozing op het riool is de gemeente het bevoegd gezag. Voor lozing op het Kanaal door Walcheren is Rijkswaterstaat het bevoegd gezag.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

8.6.3 Onttrekking grondwater

Conform de Keur van Waterschap Scheldestromen (2012) is het verboden zonder vergunning van het bestuur grondwater te onttrekken of te infiltreren. De locatie is niet in een kwetsbaar gebied of een gebied met zoetwatervoorkomens gelegen. In dit geval geldt vrijstelling van de vergunningplicht indien:

- [1] de te onttrekken hoeveelheid niet meer bedraagt dan 100 m³/uur
- [2] de te onttrekken hoeveelheid niet meer bedraagt dan 15.000 m³/maand,
- [3] de te onttrekken hoeveelheid niet meer bedraagt dan 30.000 m³/6 maanden
- [4] de onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden

Bij de huidige aannamen omtrent de uitvoeringswijze en duur wordt meer dan 30.000 m³/6 maanden onttrokken en duurt de bemaling langer dan 6 maanden waardoor de onttrekking vergunningplichting is. Daarnaast valt de kelder binnen beschermingszone B van een regionale waterkering.

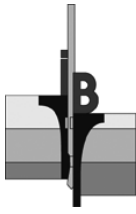
8.6.4 Lozing

Direct naast de locatie is het Kanaal door Walcheren gesitueerd. Indien op het kanaal wordt geloosd moet een verzoek tot maatwerkvoorschrift worden ingediend bij Rijkswaterstaat, tevens bestaande mogelijkheid dat een lozingsvergunning moet worden aangevraagd.

In het geval wordt geloosd op het riool moet een verzoek tot maatwerkvoorschrift worden aangevraagd bij de Gemeente Vlissingen.

8.7 **Richtlijnen en kwaliteitszorg bemaling**

Onder bijlage K zijn richtlijnen gegeven die betrekking hebben op de bemaling. Onder meer wordt ingegaan op het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen, op de relatie tussen de bemaling en de omgeving, op de wet- en regelgeving, op aspecten die van toepassing zijn op de bouwput, het werkterrein en de inrichting en uitvoering van de bemaling. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.



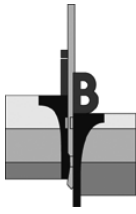
Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

9. RESTEREND ONDERZOEK

Gedurende de ontwikkeling van het project is de positie en omvang van de nieuwbouw gewijzigd. Daarnaast geven de resultaten van het huidige onderzoek en het ontwerp van de nieuwbouw aanleiding tot aanvullend onderzoek voor een aantal aspecten. Dit onderzoek dient te bestaan uit de volgende onderdelen:

- 7 aanvullende sonderingen tot 35 m – maaiveld in het kader van aanpassing van het oppervlak van de nieuwbouw.
- 1 sondering tot een diepte van 65 m – maaiveld in verband met het vastlopen van DKM-09 alsmede het bepalen van de onderzijde van de Boomse Klei.
- 1 machinale boring tot onderzijde Boomse Klei (ca. 55 m – maaiveld), inclusief het nemen van ongeroerde monsters.
- Samendrukkingsproeven ten behoeve van bepalen stijfheid en OCR Boomse Klei.
- Monitoring freatische grondwaterstand en stijghoogte eerste watervoerend pakket in de aanwezige peilbuis, bij voorkeur met een automatische datalogger.

Met het onderzoek kan een aanvullende berekening worden gemaakt voor het paal draagvermogen alsmede de zetting van de nieuwbouw. Met de monitoringsgegevens van de grondwaterstand en stijghoogte kan mogelijk de bouwput omsluiting en bemaling worden geoptimaliseerd.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-02
Project : Nieuwbouw woontoren aan de Koningsweg te Vlissingen

10. MONITORING

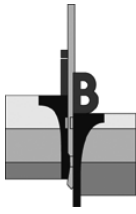
Bij een gedegen uitvoering van de realisatie van de kelder worden geen negatieve effecten verwacht voor omliggende bebouwing en infrastructuur. Desalniettemin wordt geadviseerd tijdens de uitvoering van de werkzaamheden de volgende onderdelen te monitoren:

- Gedurende de periode dat wordt bemalen moet dagelijks de debietstand worden gemonitord. Per dag moet het debiet, de datum en het tijdstip worden vastgelegd.
- Minimaal één week voorafgaand tot één week na afloop van de bemalingswerkzaamheden moet de grondwaterstand worden gemonitord. Dit kan door enkele peilbuizen te plaatsen rond de bouwput. Geadviseerd wordt de grondwaterstand en stijghoogte te monitoren met automatische dataloggers.
- De zetting van de Timmerfabriek moet gedurende de werkzaamheden worden gemeten middels deformatiebouten.
- Van de Timmerfabriek moet een fotografische opname worden gedaan.

De monitoring moet worden uitgevoerd op basis van een monitoringsplan. Dit monitoringsplan moet uiteraard voorafgaand aan de werkzaamheden worden opgesteld. In dit plan moeten minimaal de volgende onderdelen aan bod komen:

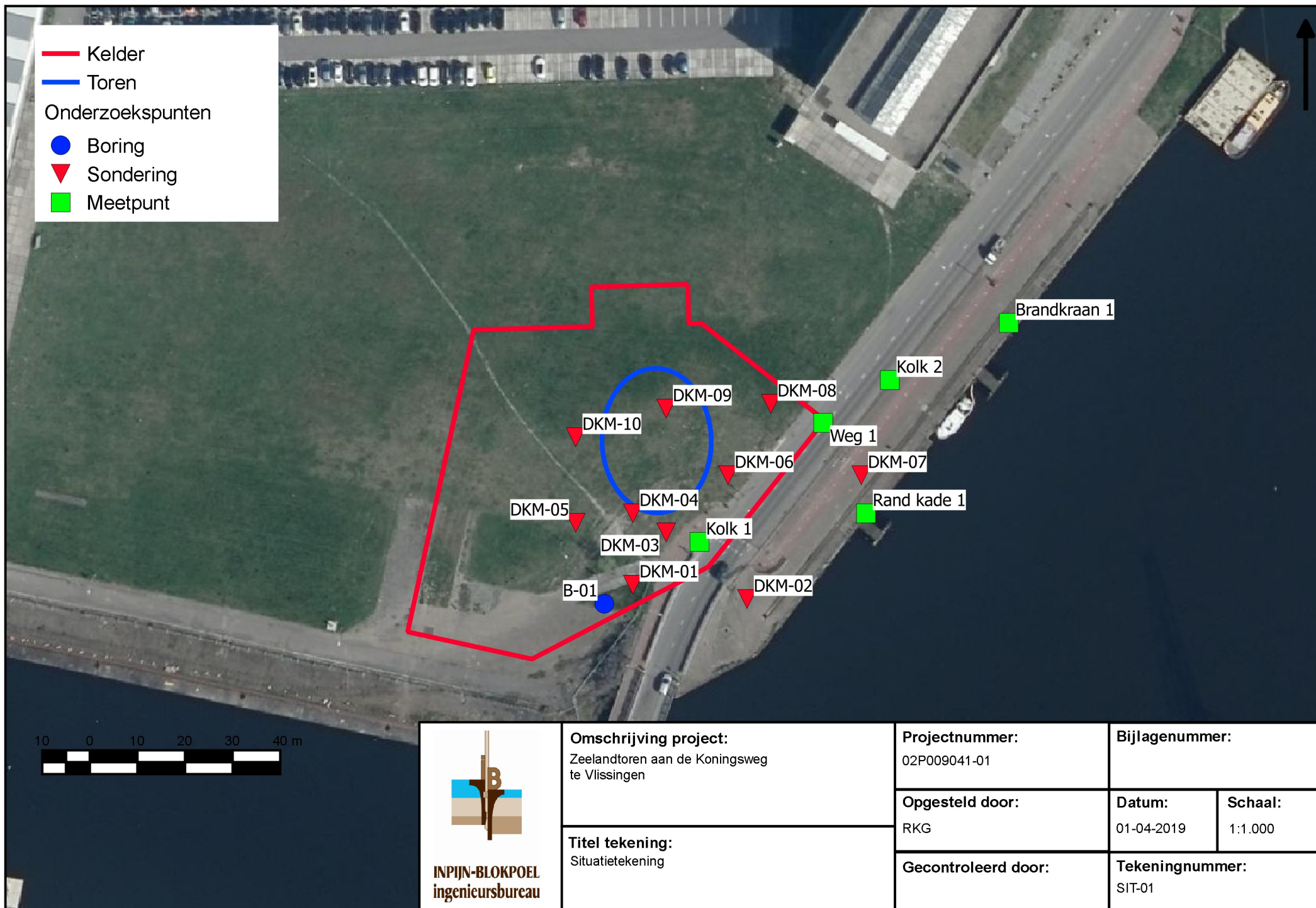
- Monitoringswijze
- Monitoringslocaties
- Meetnauwkeurigheid
- Meetfrequenties
- Attentie- en interventiewaarden
- Maatregelen- en terugvalsscenario's
- Presentatie resultaten
- Taakverdeling monitoringswerkzaamheden

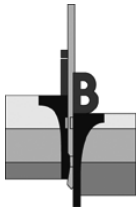
De monitoringswerkzaamheden kunnen desgewenst door ons bureau worden uitgevoerd.



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

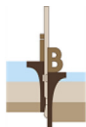
Bijlage A





Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage B

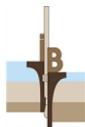
**Paalpuntniveau**

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 1. Paalpuntniveau

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m tov NAP]	Paalpuntniveau [m tov NAP]
DKM-03	3,45	-23,5 tot -26,5
DKM-04	3,51	-23,5 tot -26,5
DKM-05	3,56	-23,5 tot -26,5
DKM-06	3,27	-23,5 tot -26,5
DKM-08	3,31	-23,5 tot -26,5
DKM-10	3,52	-23,5 tot -26,5

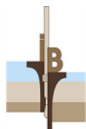
1) Niveau ten tijde van onderzoek



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Sonderingen voor opdracht: 02P009041		Fundexpaalgoutinjectie 0,460/0,560/0,560 m								
	DKM-01	DKM-02	DKM-03	DKM-04	DKM-05	DKM-06	DKM-07	DKM-08	DKM-09	DKM-10
-23,50			2966	2668	2783	2925		2981		2991
-24,00			2913	2650	2745	2827		2854		2998
-24,50			3038	2747	2874	2964		2969		3092
-25,00			3198	2890	2969	3122		3129		3242
-25,50			2993	2829	3019	3031		2972		3326
-26,00			3114	2938	3133	3060		3078		3378
-26,50			3178	3064	3254	3175		3186		3492

Sonderingen voor opdracht: 02P009041		Fundexpaalgoutinjectie 0,540/0,670/0,670 m								
diepte tov NAP	DKM-01	DKM-02	DKM-03	DKM-04	DKM-05	DKM-06	DKM-07	DKM-08	DKM-09	DKM-10
-23,50			3773	3414	3569	3661		3760		3945
-24,00			3878	3545	3691	3753		3780		3953
-24,50			4037	3660	3837	3938		3963		4131
-25,00			3752	3546	3926	3807		3777		4320
-25,50			3890	3677	3913	3858		3879		4332
-26,00			4060	3884	4130	4051		4054		4463
-26,50			4277	4118	4335	4280		4277		4687



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjection**

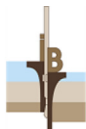
Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,18$; $\xi_4 = 0,94$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-03	3,45	-23,50	2966	15,0	3695	505
		-24,00	2913	14,2	3501	624
		-24,50	3038	14,4	3559	743
		-25,00	3198	14,9	3666	862
		-25,50	2993	13,2	3258	980
		-26,00	3114	13,4	3310	1099
DKM-04	3,51	-26,50	3178	13,3	3283	1218
		-23,50	2668	13,2	3247	531
		-24,00	2650	12,6	3103	649
		-24,50	2747	12,7	3121	768
		-25,00	2890	13,0	3205	887
		-25,50	2829	12,2	3000	1006
DKM-05	3,56	-26,00	2938	12,3	3036	1124
		-26,50	3064	12,6	3095	1243
		-23,50	2783	13,8	3399	542
		-24,00	2745	13,1	3226	660
		-24,50	2874	13,4	3291	779
		-25,00	2969	13,4	3306	898
DKM-06	3,27	-25,50	3019	13,2	3258	1017
		-26,00	3133	13,4	3301	1135
		-26,50	3254	13,6	3354	1254
		-23,50	2925	14,6	3584	558
		-24,00	2827	13,5	3326	676
		-24,50	2964	13,8	3402	795
DKM-08	3,31	-25,00	3122	14,2	3507	914
		-25,50	3031	13,2	3260	1033
		-26,00	3060	12,9	3181	1151
		-26,50	3175	13,1	3225	1270
		-23,50	2981	15,0	3695	526
		-24,00	2854	13,8	3396	645
		-24,50	2969	14,0	3441	764
		-25,00	3129	14,4	3548	883
		-25,50	2972	13,0	3208	1001
		-26,00	3078	13,1	3239	1120
		-26,50	3186	13,3	3272	1239

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b;max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[par. 7.6.2.3]

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering****Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**Paaltype : **Fundexpaal groutinjection**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,18 ; \xi_4 = 0,94$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

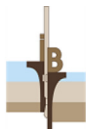
Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-10	3,52	-23,50	2991	15,0	3695	540
		-24,00	2998	14,6	3587	659
		-24,50	3092	14,6	3601	778
		-25,00	3242	15,0	3695	896
		-25,50	3326	15,0	3695	1015
		-26,00	3378	14,8	3650	1134
		-26,50	3492	15,0	3692	1253

Paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-03	3,45	-23,50	3773	13,4	4739	605
		-24,00	3878	13,5	4744	747
		-24,50	4037	13,7	4828	889
		-25,00	3752	12,1	4282	1031
		-25,50	3890	12,3	4335	1173
		-26,00	4060	12,6	4434	1315
		-26,50	4277	13,0	4600	1457
DKM-04	3,51	-23,50	3414	11,9	4199	635
		-24,00	3545	12,0	4242	777
		-24,50	3660	12,1	4264	919
		-25,00	3546	11,2	3959	1061
		-25,50	3677	11,4	4003	1203
		-26,00	3884	11,8	4154	1345
		-26,50	4118	12,3	4343	1487
DKM-05	3,56	-23,50	3569	12,5	4405	648
		-24,00	3691	12,6	4436	790
		-24,50	3837	12,8	4501	932
		-25,00	3926	12,7	4485	1074
		-25,50	3913	12,3	4324	1216
		-26,00	4130	12,7	4490	1358
		-26,50	4335	13,2	4638	1500

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b;max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[par. 7.6.2.3]

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering****Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**Paaltype : **Fundexpaal groutinjection**

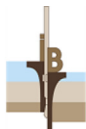
Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,18$; $\xi_4 = 0,94$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-06	3,27	-23,50	3661	12,8	4516	667
		-24,00	3753	12,8	4504	809
		-24,50	3938	13,1	4625	951
		-25,00	3807	12,2	4298	1093
		-25,50	3858	12,0	4228	1236
		-26,00	4051	12,4	4359	1378
DKM-08	3,31	-26,50	4280	12,9	4540	1520
		-23,50	3760	13,3	4694	629
		-24,00	3780	13,0	4581	772
		-24,50	3963	13,3	4698	914
		-25,00	3777	12,2	4292	1056
		-25,50	3879	12,2	4294	1198
DKM-10	3,52	-26,00	4054	12,5	4400	1340
		-26,50	4277	13,0	4575	1482
		-23,50	3945	14,0	4939	646
		-24,00	3953	13,6	4810	788
		-24,50	4131	14,0	4920	930
		-25,00	4320	14,3	5044	1072
		-25,50	4332	14,0	4920	1214
		-26,00	4463	14,1	4963	1357
		-26,50	4687	14,6	5138	1499

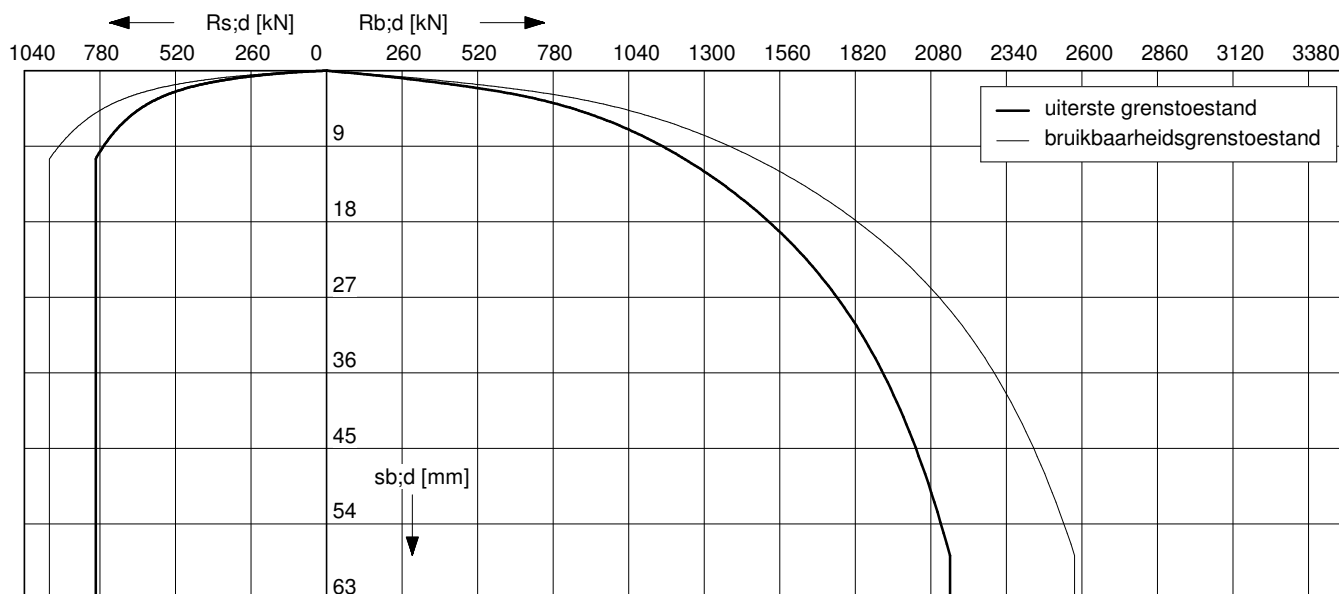
Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;l;gem} + q_{c;ll;gem}] + q_{c;lll;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b;max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[par. 7.6.2.3]

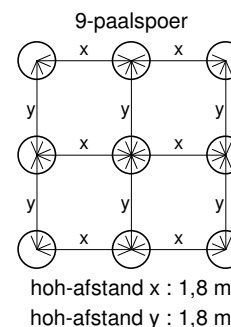
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paaltype : Fundexpaal groutinjectie
Sonderingen: DKM-04
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM-04

Paalafmeting : 0,460/0,560/0,560 m
Paalpuntniveau : -26,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

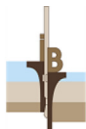
$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
2938	56,4	16,4	72,8	38,9	111,7	93
2644	31,6	14,7	46,3	35,0	81,4	101
2350	19,1	13,0	32,1	31,1	63,2	108
2056	11,0	11,4	22,4	27,2	49,6	114
1763	6,9	9,7	16,6	23,4	39,9	120
1469	4,3	8,1	12,4	19,5	31,9	124
1175	2,7	6,4	9,2	15,6	24,7	128
881	1,7	4,8	6,5	11,7	18,2	132
588	0,9	3,2	4,1	7,8	11,9	137
294	0,4	1,6	2,0	3,9	5,9	140

Paalconfiguratie**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ [kN/mm]
2260	8,4	10,3	18,7	29,9	48,7	121
2034	6,2	9,3	15,5	26,9	42,5	131
1808	4,6	8,2	12,9	23,9	36,8	140
1582	3,4	7,2	10,6	21,0	31,6	149
1356	2,5	6,2	8,7	18,0	26,7	156
1130	1,9	5,1	7,0	15,0	22,0	162
904	1,3	4,1	5,4	12,0	17,4	167
678	0,9	3,1	3,9	9,0	12,9	172
452	0,5	2,0	2,5	6,0	8,5	178
226	0,2	1,0	1,2	3,0	4,2	182

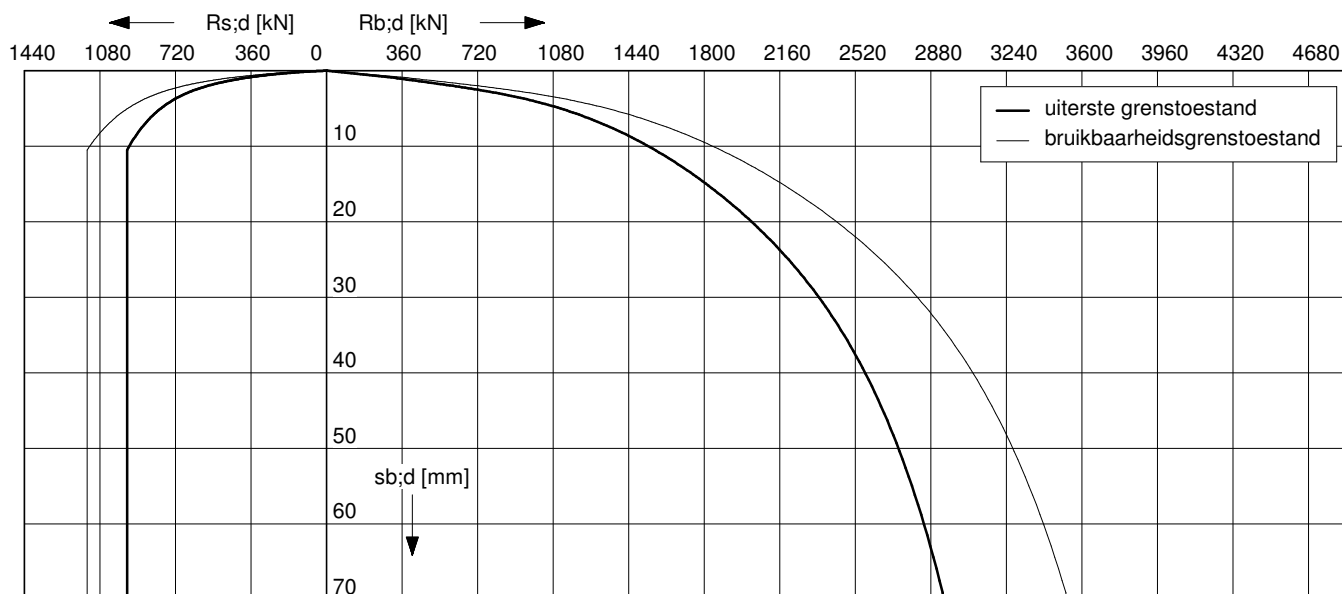
Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking bovineinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v;rep} \text{ enkele paal} = F_{c;rep} / s_1$	
	:	$k_{v;rep} \text{ paalgroep} = F_{c;rep} / s$	

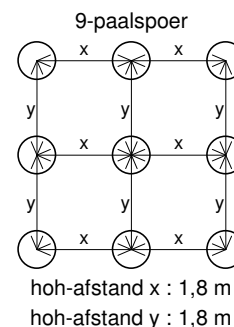
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paaltype : Fundexpaal groutinjectie
Sonderingen: DKM-04
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM-04

Paalafmeting : 0,540/0,670/0,670 m
Paalpuntniveau : -26,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

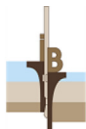
$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
3884	67,4	15,2	82,6	53,3	135,9	117
3495	38,6	13,6	52,2	48,0	100,2	129
3107	23,2	12,1	35,3	42,6	78,0	139
2719	14,0	10,5	24,6	37,3	61,9	150
2330	8,4	9,0	17,4	32,0	49,4	158
1942	5,1	7,5	12,6	26,6	39,3	166
1553	3,2	6,0	9,2	21,3	30,5	172
1165	2,0	4,4	6,4	16,0	22,4	179
777	1,1	3,0	4,0	10,7	14,7	185
388	0,4	1,5	1,9	5,3	7,2	193

Paalconfiguratie**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ [kN/mm]
2987	10,1	9,6	19,7	41,0	60,7	152
2689	7,5	8,6	16,1	36,9	53,0	167
2390	5,5	7,6	13,2	32,8	46,0	181
2091	4,1	6,7	10,7	28,7	39,4	195
1792	3,0	5,7	8,7	24,6	33,3	205
1494	2,2	4,7	6,9	20,5	27,4	215
1195	1,6	3,8	5,3	16,4	21,7	224
896	1,0	2,8	3,8	12,3	16,1	233
597	0,6	1,9	2,5	8,2	10,7	240
299	0,3	0,9	1,2	4,1	5,3	251

Toelichting

Paalbelasting	: F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	: $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	: $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	: $s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	: $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	: $k_{v;rep} \text{ enkele paal} = F_{c;rep} / s_1$	
	: $k_{v;rep} \text{ paalgroep} = F_{c;rep} / s$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,18$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m;var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$
Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving			
Paalsysteem trillingsvrij			

paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

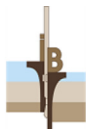
oppervlak

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-03	3,45	-23,50	197	63
		-24,00	237	64
		-24,50	276	66
		-25,00	313	67
		-25,50	348	69
		-26,00	382	70
		-26,50	414	71
DKM-04	3,51	-23,50	207	63
		-24,00	247	64
		-24,50	285	66
		-25,00	322	67
		-25,50	357	69
		-26,00	391	70
		-26,50	423	71
DKM-05	3,56	-23,50	206	63
		-24,00	246	64
		-24,50	284	66
		-25,00	321	67
		-25,50	356	69
		-26,00	390	70
		-26,50	422	71
DKM-06	3,27	-23,50	210	63
		-24,00	249	64
		-24,50	287	66
		-25,00	323	67
		-25,50	357	69
		-26,00	390	70
		-26,50	422	71

Paalconfiguratie
Oppervlakte = 3,24 m²

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \alpha_t \cdot q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} \cdot \gamma_{m;var;q;c} \cdot \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} \cdot \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,18$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m;var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$
Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving			
Paalsysteem trillingsvrij			

paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

oppervlak

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-08	3,31	-23,50	199	63
		-24,00	239	64
		-24,50	277	66
		-25,00	314	67
		-25,50	350	69
		-26,00	383	70
		-26,50	416	71
DKM-10	3,52	-23,50	205	63
		-24,00	246	64
		-24,50	284	66
		-25,00	321	67
		-25,50	356	69
		-26,00	390	70
		-26,50	423	71

paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

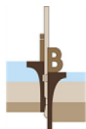
oppervlak

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-03	3,45	-23,50	231	90
		-24,00	277	92
		-24,50	320	94
		-25,00	362	96
		-25,50	401	98
		-26,00	437	100
		-26,50	472	102
DKM-04	3,51	-23,50	243	90
		-24,00	288	92
		-24,50	331	94
		-25,00	372	96
		-25,50	411	98
		-26,00	447	100
		-26,50	482	102

Paalconfiguratie
Oppervlakte = 3,24 m²

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} * \gamma_{m;var;q;c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,18$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m,var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$
Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving			
Paalsysteem trillingsvrij			

paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

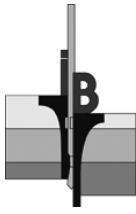
oppervlak

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-05	3,56	-23,50	241	90
		-24,00	287	92
		-24,50	330	94
		-25,00	371	96
		-25,50	409	98
		-26,00	446	100
		-26,50	481	102
DKM-06	3,27	-23,50	246	90
		-24,00	290	92
		-24,50	332	94
		-25,00	372	96
		-25,50	410	98
		-26,00	445	100
		-26,50	479	102
DKM-08	3,31	-23,50	233	90
		-24,00	279	92
		-24,50	322	94
		-25,00	364	96
		-25,50	402	98
		-26,00	439	100
		-26,50	474	102
DKM-10	3,52	-23,50	241	90
		-24,00	287	92
		-24,50	330	94
		-25,00	371	96
		-25,50	410	98
		-26,00	448	100
		-26,50	483	102

Paalconfiguratie
Oppervlakte = 3,24 m²

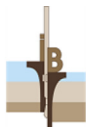
Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k}/\gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a}/(\gamma_{s;t} * \gamma_{m,var;q;c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal}/\gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage C

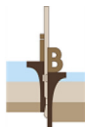
**Paalpuntniveau**

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 1. Paalpuntniveau

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m tov NAP]	Paalpuntniveau [m tov NAP]
DKM-03	3,45	-23,5 tot -26,5
DKM-04	3,51	-23,5 tot -26,5
DKM-05	3,56	-23,5 tot -26,5
DKM-06	3,27	-23,5 tot -26,5
DKM-08	3,31	-23,5 tot -26,5
DKM-10	3,52	-23,5 tot -26,5

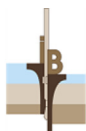
1) Niveau ten tijde van onderzoek



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Sonderingen voor opdracht: 02P009041		Fundexpaal groutinjectie 0,460/0,560/0,560 m								
	DKM-01	DKM-02	DKM-03	DKM-04	DKM-05	DKM-06	DKM-07	DKM-08	DKM-09	DKM-10
-23,50			2692	2422	2526	2655		2706		2714
-24,00			2644	2405	2491	2566		2591		2722
-24,50			2757	2493	2609	2690		2695		2806
-25,00			2902	2623	2695	2834		2840		2943
-25,50			2717	2568	2740	2752		2698		3019
-26,00			2827	2667	2844	2777		2794		3066
-26,50			2885	2781	2954	2882		2892		3170

Sonderingen voor opdracht: 02P009041		Fundexpaal groutinjectie 0,540/0,670/0,670 m								
diepte tov NAP	DKM-01	DKM-02	DKM-03	DKM-04	DKM-05	DKM-06	DKM-07	DKM-08	DKM-09	DKM-10
-23,50			3425	3099	3239	3323		3413		3581
-24,00			3520	3217	3350	3406		3431		3589
-24,50			3665	3322	3483	3575		3597		3750
-25,00			3406	3218	3563	3456		3428		3921
-25,50			3531	3337	3552	3502		3521		3932
-26,00			3685	3525	3749	3677		3680		4051
-26,50			3883	3737	3935	3885		3883		4254



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjection**

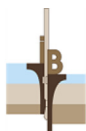
Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,30$; $\xi_4 = 1,30$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-03	3,45	-23,50	2692	15,0	3695	505
		-24,00	2644	14,2	3501	624
		-24,50	2757	14,4	3559	743
		-25,00	2902	14,9	3666	862
		-25,50	2717	13,2	3258	980
		-26,00	2827	13,4	3310	1099
DKM-04	3,51	-26,50	2885	13,3	3283	1218
		-23,50	2422	13,2	3247	531
		-24,00	2405	12,6	3103	649
		-24,50	2493	12,7	3121	768
		-25,00	2623	13,0	3205	887
		-25,50	2568	12,2	3000	1006
DKM-05	3,56	-26,00	2667	12,3	3036	1124
		-26,50	2781	12,6	3095	1243
		-23,50	2526	13,8	3399	542
		-24,00	2491	13,1	3226	660
		-24,50	2609	13,4	3291	779
		-25,00	2695	13,4	3306	898
DKM-06	3,27	-25,50	2740	13,2	3258	1017
		-26,00	2844	13,4	3301	1135
		-26,50	2954	13,6	3354	1254
		-23,50	2655	14,6	3584	558
		-24,00	2566	13,5	3326	676
		-24,50	2690	13,8	3402	795
DKM-08	3,31	-25,00	2834	14,2	3507	914
		-25,50	2752	13,2	3260	1033
		-26,00	2777	12,9	3181	1151
		-26,50	2882	13,1	3225	1270
		-23,50	2706	15,0	3695	526
		-24,00	2591	13,8	3396	645
		-24,50	2695	14,0	3441	764
		-25,00	2840	14,4	3548	883
		-25,50	2698	13,0	3208	1001
		-26,00	2794	13,1	3239	1120
		-26,50	2892	13,3	3272	1239

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b;max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[par. 7.6.2.3]

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering****Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**Paaltype : **Fundexpaal groutinjection**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,30$; $\xi_4 = 1,30$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

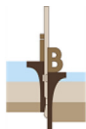
Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-10	3,52	-23,50	2714	15,0	3695	540
		-24,00	2722	14,6	3587	659
		-24,50	2806	14,6	3601	778
		-25,00	2943	15,0	3695	896
		-25,50	3019	15,0	3695	1015
		-26,00	3066	14,8	3650	1134
		-26,50	3170	15,0	3692	1253

Paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-03	3,45	-23,50	3425	13,4	4739	605
		-24,00	3520	13,5	4744	747
		-24,50	3665	13,7	4828	889
		-25,00	3406	12,1	4282	1031
		-25,50	3531	12,3	4335	1173
		-26,00	3685	12,6	4434	1315
		-26,50	3883	13,0	4600	1457
DKM-04	3,51	-23,50	3099	11,9	4199	635
		-24,00	3217	12,0	4242	777
		-24,50	3322	12,1	4264	919
		-25,00	3218	11,2	3959	1061
		-25,50	3337	11,4	4003	1203
		-26,00	3525	11,8	4154	1345
		-26,50	3737	12,3	4343	1487
DKM-05	3,56	-23,50	3239	12,5	4405	648
		-24,00	3350	12,6	4436	790
		-24,50	3483	12,8	4501	932
		-25,00	3563	12,7	4485	1074
		-25,50	3552	12,3	4324	1216
		-26,00	3749	12,7	4490	1358
		-26,50	3935	13,2	4638	1500

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b;max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[par. 7.6.2.3]

**Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering****Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**Paaltype : **Fundexpaal groutinjection**

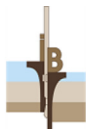
Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,30$; $\xi_4 = 1,30$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

Paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b;max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-06	3,27	-23,50	3323	12,8	4516	667
		-24,00	3406	12,8	4504	809
		-24,50	3575	13,1	4625	951
		-25,00	3456	12,2	4298	1093
		-25,50	3502	12,0	4228	1236
		-26,00	3677	12,4	4359	1378
DKM-08	3,31	-26,50	3885	12,9	4540	1520
		-23,50	3413	13,3	4694	629
		-24,00	3431	13,0	4581	772
		-24,50	3597	13,3	4698	914
		-25,00	3428	12,2	4292	1056
		-25,50	3521	12,2	4294	1198
DKM-10	3,52	-26,00	3680	12,5	4400	1340
		-26,50	3883	13,0	4575	1482
		-23,50	3581	14,0	4939	646
		-24,00	3589	13,6	4810	788
		-24,50	3750	14,0	4920	930
		-25,00	3921	14,3	5044	1072
		-25,50	3932	14,0	4920	1214
		-26,00	4051	14,1	4963	1357
		-26,50	4254	14,6	5138	1499

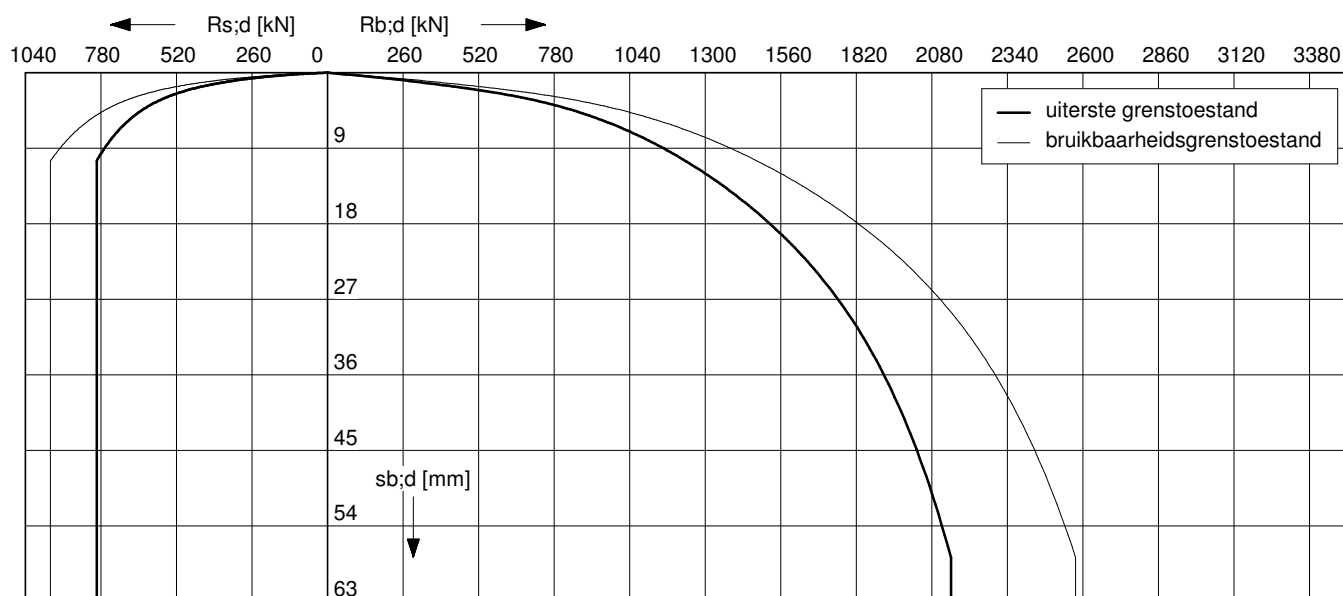
Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b;max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;l;gem} + q_{c;ll;gem}] + q_{c;lll;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b;max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[par. 7.6.2.3]

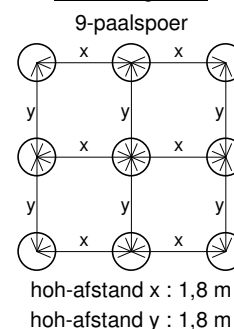
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paaltype : Fundexpaal groutinjectie
Sonderingen: DKM-04
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM-04

Paalafmeting : 0,460/0,560/0,560 m
Paalpuntniveau : -26,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

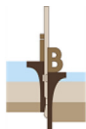
$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
2938	56,4	16,4	72,8	38,9	111,7	93
2644	31,6	14,7	46,3	35,0	81,4	101
2350	19,1	13,0	32,1	31,1	63,2	108
2056	11,0	11,4	22,4	27,2	49,6	114
1763	6,9	9,7	16,6	23,4	39,9	120
1469	4,3	8,1	12,4	19,5	31,9	124
1175	2,7	6,4	9,2	15,6	24,7	128
881	1,7	4,8	6,5	11,7	18,2	132
588	0,9	3,2	4,1	7,8	11,9	137
294	0,4	1,6	2,0	3,9	5,9	140

Paalconfiguratie**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ [kN/mm]
2260	8,4	10,3	18,7	29,9	48,7	121
2034	6,2	9,3	15,5	26,9	42,5	131
1808	4,6	8,2	12,9	23,9	36,8	140
1582	3,4	7,2	10,6	21,0	31,6	149
1356	2,5	6,2	8,7	18,0	26,7	156
1130	1,9	5,1	7,0	15,0	22,0	162
904	1,3	4,1	5,4	12,0	17,4	167
678	0,9	3,1	3,9	9,0	12,9	172
452	0,5	2,0	2,5	6,0	8,5	178
226	0,2	1,0	1,2	3,0	4,2	182

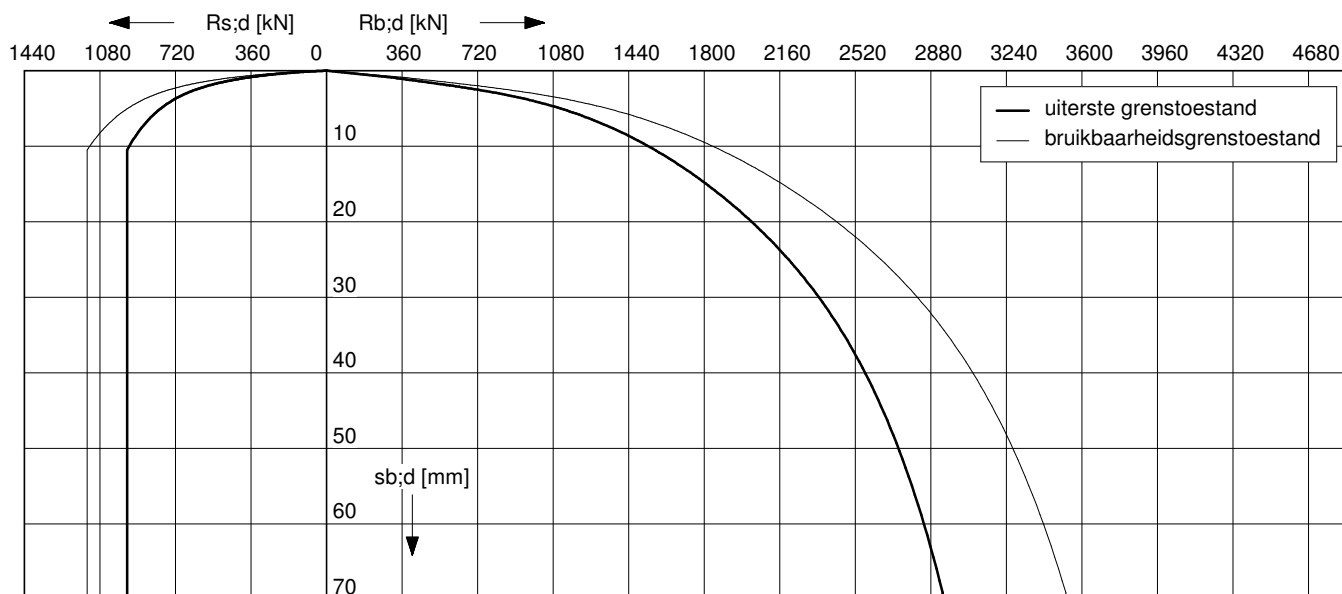
Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v;rep} \text{ enkele paal} = F_{c;rep} / s_1$	
	:	$k_{v;rep} \text{ paalgroep} = F_{c;rep} / s$	

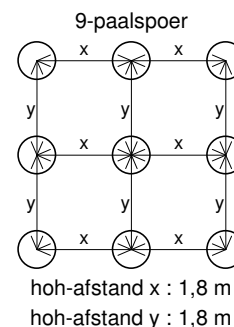
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paaltype : Fundexpaal groutinjectie
Sonderingen: DKM-04
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM-04

Paalafmeting : 0,540/0,670/0,670 m
Paalpuntniveau : -26,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

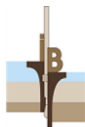
$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
3884	67,4	15,2	82,6	53,3	135,9	117
3495	38,6	13,6	52,2	48,0	100,2	129
3107	23,2	12,1	35,3	42,6	78,0	139
2719	14,0	10,5	24,6	37,3	61,9	150
2330	8,4	9,0	17,4	32,0	49,4	158
1942	5,1	7,5	12,6	26,6	39,3	166
1553	3,2	6,0	9,2	21,3	30,5	172
1165	2,0	4,4	6,4	16,0	22,4	179
777	1,1	3,0	4,0	10,7	14,7	185
388	0,4	1,5	1,9	5,3	7,2	193

Paalconfiguratie**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ [kN/mm]
2987	10,1	9,6	19,7	41,0	60,7	152
2689	7,5	8,6	16,1	36,9	53,0	167
2390	5,5	7,6	13,2	32,8	46,0	181
2091	4,1	6,7	10,7	28,7	39,4	195
1792	3,0	5,7	8,7	24,6	33,3	205
1494	2,2	4,7	6,9	20,5	27,4	215
1195	1,6	3,8	5,3	16,4	21,7	224
896	1,0	2,8	3,8	12,3	16,1	233
597	0,6	1,9	2,5	8,2	10,7	240
299	0,3	0,9	1,2	4,1	5,3	251

Toelichting

Paalbelasting	: F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	: $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	: $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	: $s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	: $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	: $k_{v;rep} \text{ enkele paal} = F_{c;rep} / s_1$	
	: $k_{v;rep} \text{ paalgroep} = F_{c;rep} / s$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,3$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m,var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving

Paalsysteem trillingsvrij

paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

oppervlak

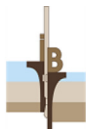
Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-03	3,45	-23,50	180	63
		-24,00	217	64
		-24,50	253	66
		-25,00	287	67
		-25,50	320	69
		-26,00	352	70
		-26,50	383	71
DKM-04	3,51	-23,50	189	63
		-24,00	226	64
		-24,50	262	66
		-25,00	296	67
		-25,50	329	69
		-26,00	360	70
		-26,50	391	71
DKM-05	3,56	-23,50	188	63
		-24,00	225	64
		-24,50	261	66
		-25,00	295	67
		-25,50	328	69
		-26,00	360	70
		-26,50	390	71
DKM-06	3,27	-23,50	192	63
		-24,00	228	64
		-24,50	263	66
		-25,00	296	67
		-25,50	329	69
		-26,00	359	70
		-26,50	389	71

Paalconfiguratie

Oppervlakte = 3,24 m²

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \alpha_t \cdot q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} \cdot \gamma_{m,var;q;c} \cdot \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} \cdot \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,3$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m,var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$
Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving			
Paalsysteem trillingsvrij			

paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

oppervlak

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-08	3,31	-23,50	182	63
		-24,00	219	64
		-24,50	255	66
		-25,00	289	67
		-25,50	322	69
		-26,00	354	70
		-26,50	385	71
DKM-10	3,52	-23,50	188	63
		-24,00	225	64
		-24,50	261	66
		-25,00	295	67
		-25,50	328	69
		-26,00	360	70
		-26,50	391	71

paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

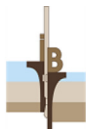
oppervlak

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-03	3,45	-23,50	212	90
		-24,00	254	92
		-24,50	295	94
		-25,00	333	96
		-25,50	370	98
		-26,00	405	100
		-26,50	438	102
DKM-04	3,51	-23,50	222	90
		-24,00	265	92
		-24,50	305	94
		-25,00	343	96
		-25,50	380	98
		-26,00	414	100
		-26,50	448	102

Paalconfiguratie
Oppervlakte = 3,24 m²

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \alpha_t \cdot q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} \cdot \gamma_{m,var;q;c} \cdot \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} \cdot \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,3$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m,var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$
Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving			
Paalsysteem trillingsvrij			

paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

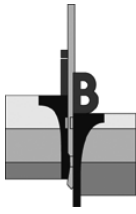
oppervlak

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-05	3,56	-23,50	221	90
		-24,00	263	92
		-24,50	304	94
		-25,00	342	96
		-25,50	379	98
		-26,00	414	100
		-26,50	447	102
DKM-06	3,27	-23,50	225	90
		-24,00	266	92
		-24,50	306	94
		-25,00	343	96
		-25,50	378	98
		-26,00	412	100
		-26,50	444	102
DKM-08	3,31	-23,50	214	90
		-24,00	256	92
		-24,50	297	94
		-25,00	335	96
		-25,50	372	98
		-26,00	407	100
		-26,50	441	102
DKM-10	3,52	-23,50	221	90
		-24,00	263	92
		-24,50	304	94
		-25,00	342	96
		-25,50	379	98
		-26,00	414	100
		-26,50	448	102

Paalconfiguratie
Oppervlakte = 3,24 m²

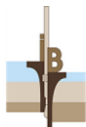
Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k}/\gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a}/(\gamma_{s;t} * \gamma_{m,var;q;c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal}/\gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage D

**Paalpuntniveau**

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 1. Paalpuntniveau

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m tov NAP]	Paalpuntniveau [m tov NAP]
DKM-01	3,41	-23,0 tot -24,5
DKM-02	3,27	-23,0 tot -24,5
DKM-03	3,45	-23,0 tot -24,5
DKM-04	3,51	-23,0 tot -24,5
DKM-05	3,56	-23,0 tot -24,5
DKM-06	3,27	-23,0 tot -24,5
DKM-07	3,31	-23,0 tot -24,5
DKM-08	3,31	-23,0 tot -24,5
DKM-10	3,52	-23,0 tot -24,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarden)

diepte tov NAP

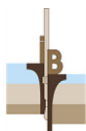
Sonderingen voor opdracht: 02P009041				Fundexpaal groutinjectie 0,380/0,450/0,450 m						
	DKM-01	DKM-02	DKM-03	DKM-04	DKM-05	DKM-06	DKM-07	DKM-08	DKM-09	DKM-10
-23,00	1728	1723	1724	1735	1739	1748	1390	1731		1739
-23,50	1789	1785	1786	1796	1800	1809	1771	1792		1800
-24,00	1693	1673	1847	1800	1862	1870	1832	1854		1861
-24,50	1651	1725	1908	1793	1877	1931	1893	1915		1922

diepte tov NAP

Sonderingen voor opdracht: 02P009041				Fundexpaal groutinjectie 0,460/0,560/0,560 m						
	DKM-01	DKM-02	DKM-03	DKM-04	DKM-05	DKM-06	DKM-07	DKM-08	DKM-09	DKM-10
-23,00	2471	2550	2611	2575	2630	2641	2079	2620		2629
-23,50	2354	2392	2687	2448	2563	2686	2669	2696		2705
-24,00	2252	2308	2672	2430	2525	2593	2656	2628		2755
-24,50	2357	2429	2786	2517	2643	2717	2672	2732		2840

diepte tov NAP

Sonderingen voor opdracht: 02P009041				Fundexpaal groutinjectie 0,540/0,670/0,670 m						
	DKM-01	DKM-02	DKM-03	DKM-04	DKM-05	DKM-06	DKM-07	DKM-08	DKM-09	DKM-10
-23,00	3177	3206	3559	3245	3338	3442	2918	3586		3703
-23,50	2975	2981	3464	3134	3288	3362	3486	3467		3629
-24,00	3067	3106	3558	3252	3398	3444	3405	3483		3635
-24,50	3174	3162	3704	3357	3531	3613	3572	3649		3797



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paalttype : **Fundexpaal groutinjection**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,30$; $\xi_4 = 1,30$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

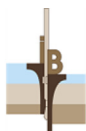
Paalafmeting : **0,380/0,450/0,450 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c,dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}^*$ [kN]
DKM-01	3,41	-23,00	1728	15,0	2386	324	1737	9
		-23,50	1789	15,0	2386	419	1798	9
		-24,00	1693	13,5	2140	515	1702	9
		-24,50	1651	12,4	1980	610	1660	9
DKM-02	3,27	-23,00	1723	15,0	2386	320	1734	11
		-23,50	1785	15,0	2386	415	1795	11
		-24,00	1673	13,3	2115	511	1683	11
		-24,50	1725	13,2	2102	606	1736	11
DKM-03	3,45	-23,00	1724	15,0	2386	311	1729	4
		-23,50	1786	15,0	2386	407	1790	4
		-24,00	1847	15,0	2386	502	1851	4
		-24,50	1908	15,0	2386	597	1912	4
DKM-04	3,51	-23,00	1735	15,0	2386	332	1742	7
		-23,50	1796	15,0	2386	427	1803	7
		-24,00	1800	14,4	2297	522	1807	7
		-24,50	1793	13,8	2190	618	1800	7
DKM-05	3,56	-23,00	1739	15,0	2386	341	1748	8
		-23,50	1800	15,0	2386	436	1809	8
		-24,00	1862	15,0	2386	532	1870	8
		-24,50	1877	14,6	2315	627	1886	8
DKM-06	3,27	-23,00	1748	15,0	2386	354	1756	8
		-23,50	1809	15,0	2386	449	1817	8
		-24,00	1870	15,0	2386	544	1878	8
		-24,50	1931	15,0	2386	640	1939	8
DKM-07	3,31	-23,00	1390	11,9	1887	289	1395	5
		-23,50	1771	15,0	2386	384	1776	5
		-24,00	1832	15,0	2386	480	1837	5
		-24,50	1893	15,0	2386	575	1898	5
DKM-08	3,31	-23,00	1731	15,0	2386	328	1739	8
		-23,50	1792	15,0	2386	423	1801	8
		-24,00	1854	15,0	2386	519	1862	8
		-24,50	1915	15,0	2386	614	1923	8
DKM-10	3,52	-23,00	1739	15,0	2386	339	1747	8
		-23,50	1800	15,0	2386	434	1808	8
		-24,00	1861	15,0	2386	530	1869	8
		-24,50	1922	15,0	2386	625	1930	8

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot (0,5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b,cal} = A_b \cdot q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s,cal} = O_p \cdot \Delta L \cdot \alpha_s \cdot q_{c,z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c,d} = (R_{b,cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s,cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk,d} = F_{nk} \cdot \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c,dnetto} = R_{c,d} - F_{nk,d}$	[par. 7.6.2.3]



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering **Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paalttype : **Fundexpaal groutinjection**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,30$; $\xi_4 = 1,30$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

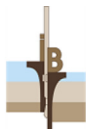
Paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c,dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}^*$ [kN]
DKM-01	3,41	-23,00	2471	14,1	3469	403	2482	11
		-23,50	2354	12,9	3168	522	2365	11
		-24,00	2252	11,7	2890	641	2263	11
		-24,50	2357	11,9	2934	759	2368	11
DKM-02	3,27	-23,00	2550	14,6	3601	398	2564	13
		-23,50	2392	13,1	3235	517	2405	13
		-24,00	2308	12,1	2986	636	2321	13
		-24,50	2429	12,4	3055	754	2442	13
DKM-03	3,45	-23,00	2611	15,0	3695	387	2616	5
		-23,50	2687	15,0	3695	506	2693	5
		-24,00	2672	14,4	3552	625	2677	5
		-24,50	2786	14,7	3610	743	2791	5
DKM-04	3,51	-23,00	2575	14,7	3618	413	2584	9
		-23,50	2448	13,4	3301	531	2457	9
		-24,00	2430	12,8	3153	650	2438	9
		-24,50	2517	12,9	3172	769	2526	9
DKM-05	3,56	-23,00	2630	15,0	3695	424	2640	10
		-23,50	2563	14,1	3472	543	2573	10
		-24,00	2525	13,4	3293	661	2535	10
		-24,50	2643	13,6	3359	780	2653	10
DKM-06	3,27	-23,00	2641	15,0	3695	440	2650	10
		-23,50	2686	14,8	3647	559	2696	10
		-24,00	2593	13,7	3382	677	2603	10
		-24,50	2717	14,0	3458	796	2727	10
DKM-07	3,31	-23,00	2079	11,7	2893	359	2085	6
		-23,50	2669	15,0	3695	478	2675	6
		-24,00	2656	14,4	3556	597	2662	6
		-24,50	2672	14,1	3462	716	2678	6
DKM-08	3,31	-23,00	2620	15,0	3695	408	2630	10
		-23,50	2696	15,0	3695	527	2706	10
		-24,00	2628	14,1	3469	646	2638	10
		-24,50	2732	14,3	3513	765	2742	10
DKM-10	3,52	-23,00	2629	15,0	3695	422	2639	9
		-23,50	2705	15,0	3695	541	2715	9
		-24,00	2755	14,8	3653	659	2765	9
		-24,50	2840	14,9	3666	778	2849	9

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b,cal} = A_b * q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s,cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c,d} = (R_{b,cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s,cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk,d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c,dnetto} = R_{c,d} - F_{nk,d}$	[par. 7.6.2.3]



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paalttype : **Fundexpaal groutinjection**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 3$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,30$; $\xi_4 = 1,30$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

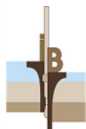
Paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c,dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}^*$ [kN]
DKM-01	3,41	-23,00	3177	12,7	4495	482	3190	13
		-23,50	2975	11,5	4037	624	2988	13
		-24,00	3067	11,5	4039	766	3080	13
		-24,50	3174	11,5	4063	908	3187	13
DKM-02	3,27	-23,00	3206	12,9	4550	476	3222	15
		-23,50	2981	11,5	4056	618	2997	15
		-24,00	3106	11,7	4109	760	3121	15
		-24,50	3162	11,5	4054	902	3177	15
DKM-03	3,45	-23,00	3559	14,5	5099	463	3565	6
		-23,50	3464	13,6	4809	605	3470	6
		-24,00	3558	13,7	4813	747	3564	6
		-24,50	3704	13,9	4898	889	3710	6
DKM-04	3,51	-23,00	3245	13,0	4584	494	3255	10
		-23,50	3134	12,1	4268	636	3144	10
		-24,00	3252	12,2	4311	778	3262	10
		-24,50	3357	12,3	4332	920	3367	10
DKM-05	3,56	-23,00	3338	13,4	4718	507	3350	12
		-23,50	3288	12,8	4498	649	3300	12
		-24,00	3398	12,8	4529	791	3410	12
		-24,50	3531	13,0	4594	933	3543	12
DKM-06	3,27	-23,00	3442	13,8	4862	526	3454	11
		-23,50	3362	13,0	4594	668	3373	11
		-24,00	3444	13,0	4580	811	3456	11
		-24,50	3613	13,3	4702	953	3625	11
DKM-07	3,31	-23,00	2918	11,7	4133	430	2925	7
		-23,50	3486	13,8	4876	572	3493	7
		-24,00	3405	13,1	4609	714	3412	7
		-24,50	3572	13,4	4727	856	3579	7
DKM-08	3,31	-23,00	3586	14,5	5124	488	3598	12
		-23,50	3467	13,6	4796	630	3479	12
		-24,00	3483	13,3	4679	773	3495	12
		-24,50	3649	13,6	4797	915	3661	12
DKM-10	3,52	-23,00	3703	15,0	5288	505	3714	11
		-23,50	3629	14,3	5032	647	3640	11
		-24,00	3635	13,9	4899	789	3646	11
		-24,50	3797	14,2	5009	931	3808	11

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

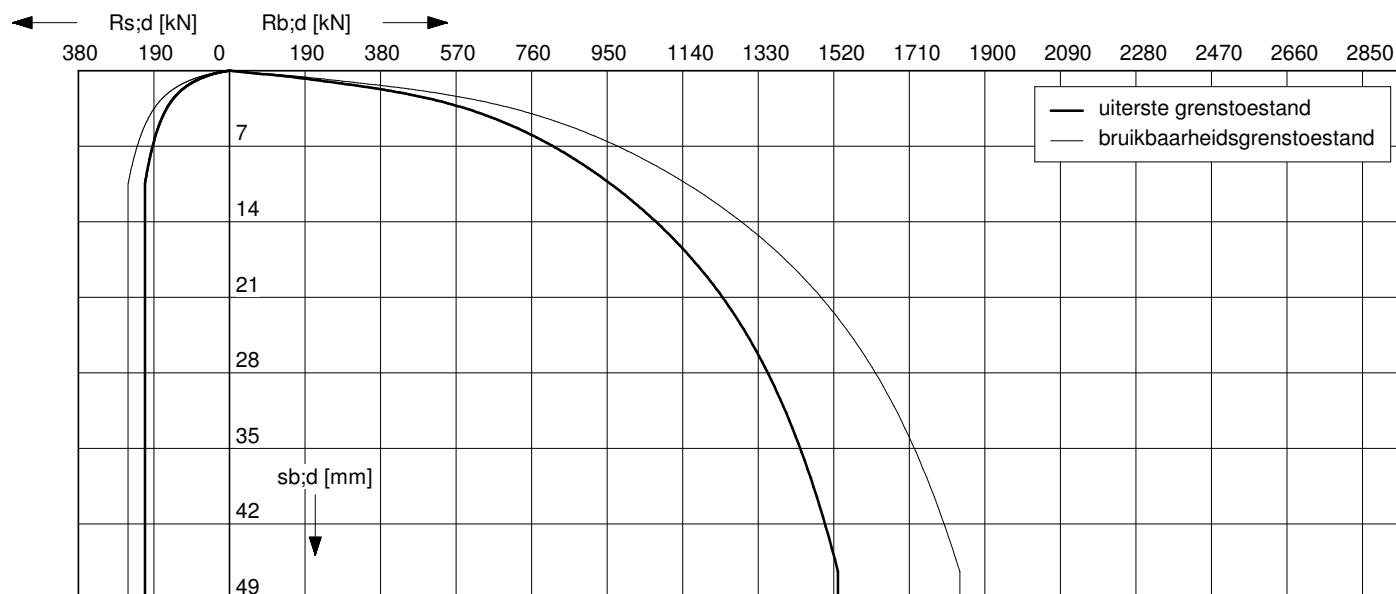
Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot (0,5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b,cal} = A_b \cdot q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s,cal} = O_p \cdot \Delta L \cdot \alpha_s \cdot q_{c,z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c,d} = (R_{b,cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s,cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk,d} = F_{nk} \cdot \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c,dnetto} = R_{c,d} - F_{nk,d}$	[par. 7.6.2.3]

**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paaltype : Fundexpaal groutinjectie
Sonderingen: DKM-04
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM-04

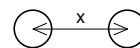
Paalafmeting : 0,380/0,450/0,450 m
Paalpuntniveau : -23,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
1735	7	1742	45,3	13,9	59,2	4,1	63,3	57
1561	7	1568	28,1	12,5	40,6	3,7	44,3	62
1388	7	1395	18,1	11,1	29,2	3,3	32,5	68
1214	7	1221	11,7	9,7	21,5	2,9	24,4	72
1041	7	1048	7,7	8,3	16,0	2,5	18,5	77
867	7	874	4,9	7,0	11,9	2,1	13,9	80
694	7	701	3,0	5,6	8,6	1,7	10,2	82
520	7	527	1,8	4,2	6,0	1,2	7,3	85
347	7	354	1,1	2,8	3,9	0,8	4,7	87
173	7	180	0,5	1,4	1,9	0,4	2,3	88

Paalconfiguratie

2-paalspoer



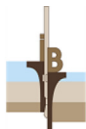
hoh-afstand x : 3D m

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ [kN/mm]
1334	7	1341	9,2	8,9	18,1	3,2	21,3	74
1201	7	1208	7,0	8,0	14,9	2,8	17,8	81
1068	7	1075	5,1	7,1	12,2	2,5	14,8	88
934	7	941	3,8	6,2	10,0	2,2	12,3	94
801	7	808	2,8	5,3	8,1	1,9	10,0	100
667	7	674	2,0	4,4	6,5	1,6	8,1	104
534	7	541	1,5	3,6	5,1	1,3	6,3	107
400	7	407	1,0	2,7	3,7	1,0	4,7	110
267	7	274	0,6	1,8	2,4	0,6	3,1	113
133	7	140	0,3	0,9	1,2	0,3	1,6	115

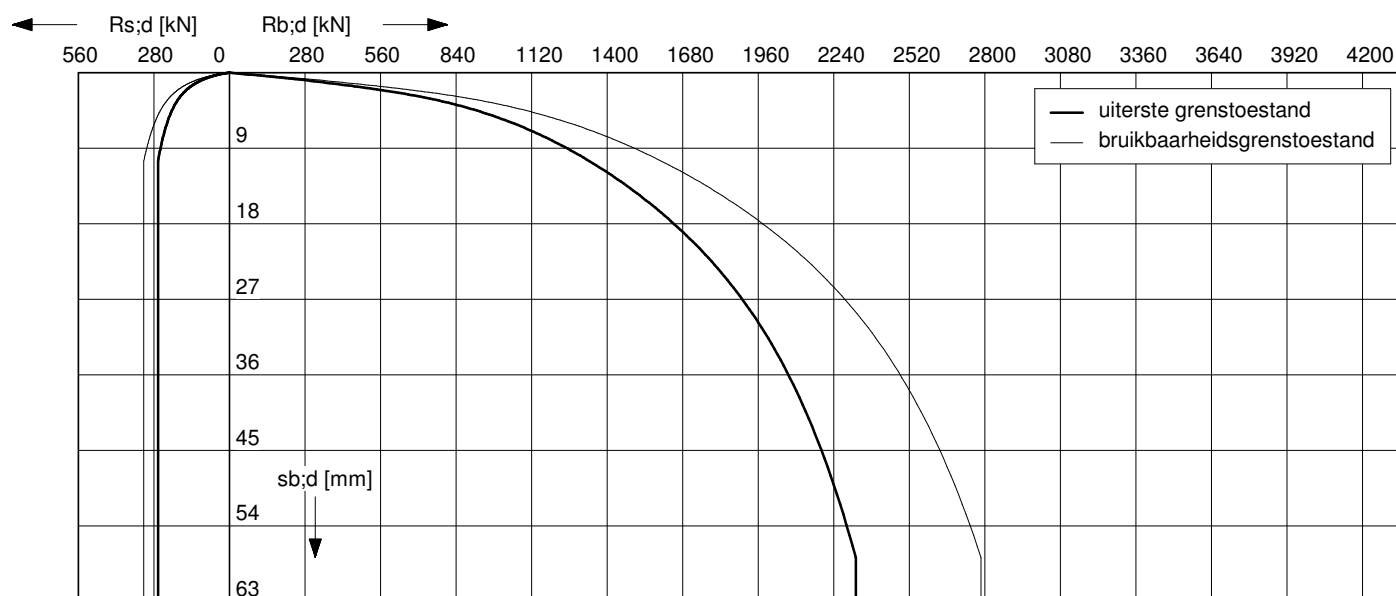
Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v;rep} \text{ enkele paal} = F_{c;rep} / s_1$	
	:	$k_{v;rep} \text{ paalgroep} = F_{c;rep} / s$	

**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paaltype : Fundexpaal groutinjectie
Sonderingen: DKM-04
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM-04

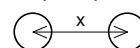
Paalafmeting : 0,460/0,560/0,560 m
Paalpuntniveau : -23,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
2575	9	2584	56,4	13,3	69,7	5,3	75,0	76
2318	9	2326	34,9	12,0	46,9	4,8	51,7	85
2060	9	2069	22,9	10,7	33,6	4,2	37,8	92
1803	9	1811	15,2	9,3	24,5	3,7	28,2	100
1545	9	1554	9,7	8,0	17,7	3,2	20,9	107
1288	9	1296	6,1	6,7	12,8	2,7	15,4	113
1030	9	1039	3,8	5,3	9,1	2,1	11,3	117
773	9	781	2,3	4,0	6,3	1,6	7,9	121
515	9	524	1,3	2,7	4,0	1,1	5,1	125
258	9	266	0,6	1,4	1,9	0,5	2,5	129

Paalconfiguratie

2-paalspoer



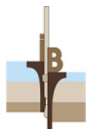
hoh-afstand x : 3D m

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c,netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c,rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v,rep}$ [kN/mm]
1981	9	1990	11,7	8,5	20,2	4,1	24,3	98
1783	9	1791	8,7	7,6	16,3	3,7	20,0	110
1585	9	1593	6,5	6,8	13,3	3,3	16,6	119
1387	9	1395	4,8	6,0	10,7	2,9	13,6	130
1189	9	1197	3,5	5,1	8,6	2,4	11,1	139
990	9	999	2,5	4,3	6,8	2,0	8,8	147
792	9	801	1,8	3,4	5,3	1,6	6,9	153
594	9	603	1,3	2,6	3,8	1,2	5,1	158
396	9	405	0,8	1,7	2,5	0,8	3,3	163
198	9	207	0,4	0,9	1,2	0,4	1,7	167

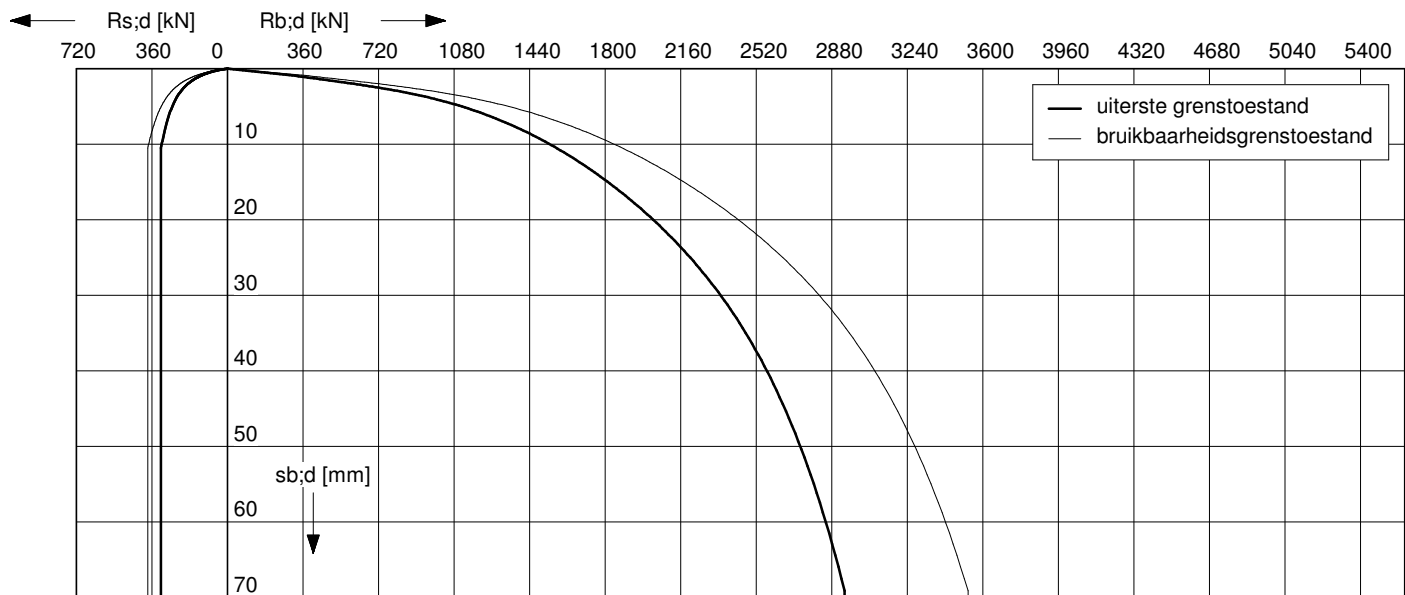
Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c,netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v,rep} \text{ enkele paal} = F_{c,rep} / s_1$	
	:	$k_{v,rep} \text{ paalgroep} = F_{c,rep} / s$	

**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paaltype : Fundexpaai groutinjectie
Sonderingen: DKM-04
Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM-04

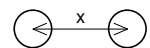
Paalafmeting : 0,540/0,670/0,670 m
Paalpuntniveau : -23,00 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ [kN/mm]
3245	10	3255	67,4	11,7	79,2	6,4	85,6	90
2920	10	2930	41,8	10,6	52,3	5,8	58,1	102
2596	10	2606	27,4	9,4	36,8	5,1	41,9	113
2271	10	2281	18,2	8,2	26,4	4,5	30,9	124
1947	10	1957	11,6	7,0	18,6	3,8	22,5	135
1622	10	1632	7,3	5,9	13,1	3,2	16,4	143
1298	10	1308	4,4	4,7	9,1	2,6	11,7	151
973	10	983	2,7	3,5	6,3	1,9	8,2	157
649	10	659	1,6	2,4	3,9	1,3	5,2	165
324	10	334	0,7	1,2	1,8	0,7	2,5	172

Paalconfiguratie

2-paalspoer



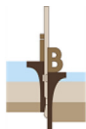
hoh-afstand x : 3D m

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c,netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c,rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v,rep}$ [kN/mm]
2496	10	2506	14,0	7,5	21,5	4,9	26,4	117
2246	10	2256	10,4	6,7	17,1	4,4	21,5	132
1997	10	2007	7,6	6,0	13,6	3,9	17,6	147
1747	10	1757	5,7	5,2	10,9	3,5	14,4	161
1497	10	1507	4,1	4,5	8,6	3,0	11,6	175
1248	10	1258	3,0	3,7	6,8	2,5	9,2	186
998	10	1008	2,1	3,0	5,1	2,0	7,1	196
749	10	759	1,5	2,3	3,7	1,5	5,2	204
499	10	509	0,9	1,5	2,4	1,0	3,4	215
250	10	260	0,4	0,8	1,2	0,5	1,7	224

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c,netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v,rep} \text{ enkele paal} = F_{c,rep} / s_1$	
	:	$k_{v,rep} \text{ paalgroep} = F_{c,rep} / s$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,3$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m;var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

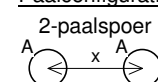
Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving

Paalsysteem trillingsvrij

paalafmeting : **0,380/0,450/0,450 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Alleenst. paal	2-paalspoer	
			$R_{t;d}$ [kN]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-01	3,41	-23,00	122	118	43
		-23,50	159	151	44
		-24,00	195	183	45
		-24,50	231	215	45
DKM-02	3,27	-23,00	122	117	43
		-23,50	158	150	44
		-24,00	194	183	45
		-24,50	230	215	45
DKM-03	3,45	-23,00	122	117	43
		-23,50	158	151	44
		-24,00	195	183	45
		-24,50	231	215	45
DKM-04	3,51	-23,00	131	125	43
		-23,50	167	158	44
		-24,00	203	191	45
		-24,50	240	222	45
DKM-05	3,56	-23,00	129	124	43
		-23,50	166	157	44
		-24,00	202	190	45
		-24,50	238	221	45
DKM-06	3,27	-23,00	134	128	43
		-23,50	171	161	44
		-24,00	207	194	45
		-24,50	243	225	45
DKM-07	3,31	-23,00	110	106	43
		-23,50	146	140	44
		-24,00	182	173	45
		-24,50	218	205	45

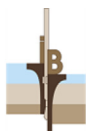
Paalconfiguratie



hoh-afstand x : 3D m

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} * \gamma_{m;var;q;c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,3$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s,t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m,var;q_c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$
Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving			
Paalsysteem trillingsvrij			

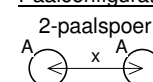
paalafmeting : **0,380/0,450/0,450 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Alleenst. paal	2-paalspoer	
			$R_{t;d}$ [kN]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-08	3,31	-23,00	124	119	43
		-23,50	160	152	44
		-24,00	196	185	45
		-24,50	232	217	45
DKM-10	3,52	-23,00	129	124	43
		-23,50	165	157	44
		-24,00	201	190	45
		-24,50	238	222	45

paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Alleenst. paal	2-paalspoer	
			$R_{t;d}$ [kN]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-01	3,41	-23,00	152	148	66
		-23,50	197	190	68
		-24,00	243	231	69
		-24,50	288	272	70
DKM-02	3,27	-23,00	151	147	66
		-23,50	196	189	68
		-24,00	241	230	69
		-24,50	287	271	70
DKM-03	3,45	-23,00	152	147	66
		-23,50	197	189	68
		-24,00	242	231	69
		-24,50	287	271	70
DKM-04	3,51	-23,00	163	157	66
		-23,50	208	199	68
		-24,00	253	240	69
		-24,50	298	281	70

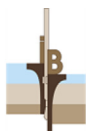
Paalconfiguratie



hoh-afstand x : 3D m

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p,gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s,t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p,gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s,t} * \gamma_{m,var;q_c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering **Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)**

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,3$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s,t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m,var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving
Paalsysteem trillingsvrij

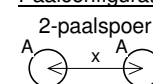
paalafmeting : **0,460/0,560/0,560 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Alleenst. paal	2-paalspoer	
			$R_{t;d}$ [kN]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-05	3,56	-23,00	161	156	66
		-23,50	206	198	68
		-24,00	251	239	69
		-24,50	296	279	70
DKM-06	3,27	-23,00	167	161	66
		-23,50	212	203	68
		-24,00	257	244	69
		-24,50	302	285	70
DKM-07	3,31	-23,00	137	133	66
		-23,50	182	175	68
		-24,00	227	217	69
		-24,50	272	258	70
DKM-08	3,31	-23,00	154	149	66
		-23,50	199	191	68
		-24,00	244	233	69
		-24,50	289	273	70
DKM-10	3,52	-23,00	160	155	66
		-23,50	205	197	68
		-24,00	250	239	69
		-24,50	296	280	70

paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Alleenst. paal	2-paalspoer	
			$R_{t;d}$ [kN]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-01	3,41	-23,00	182	178	95
		-23,50	236	228	97
		-24,00	290	279	99
		-24,50	344	328	101

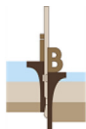
Paalconfiguratie



hoh-afstand x : 3D m

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p,gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s,t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p,gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s,t} * \gamma_{m,var;q;c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,3$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s,t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m,var;qc} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

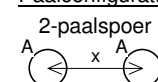
Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving

Paalsysteem trillingsvrij

paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Alleenst. paal	2-paalspoer	
			$R_{t;d}$ [kN]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-02	3,27	-23,00	181	176	95
		-23,50	235	227	97
		-24,00	289	278	99
		-24,50	343	327	101
DKM-03	3,45	-23,00	182	177	95
		-23,50	236	228	97
		-24,00	290	278	99
		-24,50	344	328	101
DKM-04	3,51	-23,00	195	189	95
		-23,50	249	240	97
		-24,00	303	290	99
		-24,50	357	339	101
DKM-05	3,56	-23,00	193	187	95
		-23,50	247	238	97
		-24,00	301	288	99
		-24,50	355	338	101
DKM-06	3,27	-23,00	200	194	95
		-23,50	254	245	97
		-24,00	308	295	99
		-24,50	362	344	101
DKM-07	3,31	-23,00	163	160	95
		-23,50	217	211	97
		-24,00	271	262	99
		-24,50	325	312	101
DKM-08	3,31	-23,00	184	179	95
		-23,50	238	230	97
		-24,00	292	281	99
		-24,50	346	330	101

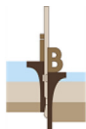
Paalconfiguratie



hoh-afstand x : 3D m

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p,gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s,t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p,gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s,t} * \gamma_{m,var;qc} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	



Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 – 1 : 2016 met gereduceerde α_p waarde)

Paaltype : **Fundexpaal groutinjectie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,3$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m;var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 3$	Partiële factor volume gewicht paalmaterial	: $\gamma_\gamma = 1,1$

Conusweerstand gecorrigeerd voor ontgraving

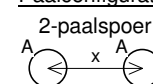
Paalsysteem trillingsvrij

paalafmeting : **0,540/0,670/0,670 m**

Alleenst. 2-paalspoer
paal

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{t;d}$ [kN]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-10	3,52	-23,00	192	187	95
		-23,50	246	238	97
		-24,00	300	288	99
		-24,50	354	338	101

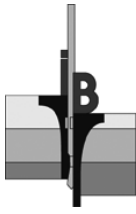
Paalconfiguratie



hoh-afstand x : 3D m

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \alpha_t \cdot q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}^0$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} \cdot \gamma_{m;var;q;c} \cdot \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} \cdot \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	

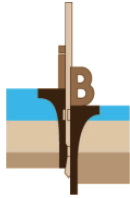


Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage E

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Company: Inpijn-Blokpoel

Date of report: 4/30/2019
Time of report: 2:21:56 PM
Report with version: 19.1.1.23942

Date of calculation: 4/26/2019
Time of calculation: 2:21:43 PM
Calculated with version: 19.1.1.23942

File name: \..\04-Advies\01-Reken\D-Sheet piling\02P0009041-01 Doorsnede 1

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)



1 Summary

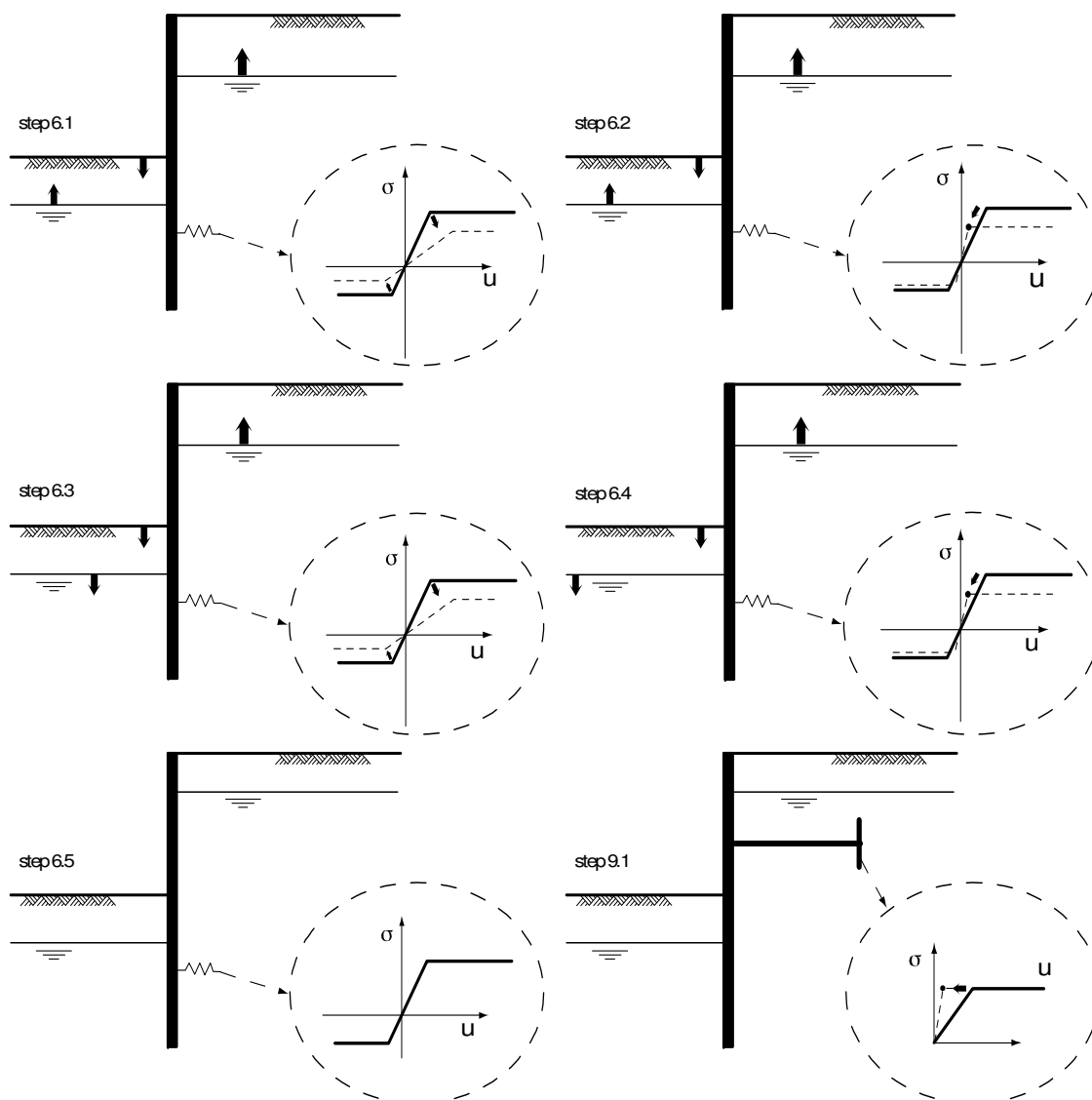
1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-495,74	140,04	0,0	20,0	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		-467,02	166,49	0,0	20,1	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-479,78	135,28	0,0	19,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-446,14	159,30	0,0	19,9	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	81,9	-281,52	-89,74	0,0	15,5	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-337,82	-107,68			
Max		81,9	-495,74	166,49	0,0	20,1	---

1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
New Stage	4,79

1.3 CUR Verification Steps





2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	20,00 m
Level top side	2,00 m
Number of sections	1

2.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26 (S240)	-18,00	2,00	Steel	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 26 (S240)	1,1657E+05	1,00	1,1657E+05	

2.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26 (S240)	624,00	1,00	1,00	1,00	624,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150



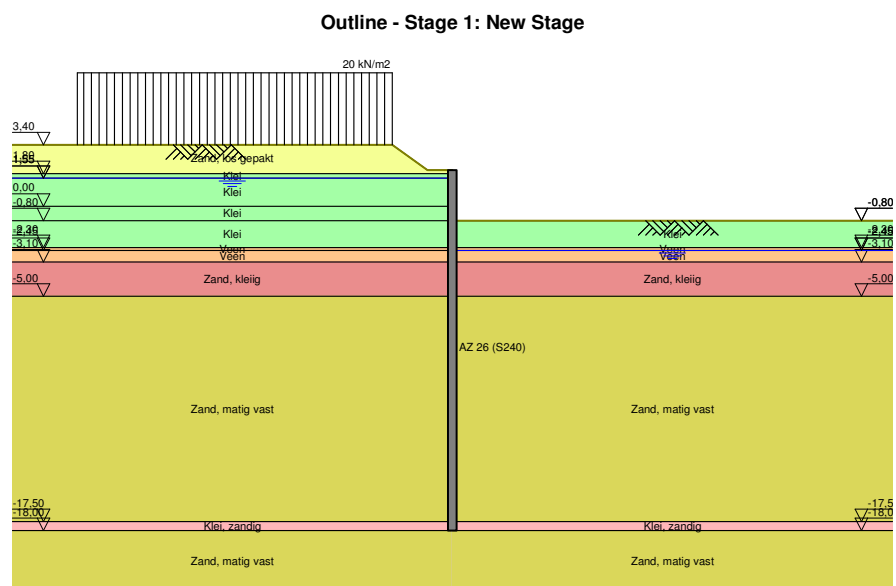
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.



3 Outline Stage 1: New Stage



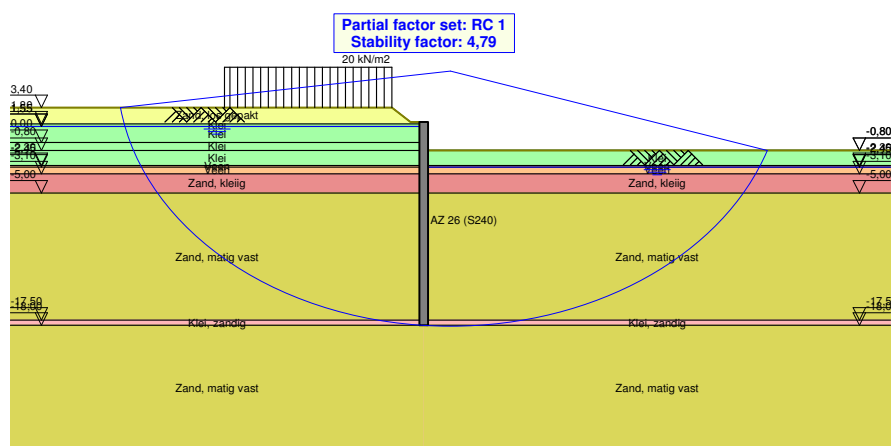


4 Overall Stability Stage 1: New Stage

Stability factor : 4,79

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: New Stage





5 Step 6.5 Stage 1: New Stage

5.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: 1,55 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	2,00
1,00	2,00
2,40	3,40

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: Algemeen

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Zand, los gepakt	3,50	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
Klei	1,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	1,55	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	0,00	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-0,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Veen	-2,30	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Veen	-2,45	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Zand, kleiig	-3,10	18,00	20,00	0,00	27,00	18,00
Zand, matig vast	-5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, zandig	-17,50	18,00	18,00	5,00	22,50	15,00
Zand, matig vast	-18,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, los gepakt	3,50	1,00	1,00	Fine
Klei	1,80	1,00	1,00	Fine
Klei	1,55	1,00	1,00	Fine
Klei	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-0,80	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,30	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,45	1,00	1,00	Fine
Zand, kleiig	-3,10	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	-5,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zandig	-17,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	-18,00	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, los gepakt	3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,55	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-5,07
Klei	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	-5,07	-7,68
Klei	-0,80	n.a.	n.a.	n.a.	-7,68	-12,59
Veen	-2,30	n.a.	n.a.	n.a.	-12,59	-13,08



Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Veen	-2,45	n.a.	n.a.	n.a.	-13,08	-15,21
Zand, kleiig	-3,10	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-15,21
Zand, matig vast	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-15,21
Klei, zandig	-17,50	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-15,21
Zand, matig vast	-18,00	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-15,21

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	1,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	1,55	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	0,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-0,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-2,30	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Veen	-2,45	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Zand, kleiig	-3,10	10000,00	10000,00	5000,00	5000,00
Zand, matig vast	-5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, zandig	-17,50	5000,00	5000,00	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-18,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	3000,00	3000,00
Klei	1,80	1000,00	1000,00
Klei	1,55	1000,00	1000,00
Klei	0,00	1000,00	1000,00
Klei	-0,80	1000,00	1000,00
Veen	-2,30	250,00	250,00
Veen	-2,45	250,00	250,00
Zand, kleiig	-3,10	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-5,00	5000,00	5000,00
Klei, zandig	-17,50	1200,00	1200,00
Zand, matig vast	-18,00	5000,00	5000,00

5.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
20 kN/m ²	2,40	20,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	15,00	20,00		

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1,90	0,5	9,8	0,15	3,16	3,16
2	1,68	-0,2	28,0	0,00	2,40	3,74
3	1,16	7,2	494,1	0,46	1,79	31,12
4	0,39	14,6	218,5	0,50	1,31	7,55
5	-0,40	21,4	244,0	0,51	1,04	5,81
6	-1,18	26,3	258,7	0,49	0,89	4,80
7	-1,93	29,7	210,5	0,46	0,80	3,26
8	-2,38	44,1	148,4	0,63	0,84	2,11
9	-2,77	44,4	148,6	0,61	0,82	2,04
10	-3,58	33,8	296,3	0,42	0,64	3,67
11	-4,53	38,7	420,7	0,42	0,61	4,57
12	-5,48	37,0	576,8	0,36	0,52	5,59
13	-6,44	33,9	677,1	0,30	0,50	5,95
14	-7,40	36,1	741,8	0,29	0,49	5,96



Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
15	-8,37	37,5	791,7	0,28	0,48	5,88
16	-9,33	40,0	824,4	0,28	0,47	5,69
17	-10,29	42,7	862,0	0,28	0,46	5,56
18	-11,25	45,4	913,1	0,28	0,46	5,54
19	-12,21	48,0	970,2	0,27	0,45	5,55
20	-13,17	50,7	1027,4	0,27	0,45	5,57
21	-14,13	53,3	1084,6	0,27	0,45	5,58
22	-15,10	55,9	1141,8	0,27	0,45	5,59
23	-16,06	58,5	1199,0	0,27	0,45	5,61
24	-17,02	61,1	1256,2	0,27	0,45	5,62
25	-17,75	80,8	830,6	0,35	0,58	3,61

5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand, los gepakt	0,00
Klei	0,00
Klei	16,93
Klei	17,14
Klei	42,00
Veen	6,61
Veen	28,83
Zand, kleiig	68,78
Zand, matig vast	690,25
Klei, zandig	62,46
Zand, matig vast	0,00

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -2,45 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,80

5.5.4 Soil Material Properties in Profile: Recht verlaging tot -2,45

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Zand, los gepakt	3,50	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
Klei	1,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	1,55	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	0,00	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-0,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Veen	-2,30	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Veen	-2,45	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Zand, kleiig	-3,10	18,00	20,00	0,00	27,00	18,00
Zand, matig vast	-5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, zandig	-17,50	18,00	18,00	5,00	22,50	15,00
Zand, matig vast	-18,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60



Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, los gepakt	3,50	1,00	1,00	Fine
Klei	1,80	1,00	1,00	Fine
Klei	1,55	1,00	1,00	Fine
Klei	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-0,80	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,30	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,45	1,00	1,00	Fine
Zand, kleiig	-3,10	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	-5,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zandig	-17,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	-18,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, los gepakt	3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,55	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-0,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-2,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-2,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, kleiig	-3,10	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
Klei, zandig	-17,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	-18,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	1,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	1,55	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	0,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-0,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-2,30	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Veen	-2,45	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Zand, kleiig	-3,10	10000,00	10000,00	5000,00	5000,00
Zand, matig vast	-5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, zandig	-17,50	5000,00	5000,00	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-18,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	3000,00	3000,00
Klei	1,80	1000,00	1000,00
Klei	1,55	1000,00	1000,00
Klei	0,00	1000,00	1000,00
Klei	-0,80	1000,00	1000,00
Veen	-2,30	250,00	250,00
Veen	-2,45	250,00	250,00
Zand, kleiig	-3,10	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-5,00	5000,00	5000,00
Klei, zandig	-17,50	1200,00	1200,00
Zand, matig vast	-18,00	5000,00	5000,00

**5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right**

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1,18	0,1	29,8	0,02	0,62	4,77
2	-1,93	4,9	71,2	0,26	0,62	3,79
3	-2,38	15,2	46,8	0,59	0,74	1,82
4	-2,77	15,7	47,8	0,59	0,74	1,80
5	-3,58	10,0	145,1	0,32	0,55	4,60
6	-4,53	13,1	186,9	0,32	0,55	4,54
7	-5,48	13,1	299,3	0,26	0,46	5,88
8	-6,44	15,8	355,4	0,26	0,46	5,85
9	-7,40	18,3	412,3	0,26	0,46	5,85
10	-8,37	20,9	469,3	0,26	0,46	5,84
11	-9,33	23,5	526,4	0,26	0,46	5,84
12	-10,29	26,1	583,6	0,26	0,46	5,84
13	-11,25	28,6	640,8	0,26	0,46	5,84
14	-12,21	31,2	698,0	0,26	0,46	5,84
15	-13,17	33,7	755,2	0,26	0,46	5,84
16	-14,13	36,3	812,4	0,26	0,46	5,84
17	-15,10	38,9	869,6	0,26	0,46	5,84
18	-16,06	41,4	926,8	0,26	0,46	5,84
19	-17,02	44,0	984,0	0,26	0,46	5,84
20	-17,75	60,1	615,7	0,34	0,62	3,51

5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand, los gepakt	0,00
Klei	0,00
Klei	0,00
Klei	0,00
Klei	66,51
Veen	4,57
Veen	19,39
Zand, kleiig	199,79
Zand, matig vast	1010,84
Klei, zandig	58,41
Zand, matig vast	0,00

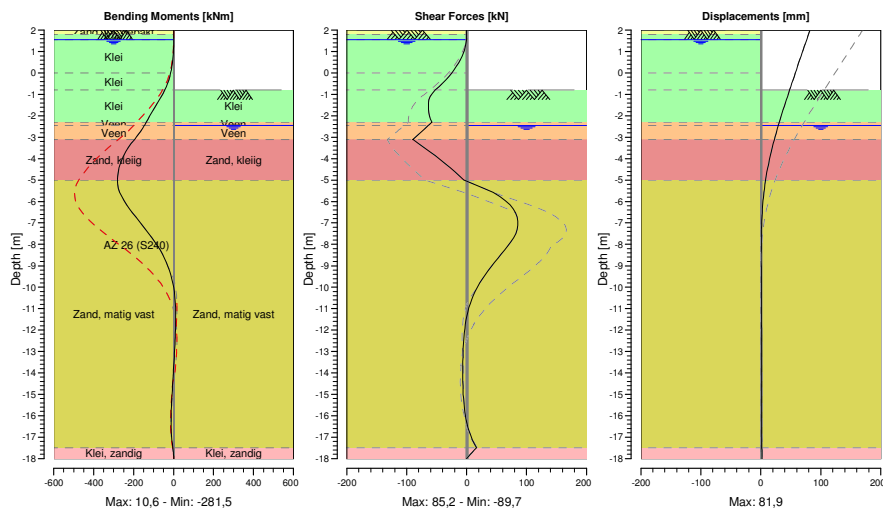
5.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



5.8.2 Moments, Forces and Displacements

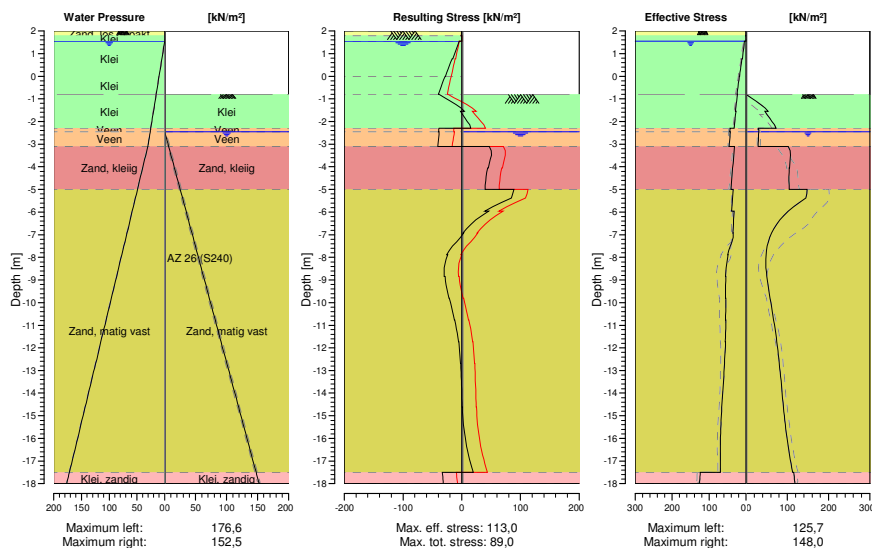
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,00	0,00	0,00	81,9
1	1,80	-0,01	-0,10	79,5
2	1,80	-0,01	-0,10	79,5
2	1,55	-0,03	-0,10	76,4
3	1,55	-0,03	-0,10	76,4
3	0,78	-2,52	-7,70	67,0
4	0,78	-2,52	-7,70	67,0
4	0,00	-14,56	-24,88	57,6
5	0,00	-14,56	-24,88	57,6
5	-0,80	-44,77	-52,23	48,0
6	-0,80	-44,77	-52,23	48,0
6	-1,55	-90,34	-63,68	39,2
7	-1,55	-90,34	-63,67	39,2
7	-2,30	-136,88	-58,11	30,8
8	-2,30	-136,88	-58,08	30,8
8	-2,45	-146,03	-63,98	29,2
9	-2,45	-146,03	-63,98	29,2
9	-3,10	-195,92	-89,74	22,6
10	-3,10	-195,93	-89,66	22,6
10	-4,05	-259,01	-43,71	14,3
11	-4,05	-259,00	-43,71	14,3
11	-5,00	-281,46	-4,30	8,0
12	-5,00	-281,52	-4,01	8,0
12	-5,96	-248,24	64,50	3,8
13	-5,96	-248,22	64,47	3,8
13	-6,92	-172,95	85,08	1,6
14	-6,92	-172,96	85,09	1,6
14	-7,88	-94,24	73,79	0,7
15	-7,88	-94,24	73,72	0,7
15	-8,85	-36,04	46,46	0,5
16	-8,85	-36,05	46,42	0,5



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-9,81	-3,76	21,83	0,7
17	-9,81	-3,76	21,82	0,7
17	-10,77	8,91	5,90	0,9
18	-10,77	8,91	5,91	0,9
18	-11,73	10,24	-2,18	1,1
19	-11,73	10,24	-2,17	1,1
19	-12,69	6,37	-5,40	1,2
20	-12,69	6,37	-5,39	1,2
20	-13,65	0,64	-6,35	1,2
21	-13,65	0,64	-6,35	1,2
21	-14,62	-5,44	-6,16	1,2
22	-14,62	-5,44	-6,16	1,2
22	-15,58	-10,59	-4,13	1,3
23	-15,58	-10,59	-4,14	1,3
23	-16,54	-12,00	2,15	1,4
24	-16,54	-12,00	2,14	1,4
24	-17,50	-3,98	16,07	1,6
25	-17,50	-3,98	16,07	1,6
25	-18,00	0,00	0,00	1,8
Max		-281,52	-89,74	81,9
Max, minor nodes incl.		-281,52	-89,74	81,9

5.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage



5.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [kN/m²]	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [kN/m²]	Mob* [%]
1	2,00	0,18	0,00	A		0,00	0,00	-	
1	1,80	0,77	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	1,80	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	1,55	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	1,55	4,56	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,78	10,17	5,07	A		0,00	0,00	-	
4	0,78	11,24	5,07	A		0,00	0,00	-	



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	0,00	17,88	10,14	A		0,00	0,00	-	
5	0,00	18,11	10,14	A		0,00	0,00	-	
5	-0,80	24,65	15,37	A		0,00	0,00	-	
6	-0,80	23,58	15,37	A		0,00	0,00	P	
6	-1,55	28,99	20,28	A		53,49	0,00	3	90
7	-1,55	27,28	20,28	A		45,33	0,00	3	96
7	-2,30	32,02	25,18	A		72,33	0,00	2	76
8	-2,30	43,77	25,18	A		30,01	0,00	2	66
8	-2,45	44,39	26,16	A		30,86	0,00	2	64
9	-2,45	43,11	26,16	A		30,68	0,00	2	64
9	-3,10	45,56	30,41	A		28,99	6,38	2	60
10	-3,10	31,28	30,41	A		101,95	6,38	3	83
10	-4,05	36,18	39,73	A		105,40	15,70	2	63
11	-4,05	36,29	39,73	A		104,52	15,70	2	63
11	-5,00	40,98	49,05	A		104,73	25,02	2	50
12	-5,00	35,01	49,05	A		148,01	25,02	2	55
12	-5,96	38,92	58,48	A		102,44	34,45	1	31
13	-5,96	32,32	58,48	A		102,44	34,45	1	31
13	-6,92	35,48	67,91	A		61,70	43,88	1	16
14	-6,92	34,56	67,91	A		61,70	43,88	1	16
14	-7,88	49,65	77,34	1		48,36	53,31	1	11
15	-7,88	48,27	77,34	1		48,36	53,31	1	11
15	-8,85	55,78	86,78	1		50,25	62,75	1	10
16	-8,85	54,67	86,78	1		50,25	62,75	1	10
16	-9,81	55,98	96,21	1		58,22	72,18	1	10
17	-9,81	55,08	96,21	1		58,22	72,18	1	10
17	-10,77	55,42	105,64	1		67,04	81,61	1	11
18	-10,77	54,70	105,64	1		67,04	81,61	1	11
18	-11,73	56,22	115,07	1		74,59	91,04	1	11
19	-11,73	55,63	115,07	1		74,59	91,04	1	11
19	-12,69	58,65	124,51	1		80,59	100,48	1	11
20	-12,69	58,18	124,51	1		80,59	100,48	1	11
20	-13,65	62,13	133,94	1		85,60	109,91	1	11
21	-13,65	61,76	133,94	1		85,60	109,91	1	11
21	-14,62	65,77	143,37	1		90,52	119,34	1	11
22	-14,62	65,48	143,37	1		90,52	119,34	1	11
22	-15,58	68,61	152,81	1		96,28	128,78	1	11
23	-15,58	68,38	152,81	1		96,28	128,78	1	11
23	-16,54	69,86	162,24	1		103,68	138,21	1	11
24	-16,54	69,68	162,24	1		103,68	138,21	1	11
24	-17,50	69,36	171,67	1		112,86	147,64	1	11
25	-17,50	124,10	171,67	1		115,20	147,64	1	19
25	-18,00	125,74	176,58	1		118,43	152,55	1	19

*

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

Mob Percentage passive mobilized

5.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	933,1	1359,5
Water	1612,7	1186,0
Total	2545,8	2545,5

Considered as passive side

Maximum passive effective resistance

Mobilized passive effective resistance

Percentage mobilized resistance

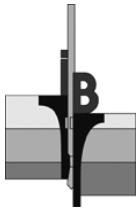
Right

8749,81 kN

1359,51 kN

15,5 %

End of Report

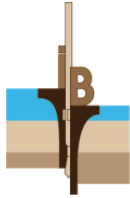


Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage F

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Company: Inpijn-Blokpoel

Date of report: 4/30/2019
Time of report: 2:27:56 PM
Report with version: 19.1.1.23942

Date of calculation: 4/30/2019
Time of calculation: 2:26:04 PM
Calculated with version: 19.1.1.23942

File name: \..\04-Advies\01-Reken\D-Sheet piling\02P0009041-01 Doorsnede 2

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)



1 Summary

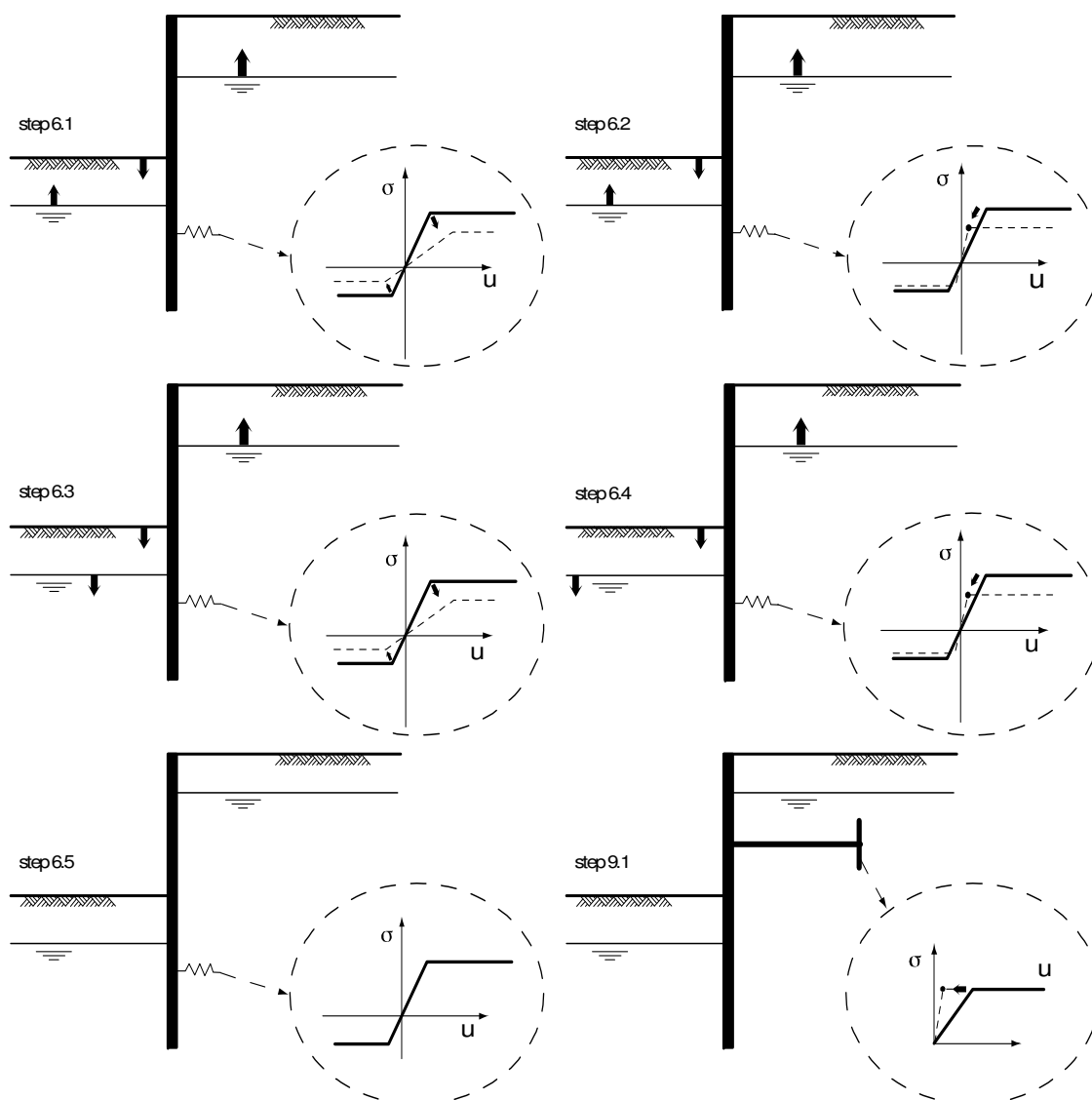
1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-413,97	130,31	0,0	19,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		-390,49	154,18	0,0	19,5	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-399,54	125,50	0,0	19,2	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-371,88	147,65	0,0	19,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	91,1	-227,18	76,32	0,0	15,1	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-272,62	91,58			
Max		91,1	-413,97	154,18	0,0	19,5	---

1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
New Stage	4,99

1.3 CUR Verification Steps





2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	20,00 m
Level top side	2,00 m
Number of sections	1

2.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
CSM 3MPa + IP...	-18,00	2,00	Steel	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
CSM 3MPa + IP...	7,6377E+04	1,00	7,6377E+04	

2.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
CSM 3MPa + IP...	422,00	1,00	1,00	1,00	422,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150



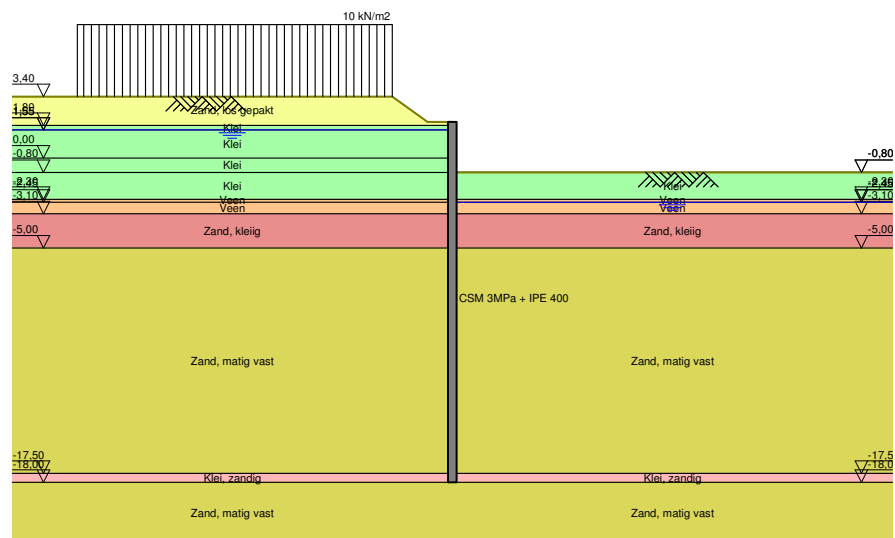
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

3 Outline Stage 1: New Stage

Outline - Stage 1: New Stage

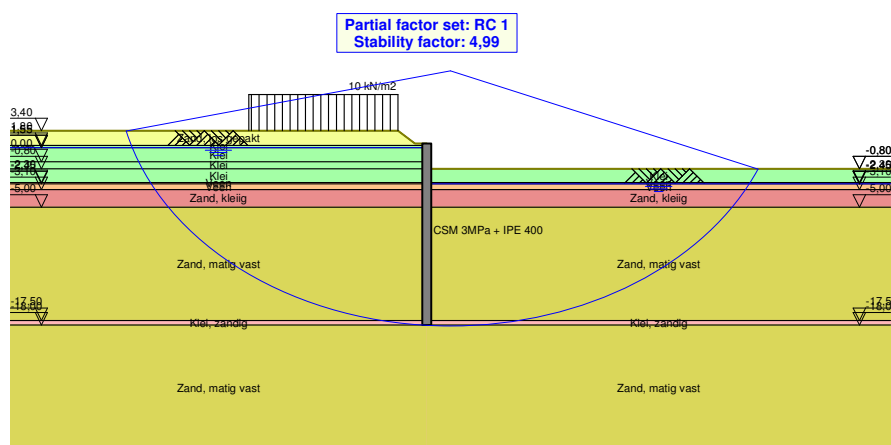


4 Overall Stability Stage 1: New Stage

Stability factor : 4,99

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: New Stage





5 Step 6.5 Stage 1: New Stage

5.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: 1,55 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	2,00
1,00	2,00
2,40	3,40

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: Algemeen

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Zand, los gepakt	3,50	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
Klei	1,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	1,55	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	0,00	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-0,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Veen	-2,30	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Veen	-2,45	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Zand, kleiig	-3,10	18,00	20,00	0,00	27,00	18,00
Zand, matig vast	-5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, zandig	-17,50	18,00	18,00	5,00	22,50	15,00
Zand, matig vast	-18,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, los gepakt	3,50	1,00	1,00	Fine
Klei	1,80	1,00	1,00	Fine
Klei	1,55	1,00	1,00	Fine
Klei	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-0,80	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,30	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,45	1,00	1,00	Fine
Zand, kleiig	-3,10	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	-5,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zandig	-17,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	-18,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, los gepakt	3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,55	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-5,07
Klei	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	-5,07	-7,68
Klei	-0,80	n.a.	n.a.	n.a.	-7,68	-12,59
Veen	-2,30	n.a.	n.a.	n.a.	-12,59	-13,08



Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Veen	-2,45	n.a.	n.a.	n.a.	-13,08	-15,21
Zand, kleiig	-3,10	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-15,21
Zand, matig vast	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-15,21
Klei, zandig	-17,50	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-15,21
Zand, matig vast	-18,00	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-15,21

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	1,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	1,55	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	0,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-0,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-2,30	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Veen	-2,45	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Zand, kleiig	-3,10	10000,00	10000,00	5000,00	5000,00
Zand, matig vast	-5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, zandig	-17,50	5000,00	5000,00	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-18,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	3000,00	3000,00
Klei	1,80	1000,00	1000,00
Klei	1,55	1000,00	1000,00
Klei	0,00	1000,00	1000,00
Klei	-0,80	1000,00	1000,00
Veen	-2,30	250,00	250,00
Veen	-2,45	250,00	250,00
Zand, kleiig	-3,10	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-5,00	5000,00	5000,00
Klei, zandig	-17,50	1200,00	1200,00
Zand, matig vast	-18,00	5000,00	5000,00

5.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
10 kN/m ²	2,40	10,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	15,00	10,00		

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1,90	0,5	9,8	0,20	2,88	4,07
2	1,68	-0,2	28,0	0,00	2,02	4,28
3	1,16	5,6	369,8	0,39	1,63	25,88
4	0,39	12,7	184,9	0,48	1,23	7,01
5	-0,40	18,6	211,0	0,48	1,00	5,47
6	-1,18	23,0	236,9	0,46	0,86	4,76
7	-1,93	26,2	249,9	0,44	0,79	4,17
8	-2,38	40,0	152,2	0,61	0,84	2,33
9	-2,77	40,9	141,2	0,61	0,82	2,09
10	-3,58	30,1	291,5	0,40	0,64	3,88
11	-4,53	34,8	409,4	0,40	0,61	4,75
12	-5,48	32,2	564,6	0,33	0,52	5,82
13	-6,44	31,1	654,5	0,29	0,51	6,08
14	-7,40	33,2	712,8	0,28	0,49	6,04



Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
15	-8,37	35,1	770,9	0,27	0,48	6,01
16	-9,33	37,6	811,8	0,27	0,48	5,86
17	-10,29	40,3	861,1	0,27	0,47	5,79
18	-11,25	42,9	912,8	0,27	0,47	5,75
19	-12,21	45,6	970,0	0,27	0,46	5,75
20	-13,17	48,2	1027,2	0,27	0,46	5,75
21	-14,13	50,8	1084,4	0,27	0,46	5,76
22	-15,10	53,4	1141,7	0,27	0,46	5,76
23	-16,06	56,0	1198,9	0,27	0,46	5,76
24	-17,02	58,6	1256,1	0,27	0,45	5,76
25	-17,75	78,1	828,8	0,35	0,59	3,69

5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand, los gepakt	0,00
Klei	0,00
Klei	14,22
Klei	14,87
Klei	36,85
Veen	6,00
Veen	26,58
Zand, kleiig	61,69
Zand, matig vast	671,01
Klei, zandig	62,02
Zand, matig vast	0,00

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -2,45 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,80

5.5.4 Soil Material Properties in Profile: Recht verlaging tot -2,45

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Zand, los gepakt	3,50	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
Klei	1,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	1,55	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	0,00	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-0,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Veen	-2,30	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Veen	-2,45	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Zand, kleiig	-3,10	18,00	20,00	0,00	27,00	18,00
Zand, matig vast	-5,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei, zandig	-17,50	18,00	18,00	5,00	22,50	15,00
Zand, matig vast	-18,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60



Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, los gepakt	3,50	1,00	1,00	Fine
Klei	1,80	1,00	1,00	Fine
Klei	1,55	1,00	1,00	Fine
Klei	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-0,80	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,30	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,45	1,00	1,00	Fine
Zand, kleiig	-3,10	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	-5,00	1,00	1,00	Fine
Klei, zandig	-17,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig vast	-18,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, los gepakt	3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,55	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-0,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-2,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-2,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, kleiig	-3,10	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
Klei, zandig	-17,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig vast	-18,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	1,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	1,55	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	0,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-0,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-2,30	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Veen	-2,45	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Zand, kleiig	-3,10	10000,00	10000,00	5000,00	5000,00
Zand, matig vast	-5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, zandig	-17,50	5000,00	5000,00	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-18,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	3000,00	3000,00
Klei	1,80	1000,00	1000,00
Klei	1,55	1000,00	1000,00
Klei	0,00	1000,00	1000,00
Klei	-0,80	1000,00	1000,00
Veen	-2,30	250,00	250,00
Veen	-2,45	250,00	250,00
Zand, kleiig	-3,10	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-5,00	5000,00	5000,00
Klei, zandig	-17,50	1200,00	1200,00
Zand, matig vast	-18,00	5000,00	5000,00

**5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right**

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1,18	0,1	29,8	0,02	0,62	4,77
2	-1,93	4,9	71,2	0,26	0,62	3,79
3	-2,38	15,2	46,8	0,59	0,74	1,82
4	-2,77	15,7	47,8	0,59	0,74	1,80
5	-3,58	10,0	145,1	0,32	0,55	4,60
6	-4,53	13,1	186,9	0,32	0,55	4,54
7	-5,48	13,1	299,3	0,26	0,46	5,88
8	-6,44	15,8	355,4	0,26	0,46	5,85
9	-7,40	18,3	412,3	0,26	0,46	5,85
10	-8,37	20,9	469,3	0,26	0,46	5,84
11	-9,33	23,5	526,4	0,26	0,46	5,84
12	-10,29	26,1	583,6	0,26	0,46	5,84
13	-11,25	28,6	640,8	0,26	0,46	5,84
14	-12,21	31,2	698,0	0,26	0,46	5,84
15	-13,17	33,7	755,2	0,26	0,46	5,84
16	-14,13	36,3	812,4	0,26	0,46	5,84
17	-15,10	38,9	869,6	0,26	0,46	5,84
18	-16,06	41,4	926,8	0,26	0,46	5,84
19	-17,02	44,0	984,0	0,26	0,46	5,84
20	-17,75	60,1	615,7	0,34	0,62	3,51

5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand, los gepakt	0,00
Klei	0,00
Klei	0,00
Klei	0,00
Klei	67,14
Veen	4,60
Veen	19,44
Zand, kleiig	194,74
Zand, matig vast	975,05
Klei, zandig	58,51
Zand, matig vast	0,00

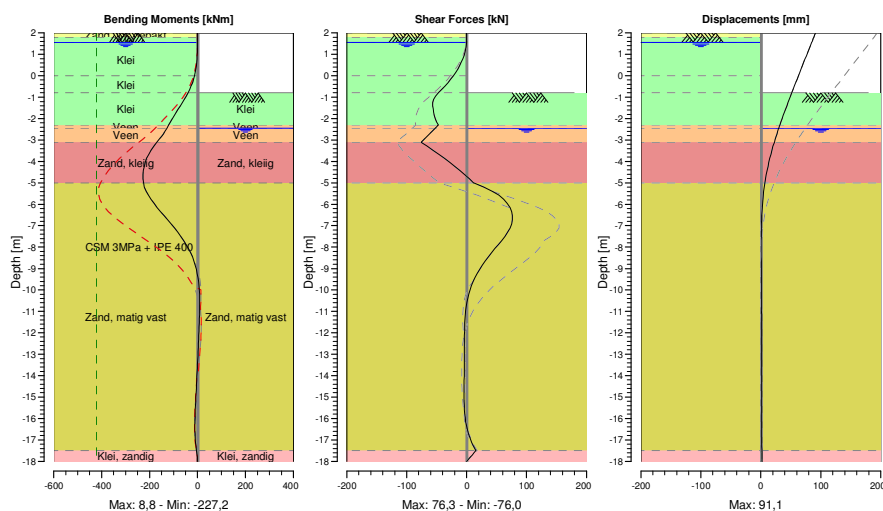
5.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



5.8.2 Moments, Forces and Displacements

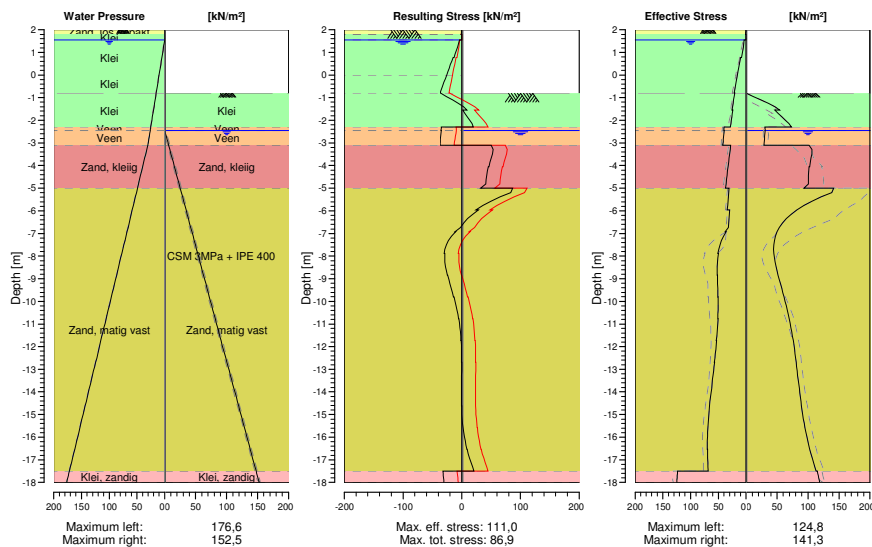
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,00	0,00	0,00	91,1
1	1,80	-0,01	-0,10	88,3
2	1,80	-0,01	-0,10	88,3
2	1,55	-0,03	-0,10	84,7
3	1,55	-0,03	-0,10	84,7
3	0,78	-2,09	-6,44	73,7
4	0,78	-2,09	-6,44	73,7
4	0,00	-12,63	-22,17	62,8
5	0,00	-12,63	-22,17	62,8
5	-0,80	-39,81	-47,25	51,6
6	-0,80	-39,81	-47,24	51,6
6	-1,55	-80,69	-55,98	41,4
7	-1,55	-80,69	-55,97	41,4
7	-2,30	-120,32	-47,36	31,8
8	-2,30	-120,32	-47,32	31,8
8	-2,45	-127,81	-52,57	29,9
9	-2,45	-127,81	-52,57	29,9
9	-3,10	-169,54	-76,03	22,5
10	-3,10	-169,55	-75,94	22,5
10	-4,05	-218,41	-27,90	13,4
11	-4,05	-218,41	-27,89	13,4
11	-5,00	-225,52	11,46	6,8
12	-5,00	-225,53	12,07	6,8
12	-5,96	-181,69	67,82	2,8
13	-5,96	-181,69	67,70	2,8
13	-6,92	-110,21	74,99	1,0
14	-6,92	-110,20	75,01	1,0
14	-7,88	-47,21	52,88	0,5
15	-7,88	-47,21	52,80	0,5
15	-8,85	-9,63	26,07	0,6
16	-8,85	-9,63	26,05	0,6



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-9,81	5,94	7,91	0,9
17	-9,81	5,94	7,92	0,9
17	-10,77	8,78	-0,80	1,1
18	-10,77	8,78	-0,79	1,1
18	-11,73	6,42	-3,55	1,2
19	-11,73	6,42	-3,54	1,2
19	-12,69	2,80	-3,91	1,2
20	-12,69	2,80	-3,91	1,2
20	-13,65	-0,98	-4,08	1,1
21	-13,65	-0,98	-4,08	1,1
21	-14,62	-5,09	-4,51	1,1
22	-14,62	-5,09	-4,52	1,1
22	-15,58	-9,28	-3,83	1,2
23	-15,58	-9,27	-3,84	1,2
23	-16,54	-11,02	1,29	1,4
24	-16,54	-11,02	1,27	1,4
24	-17,50	-3,84	15,53	1,7
25	-17,50	-3,84	15,53	1,7
25	-18,00	0,00	0,00	1,8
Max		-225,53	-76,03	91,1
Max, minor nodes incl.		-227,18	76,32	91,1

5.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage



5.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
1	2,00	0,12	0,00	A		0,00	0,00	-	
1	1,80	0,84	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	1,80	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	1,55	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	1,55	3,50	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	0,78	7,95	5,07	A		0,00	0,00	-	
4	0,78	9,74	5,07	A		0,00	0,00	-	



Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
4	0,00	15,63	10,14	A		0,00	0,00	-	
5	0,00	15,66	10,14	A		0,00	0,00	-	
5	-0,80	21,45	15,37	A		0,00	0,00	-	
6	-0,80	20,50	15,37	A		0,00	0,00	P	
6	-1,55	25,32	20,28	A		54,23	0,00	3	91
7	-1,55	24,03	20,28	A		46,06	0,00	3	97
7	-2,30	28,33	25,18	A		73,38	0,00	2	77
8	-2,30	39,73	25,18	A		30,27	0,00	2	67
8	-2,45	40,28	26,16	A		31,06	0,00	2	64
9	-2,45	39,75	26,16	A		30,88	0,00	2	65
9	-3,10	41,99	30,41	A		28,96	6,38	2	60
10	-3,10	27,82	30,41	A		101,85	6,38	3	83
10	-4,05	32,37	39,73	A		102,81	15,70	2	61
11	-4,05	32,61	39,73	A		101,93	15,70	2	62
11	-5,00	37,02	49,05	A		93,28	25,02	1	45
12	-5,00	30,39	49,05	A		141,35	25,02	2	52
12	-5,96	33,96	58,48	A		82,09	34,45	1	25
13	-5,96	29,61	58,48	A		82,09	34,45	1	25
13	-6,92	37,52	67,91	1		50,06	43,88	1	13
14	-6,92	36,07	67,91	1		50,06	43,88	1	13
14	-7,88	50,89	77,34	1		44,90	53,31	1	10
15	-7,88	49,70	77,34	1		44,90	53,31	1	10
15	-8,85	52,39	86,78	1		51,70	62,75	1	10
16	-8,85	51,41	86,78	1		51,70	62,75	1	10
16	-9,81	51,20	96,21	1		61,28	72,18	1	11
17	-9,81	50,39	96,21	1		61,28	72,18	1	11
17	-10,77	51,27	105,64	1		69,68	81,61	1	11
18	-10,77	50,60	105,64	1		69,68	81,61	1	11
18	-11,73	53,42	115,07	1		76,05	91,04	1	11
19	-11,73	52,86	115,07	1		76,05	91,04	1	11
19	-12,69	57,16	124,51	1		80,90	100,48	1	11
20	-12,69	56,70	124,51	1		80,90	100,48	1	11
20	-13,65	61,63	133,94	1		85,06	109,91	1	11
21	-13,65	61,24	133,94	1		85,06	109,91	1	11
21	-14,62	65,89	143,37	1		89,47	119,34	1	11
22	-14,62	65,56	143,37	1		89,47	119,34	1	11
22	-15,58	68,95	152,81	1		95,11	128,78	1	11
23	-15,58	68,68	152,81	1		95,11	128,78	1	11
23	-16,54	69,84	162,24	1		102,96	138,21	1	11
24	-16,54	69,61	162,24	1		102,96	138,21	1	11
24	-17,50	68,26	171,67	1		113,30	147,64	1	11
25	-17,50	123,27	171,67	1		115,31	147,64	1	19
25	-18,00	124,80	176,58	1		118,73	152,55	1	19

*

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

Mob Percentage passive mobilized

5.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	893,3	1319,5
Water	1612,7	1186,0
Total	2506,1	2505,5

Considered as passive side

Maximum passive effective resistance

Mobilized passive effective resistance

Percentage mobilized resistance

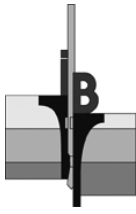
Right

8749,81 kN

1319,47 kN

15,1 %

End of Report

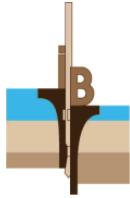


Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage G

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Company: Inpijn-Blokpoel

Date of report: 4/30/2019
Time of report: 2:29:40 PM
Report with version: 19.1.1.23942

Date of calculation: 4/30/2019
Time of calculation: 2:28:46 PM
Calculated with version: 19.1.1.23942

File name: \..\04-Advies\01-Reken\D-Sheet piling\02P0009041-01 Doorsnede 3

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)



1 Summary

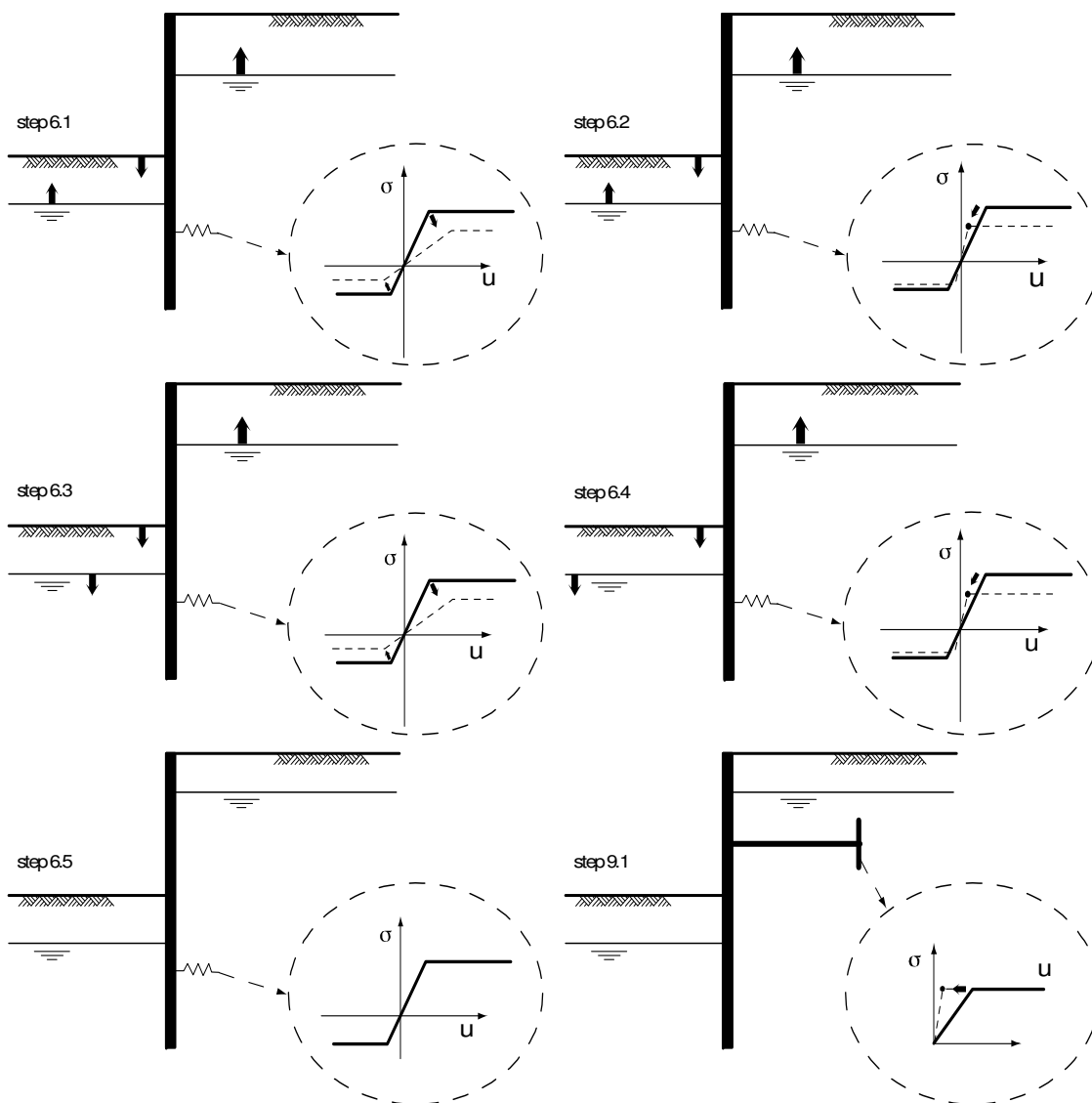
1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-703,02	273,99	0,0	47,4	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		-703,02	275,00	0,0	47,1	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-615,63	219,20	0,0	41,1	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-613,43	221,54	0,0	40,7	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	102,9	-351,50	109,72	0,0	26,2	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-421,80	131,66			
Max		102,9	-703,02	275,00	0,0	47,4	---

1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
New Stage	2,64

1.3 CUR Verification Steps





2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	13,00 m
Level top side	2,00 m
Number of sections	1

2.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 28 -700 (S2...	-11,00	2,00	Steel	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 28 -700 (S2...	1,3360E+05	1,00	1,3360E+05	

2.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 28 -700 (S2...	662,00	1,00	1,00	1,00	662,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150



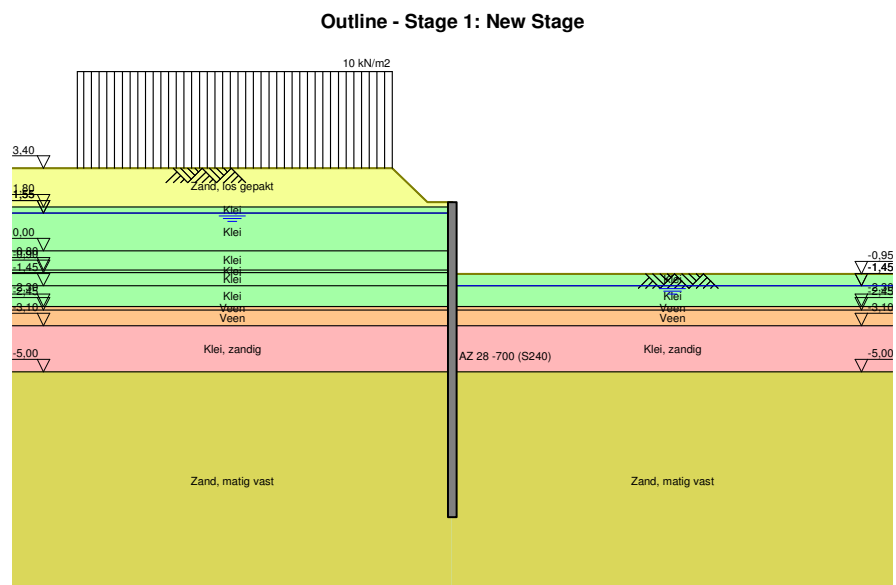
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.



3 Outline Stage 1: New Stage



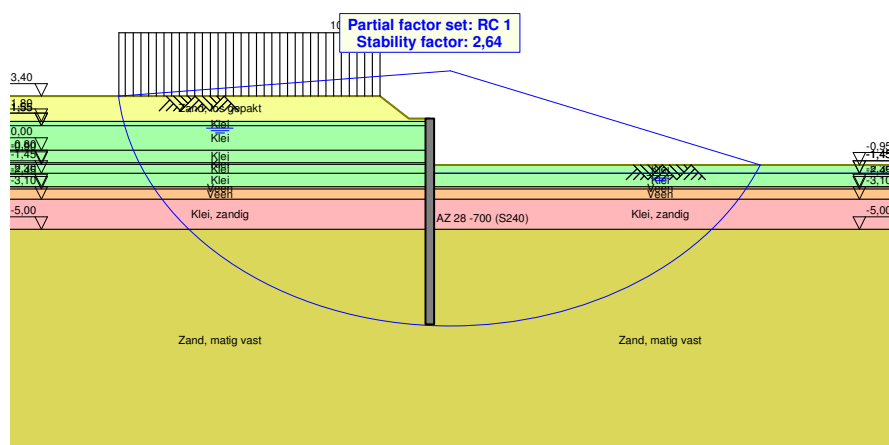


4 Overall Stability Stage 1: New Stage

Stability factor : 2,64

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: New Stage





5 Step 6.5 Stage 1: New Stage

5.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: 1,55 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	2,00
1,00	2,00
2,40	3,40

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: Algemeen correctie

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Zand, los gepakt	3,50	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
Klei	1,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	1,55	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	0,00	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-0,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-0,90	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-1,45	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Veen	-2,30	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Veen	-2,45	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Klei, zandig	-3,10	18,00	18,00	5,00	22,50	15,00
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, los gepakt	3,50	1,00	1,00	Fine
Klei	1,80	1,00	1,00	Fine
Klei	1,55	1,00	1,00	Fine
Klei	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-0,80	1,00	1,00	Fine
Klei	-0,90	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,45	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,30	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,45	1,00	1,00	Fine
Klei, zandig	-3,10	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, los gepakt	3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,55	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-5,07
Klei	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	-5,07	-7,68
Klei	-0,80	n.a.	n.a.	n.a.	-7,68	-8,01
Klei	-0,90	n.a.	n.a.	n.a.	-8,01	-9,81



Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei	-1,45	n.a.	n.a.	n.a.	-9,81	-12,59
Veen	-2,30	n.a.	n.a.	n.a.	-12,59	-13,08
Veen	-2,45	n.a.	n.a.	n.a.	-13,08	-15,21
Klei, zandig	-3,10	n.a.	n.a.	n.a.	-15,21	-19,62
Zand, matig vast	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	-19,62	-19,62

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	1,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	1,55	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	0,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-0,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-0,90	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-1,45	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-2,30	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Veen	-2,45	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei, zandig	-3,10	5000,00	5000,00	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	3000,00	3000,00
Klei	1,80	1000,00	1000,00
Klei	1,55	1000,00	1000,00
Klei	0,00	1000,00	1000,00
Klei	-0,80	1000,00	1000,00
Klei	-0,90	1000,00	1000,00
Klei	-1,45	1000,00	1000,00
Veen	-2,30	250,00	250,00
Veen	-2,45	250,00	250,00
Klei, zandig	-3,10	1200,00	1200,00
Zand, matig vast	-5,00	5000,00	5000,00

5.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
10 kN/m ²	2,40	10,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	15,00	10,00		

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1,90	0,5	9,8	0,20	2,67	4,07
2	1,68	-0,2	28,0	0,00	1,91	4,28
3	1,29	4,3	441,9	0,34	1,62	35,61
4	0,78	9,5	201,1	0,47	1,34	9,94
5	0,26	13,7	189,0	0,48	1,12	6,66
6	-0,20	16,9	204,3	0,48	0,99	5,75
7	-0,60	20,3	217,7	0,49	0,90	5,24
8	-0,85	21,5	226,0	0,48	0,86	5,01
9	-0,93	21,8	228,5	0,47	0,85	4,94
10	-1,20	23,1	237,7	0,46	0,82	4,75
11	-1,66	25,1	253,2	0,44	0,77	4,49
12	-2,09	26,9	246,1	0,43	0,73	3,97
13	-2,38	40,0	152,2	0,61	0,80	2,33
14	-2,77	40,9	141,2	0,61	0,78	2,09



Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
15	-3,42	27,0	224,8	0,37	0,67	3,07
16	-4,05	31,3	288,4	0,39	0,65	3,56
17	-4,68	34,7	320,9	0,39	0,63	3,63
18	-5,30	33,1	512,0	0,35	0,50	5,36
19	-5,90	33,1	606,1	0,32	0,49	5,93
20	-6,50	33,2	664,8	0,30	0,48	6,11
21	-7,10	34,0	698,5	0,29	0,48	6,05
22	-7,70	34,8	737,0	0,29	0,47	6,05
23	-8,30	35,1	782,9	0,27	0,47	6,10
24	-8,90	36,4	803,1	0,27	0,46	5,97
25	-9,50	38,2	838,4	0,27	0,46	5,95
26	-10,10	39,8	868,7	0,27	0,46	5,90
27	-10,70	41,5	883,8	0,27	0,46	5,76

5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand, los gepakt	0,00
Klei	0,00
Klei	14,21
Klei	14,88
Klei	2,15
Klei	12,62
Klei	22,09
Veen	6,00
Veen	26,58
Klei, zandig	58,89
Zand, matig vast	300,01

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -1,45 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,95

5.5.4 Soil Material Properties in Profile: Rechts stijghoogte -0,9 c

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Zand, los gepakt	3,50	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
Klei	1,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	1,55	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	0,00	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-0,80	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-0,90	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Klei	-1,45	16,70	16,70	2,00	22,50	15,00
Veen	-2,30	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Veen	-2,45	10,00	10,00	0,00	15,00	0,00
Klei, zandig	-3,10	18,00	18,00	5,00	22,50	15,00
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, los gepakt	3,50	1,00	1,00	Fine
Klei	1,80	1,00	1,00	Fine
Klei	1,55	1,00	1,00	Fine
Klei	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-0,80	1,00	1,00	Fine
Klei	-0,90	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,45	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,30	1,00	1,00	Fine
Veen	-2,45	1,00	1,00	Fine
Klei, zandig	-3,10	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/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, los gepakt	3,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	1,55	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-0,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-0,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	2,78
Veen	-2,30	n.a.	n.a.	n.a.	2,78	3,27
Veen	-2,45	n.a.	n.a.	n.a.	3,27	5,40
Klei, zandig	-3,10	n.a.	n.a.	n.a.	5,40	9,81
Zand, matig vast	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	9,81	9,81

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	1,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	1,55	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	0,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-0,80	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-0,90	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei	-1,45	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-2,30	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Veen	-2,45	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei, zandig	-3,10	5000,00	5000,00	2500,00	2500,00
Zand, matig vast	-5,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, los gepakt	3,50	3000,00	3000,00
Klei	1,80	1000,00	1000,00
Klei	1,55	1000,00	1000,00
Klei	0,00	1000,00	1000,00
Klei	-0,80	1000,00	1000,00
Klei	-0,90	1000,00	1000,00
Klei	-1,45	1000,00	1000,00
Veen	-2,30	250,00	250,00
Veen	-2,45	250,00	250,00
Klei, zandig	-3,10	1200,00	1200,00
Zand, matig vast	-5,00	5000,00	5000,00

**5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right**

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1,20	0,0	23,0	0,00	0,62	5,50
2	-1,66	0,4	39,3	0,04	0,62	4,31
3	-2,09	1,8	44,3	0,17	0,62	4,16
4	-2,38	6,6	20,3	0,59	0,74	1,81
5	-2,77	5,9	17,9	0,59	0,74	1,80
6	-3,42	-1,6	58,7	0,00	0,62	5,42
7	-4,05	-0,2	70,9	0,00	0,62	4,88
8	-4,68	1,2	83,2	0,07	0,62	4,56
9	-5,30	6,0	141,0	0,26	0,46	6,09
10	-5,90	7,6	173,8	0,26	0,46	5,94
11	-6,50	9,2	208,4	0,26	0,46	5,89
12	-7,10	10,8	243,5	0,26	0,46	5,87
13	-7,70	12,4	278,8	0,26	0,46	5,85
14	-8,30	14,0	314,3	0,26	0,46	5,85
15	-8,90	15,6	349,9	0,26	0,46	5,85
16	-9,50	17,2	385,5	0,26	0,46	5,84
17	-10,10	18,8	421,1	0,26	0,46	5,84
18	-10,70	20,4	456,8	0,26	0,46	5,84

5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand, los gepakt	0,00
Klei	0,00
Klei	0,00
Klei	0,00
Klei	0,00
Klei	11,48
Klei	35,51
Veen	2,66
Veen	10,20
Klei, zandig	104,38
Zand, matig vast	354,43

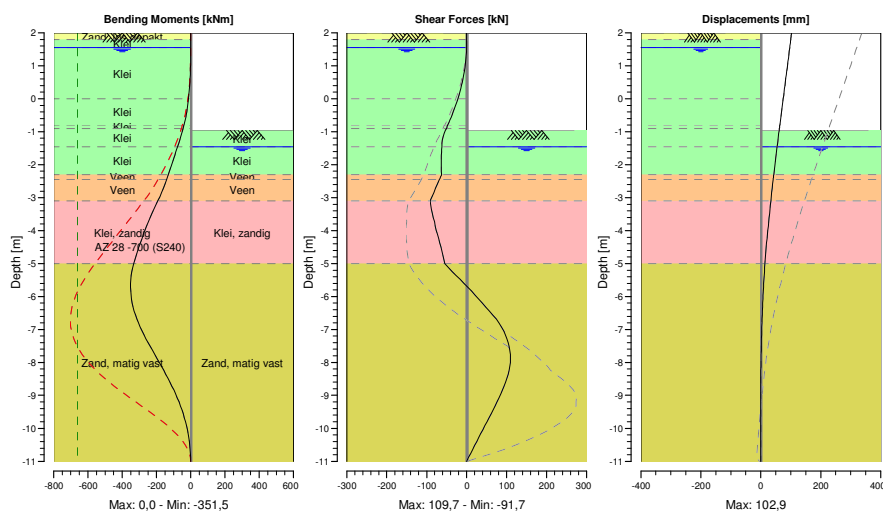
5.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



5.8.2 Moments, Forces and Displacements

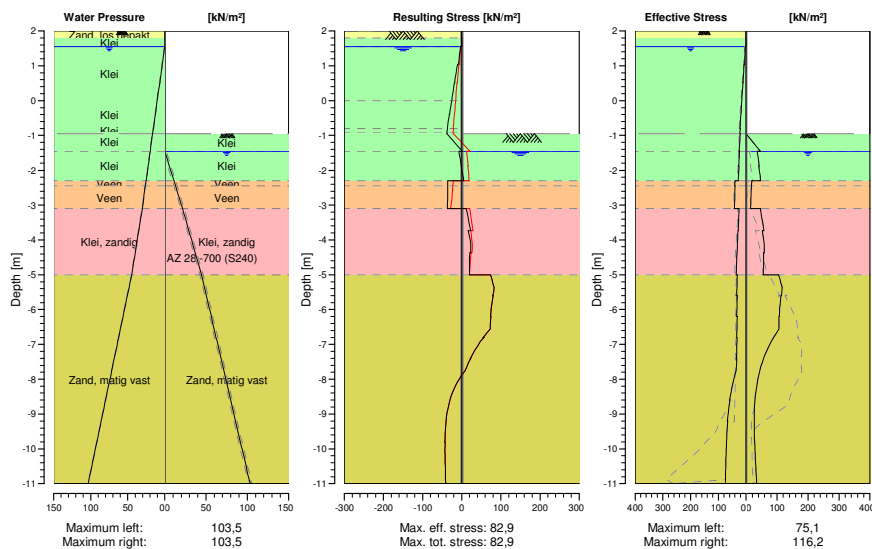
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,00	0,00	0,00	102,9
1	1,80	-0,01	-0,10	100,1
2	1,80	-0,01	-0,10	100,1
2	1,55	-0,03	-0,10	96,6
3	1,55	-0,03	-0,10	96,6
3	1,03	-0,75	-3,18	89,3
4	1,03	-0,75	-3,18	89,3
4	0,52	-4,17	-10,71	82,1
5	0,52	-4,17	-10,71	82,1
5	0,00	-12,50	-22,16	74,8
6	0,00	-12,50	-22,16	74,8
6	-0,40	-23,56	-33,50	69,2
7	-0,40	-23,56	-33,50	69,2
7	-0,80	-39,64	-47,24	63,7
8	-0,80	-39,64	-47,24	63,7
8	-0,90	-44,54	-50,96	62,3
9	-0,90	-44,54	-50,96	62,3
9	-0,95	-47,14	-52,86	61,6
10	-0,95	-47,14	-52,86	61,6
10	-1,45	-76,65	-61,91	54,7
11	-1,45	-76,65	-61,91	54,7
11	-1,88	-103,43	-63,63	49,0
12	-1,88	-103,43	-63,62	49,0
12	-2,30	-130,40	-62,81	43,5
13	-2,30	-130,40	-62,80	43,5
13	-2,45	-140,22	-68,18	41,5
14	-2,45	-140,22	-68,18	41,5
14	-3,10	-192,13	-91,67	33,5
15	-3,10	-192,13	-91,67	33,5
15	-3,73	-247,07	-80,65	26,2
16	-3,73	-247,07	-80,64	26,2



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-4,37	-294,13	-67,26	19,7
17	-4,37	-294,13	-67,24	19,7
17	-5,00	-332,66	-54,54	14,1
18	-5,00	-332,66	-54,52	14,1
18	-5,60	-351,27	-6,78	9,6
19	-5,60	-351,26	-6,73	9,6
19	-6,20	-341,34	39,11	6,1
20	-6,20	-341,34	39,13	6,1
20	-6,80	-304,80	80,90	3,6
21	-6,80	-304,79	80,98	3,6
21	-7,40	-248,37	103,66	1,8
22	-7,40	-248,38	103,67	1,8
22	-8,00	-183,60	109,32	0,7
23	-8,00	-183,60	109,32	0,7
23	-8,60	-120,80	97,61	0,1
24	-8,60	-120,80	97,58	0,1
24	-9,20	-68,39	76,06	-0,1
25	-9,20	-68,39	76,04	-0,1
25	-9,80	-30,24	50,82	-0,2
26	-9,80	-30,24	50,81	-0,2
26	-10,40	-7,48	25,06	-0,2
27	-10,40	-7,48	25,06	-0,2
27	-11,00	0,00	0,00	-0,2
Max		-351,27	109,32	102,9
Max, minor nodes incl.		-351,50	109,72	102,9

5.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage



5.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	2,00	0,12	0,00	A		0,00	0,00	-	
1	1,80	0,84	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	1,80	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	



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	1,55	0,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	1,55	3,06	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	1,03	5,57	3,38	A		0,00	0,00	-	
4	1,03	7,62	3,38	A		0,00	0,00	-	
4	0,52	11,42	6,76	A		0,00	0,00	-	
5	0,52	11,73	6,76	A		0,00	0,00	-	
5	0,00	15,66	10,14	A		0,00	0,00	-	
6	0,00	15,46	10,14	A		0,00	0,00	-	
6	-0,40	18,37	12,75	A		0,00	0,00	-	
7	-0,40	18,84	12,75	A		0,00	0,00	-	
7	-0,80	21,72	15,37	A		0,00	0,00	-	
8	-0,80	21,15	15,37	A		0,00	0,00	-	
8	-0,90	21,84	16,02	A		0,00	0,00	-	
9	-0,90	21,67	16,02	A		0,00	0,00	-	
9	-0,95	22,01	16,35	A		0,00	0,00	-	
10	-0,95	21,45	16,35	A		0,00	0,00	P	
10	-1,45	24,65	19,62	A		45,90	0,00	P	
11	-1,45	23,81	19,62	A		35,96	0,00	P	
11	-1,88	26,34	22,40	A		42,59	5,56	P	
12	-1,88	25,70	22,40	A		41,15	5,56	P	
12	-2,30	28,09	25,18	A		46,77	11,12	3	98
13	-2,30	39,73	25,18	A		18,12	11,12	3	88
13	-2,45	40,28	26,16	A		17,38	13,08	3	88
14	-2,45	39,75	26,16	A		17,29	13,08	3	88
14	-3,10	41,99	30,41	A		14,09	21,59	3	87
15	-3,10	25,54	30,41	A		46,28	21,59	3	95
15	-3,73	28,41	35,15	A		57,24	29,27	3	83
16	-3,73	29,82	35,15	A		52,60	29,27	3	85
16	-4,37	32,76	39,89	A		58,71	36,95	2	73
17	-4,37	33,23	39,89	A		56,79	36,95	2	76
17	-5,00	36,15	44,64	A		55,89	44,64	2	61
18	-5,00	31,94	44,64	A		105,82	44,64	3	86
18	-5,60	34,28	50,52	A		113,87	50,52	2	71
19	-5,60	32,01	50,52	A		112,43	50,52	2	72
19	-6,20	34,16	56,41	A		107,38	56,41	2	56
20	-6,20	32,18	56,41	A		106,79	56,41	2	56
20	-6,80	34,18	62,29	A		89,10	62,29	1	39
21	-6,80	33,00	62,29	A		89,10	62,29	1	40
21	-7,40	34,91	68,18	A		56,79	68,18	1	22
22	-7,40	33,88	68,18	A		56,79	68,18	1	22
22	-8,00	44,65	74,07	1		37,83	74,07	1	13
23	-8,00	44,08	74,07	1		37,83	74,07	1	13
23	-8,60	58,95	79,95	1		28,78	79,95	1	9
24	-8,60	58,46	79,95	1		28,78	79,95	1	9
24	-9,20	66,73	85,84	1	8	26,28	85,84	1	
25	-9,20	66,29	85,84	1	8	26,28	85,84	1	
25	-9,80	70,77	91,72	1	8	27,53	91,72	1	
26	-9,80	70,40	91,72	1	8	27,53	91,72	1	
26	-10,40	73,15	97,61	1	8	30,48	97,61	1	
27	-10,40	72,82	97,61	1	8	30,48	97,61	1	
27	-11,00	75,07	103,50	1	8	33,91	103,50	1	

*

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

Mob Percentage passive mobilized

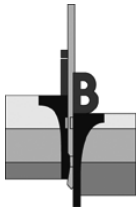
5.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	457,5	518,6
Water	586,4	525,1
Total	1043,9	1043,8



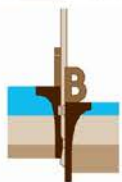
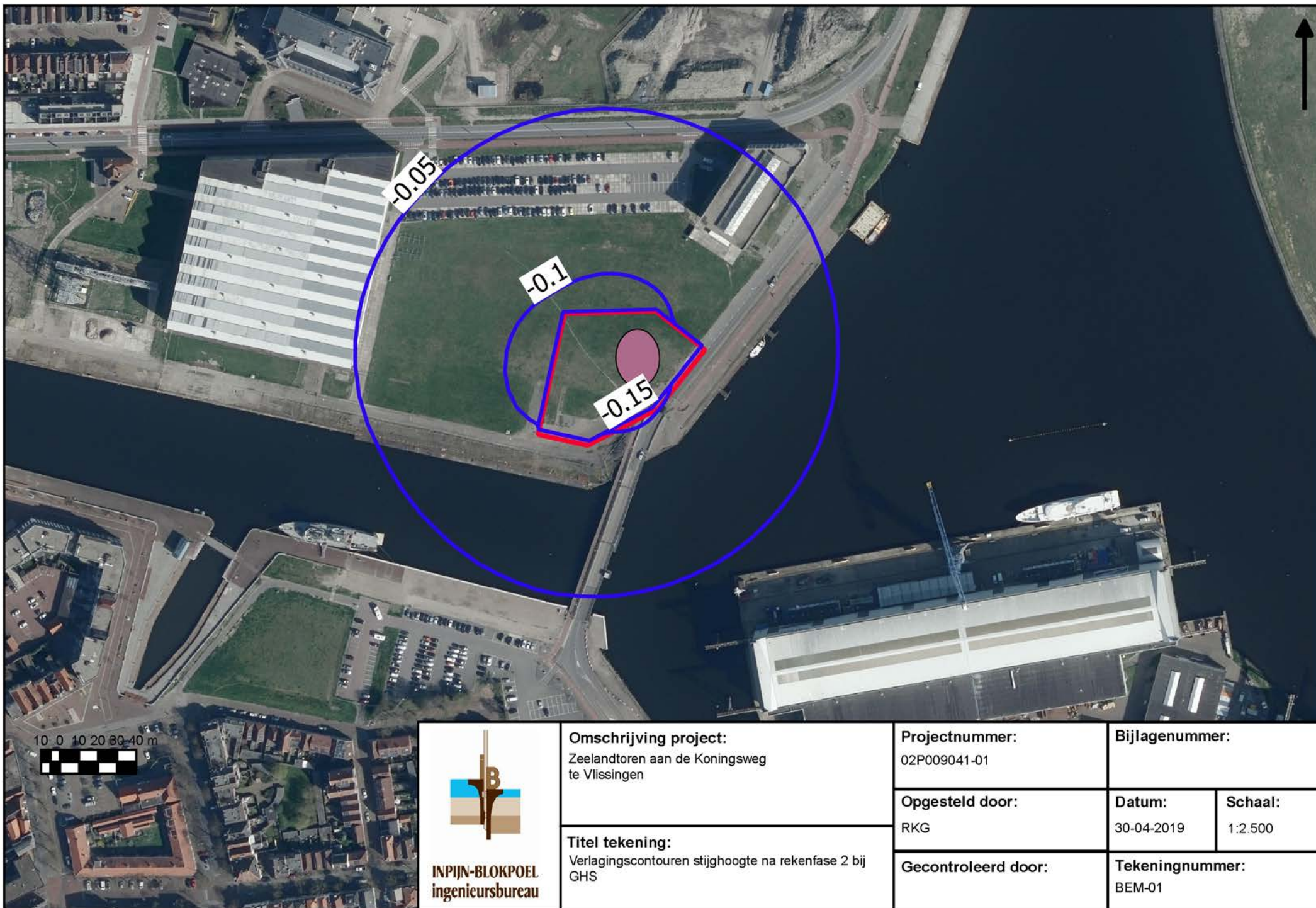
Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	1980,35 kN
Mobilized passive effective resistance	518,65 kN
Percentage mobilized resistance	26,2 %

End of Report



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage H



INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Zeelandtoren aan de Koningsweg
te Vlissingen

Titel tekening:
Verlagingscontouren stijghoogte na rekenfase 2 bij
GHS

Projectnummer:
02P009041-01

Opgesteld door:
RKG

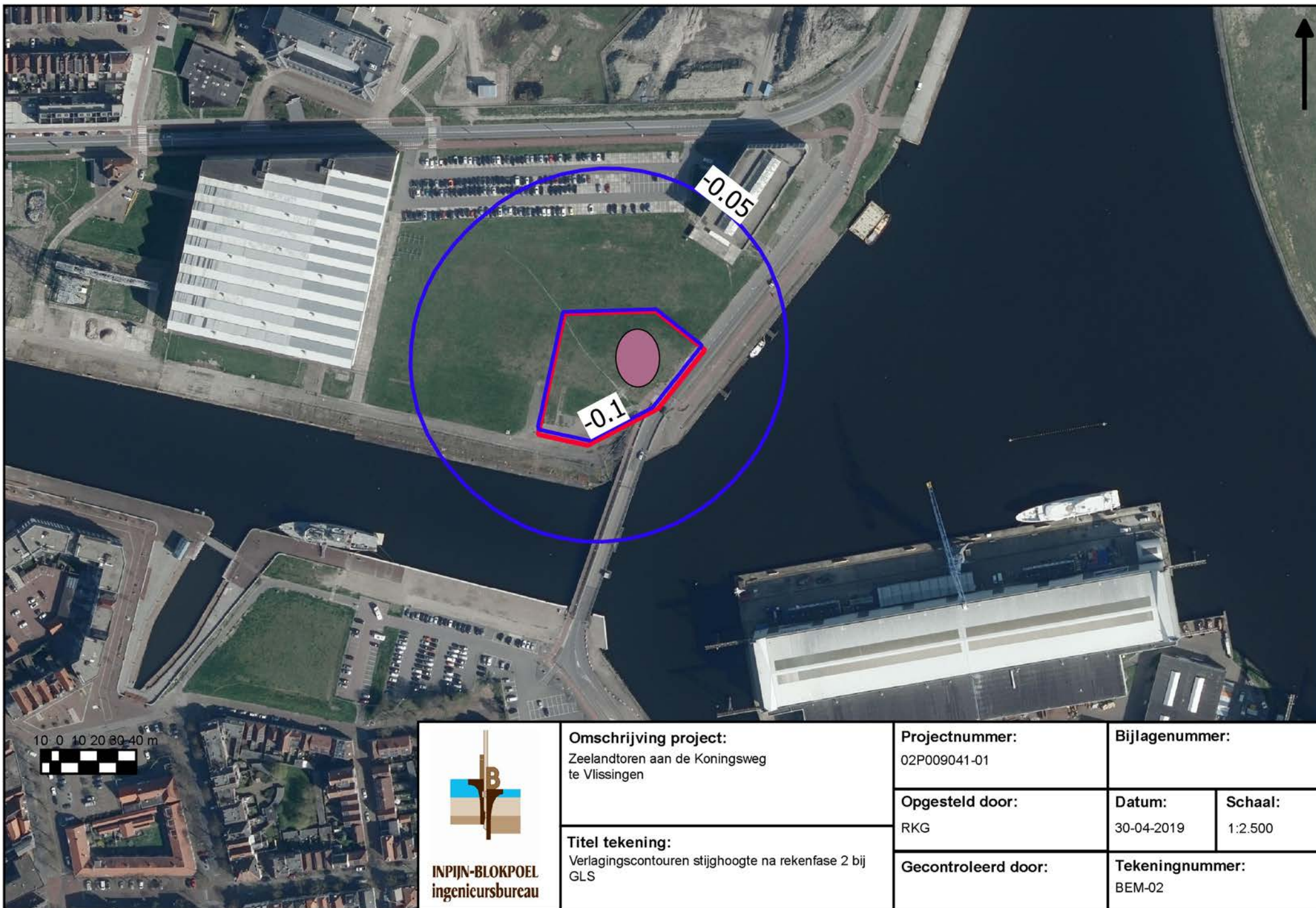
Gecontroleerd door:

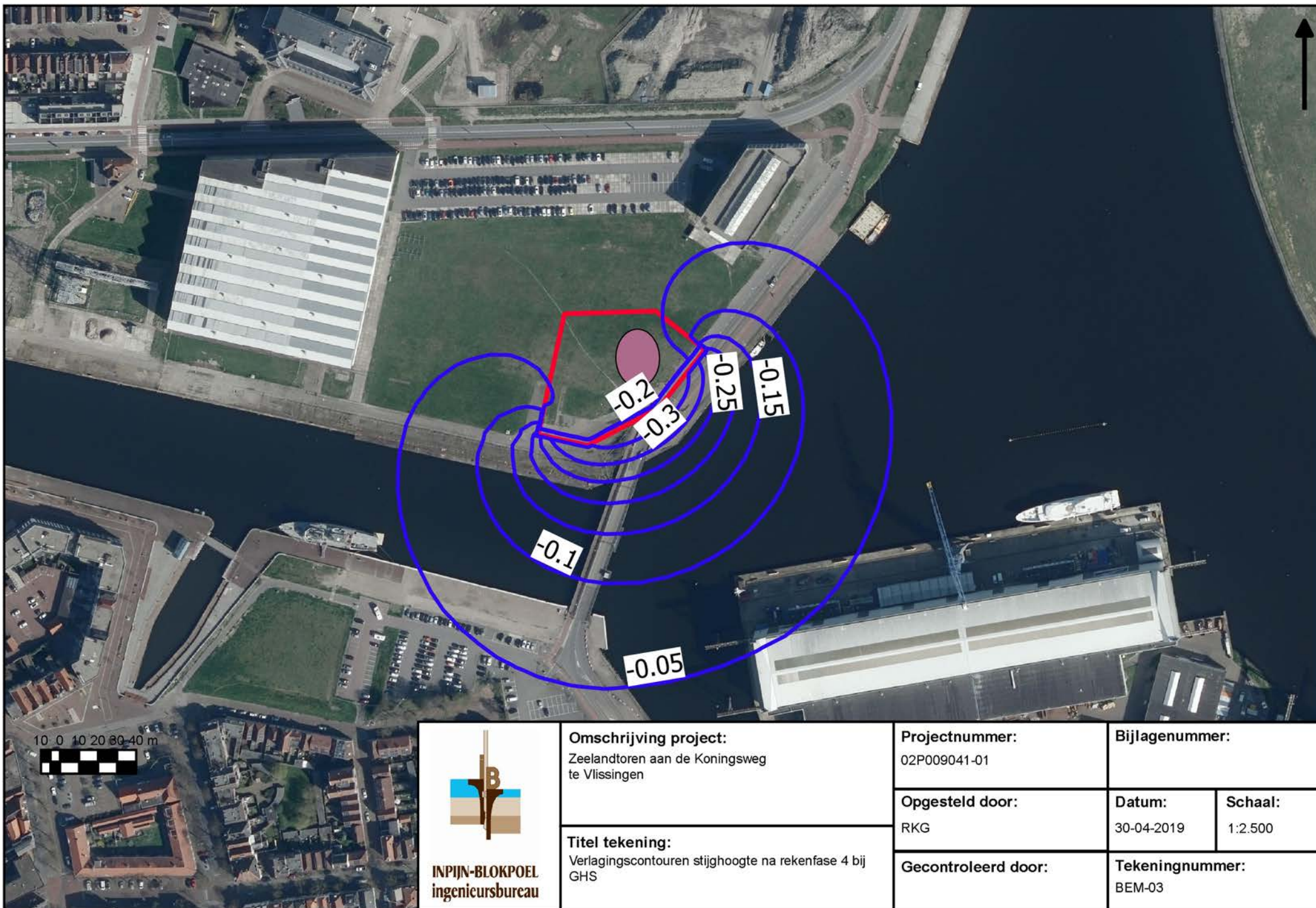
Bijlagenummer:

Datum:
30-04-2019

Schaal:
1:2.500

Tekeningnummer:
BEM-01





Omschrijving project:
Zeelandtoren aan de Koningseweg
te Vlissingen

Titel tekening:
Verlagingscontouren stijghoogte na rekenfase 4 bij
GHS

Projectnummer:
02P009041-01

Opgesteld door:
RKG

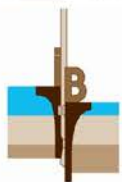
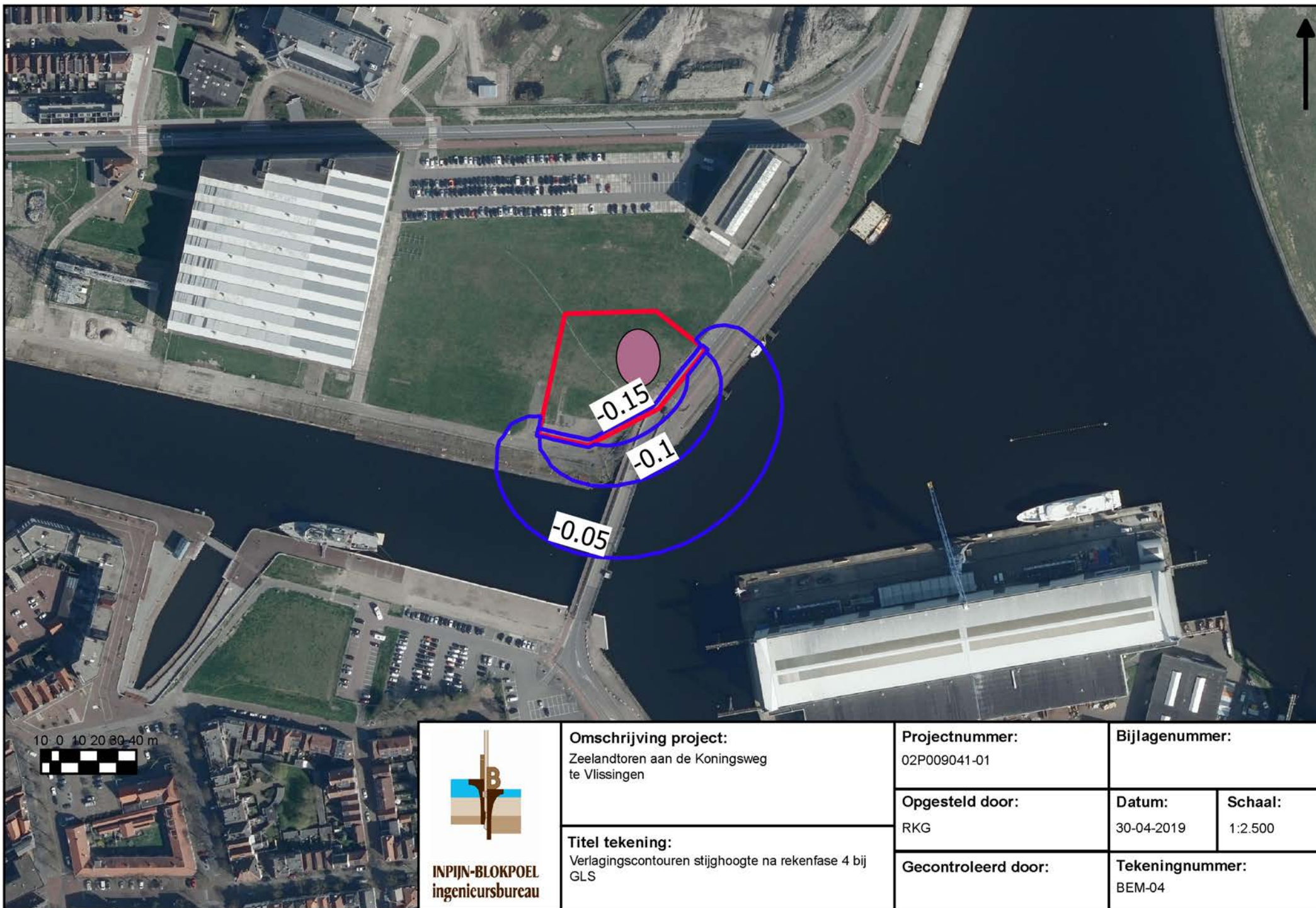
Gecontroleerd door:

Bijlagenummer:

Datum:
30-04-2019

Schaal:
1:2.500

Tekeningnummer:
BEM-03



INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Zeelandtoren aan de Koningsweg
te Vlissingen

Titel tekening:
Verlagingscontouren stijghoogte na rekenfase 4 bij
GLS

Projectnummer:
02P009041-01

Opgesteld door:
RKG

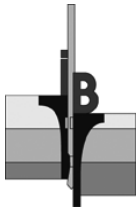
Gecontroleerd door:

Bijlagenummer:

Datum:
30-04-2019

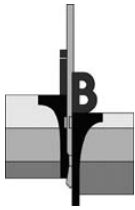
Schaal:
1:2.500

Tekeningnummer:
BEM-04



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage I



ALGEMENE RICHTLIJNEN IN DE GROND GEVORMDE PAAL MET GRONDVERDRINGEND INGESCHROEFDE HULPBUIS

Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: maaiveldhoogte, werkhoogte, bouwpeil t.o.v. Ref/NAP,
- afmetingen hulpbuis (diameter buis/punt) en de te realiseren paallengte in relatie tot het grondonderzoek en het funderingsadvies,
- overige relevante uitgangspunten van de geotechnische rapportages.

Naastliggende gebouwen

Voor zover het in het advies niet aan de orde is gesteld, dient te worden nagegaan of de palen gemaakt kunnen worden zonder risico's voor de belendingen. Hiertoe is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw van deze belendingen en de funderingswijze. Daarbij is ook de bouwkundige staat van de panden van belang.

Werkterrein/bouwput

Het werkterrein dient dermate droog en stabiel te zijn dat verantwoord kan worden gewerkt.

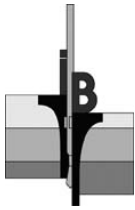
Voorkomen moet worden dat eenmaal gemaakte palen beschadigen doordat deze horizontaal worden belast door bijvoorbeeld het manoeuvreren van materieel of door graafwerk rond de paal. Dit geldt vooral bij gedeeltelijk gewapende palen.

Let op: in beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat er sprake is van een hydrostatisch grondwaterstandsverloop over de geboord diepte.

De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op de uiteindelijke paalkwaliteit. De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.

Uitvoering

- Op de hulpbuis moet een markering worden aangebracht waaruit de juiste paallengte kan worden afgeleid.
- De hulpbuis dient voordat met het boren wordt begonnen te worden gecontroleerd op rechtheid en rechtstand, dan wel op de juiste schoorstand. Bij aanwezigheid van een klep aan de onderzijde van de hulpbuis dient het functioneren ervan te worden gecontroleerd.
- De volgorde van uitvoering dient zodanig te zijn dat door het aanbrengen van een paal, de positie, de draagkracht en de integriteit van nabij gelegen palen niet negatief wordt beïnvloed.
- De eerste paal moet zo dicht mogelijk bij of op een sondering worden gemaakt.
- Het boormoment en de pull-down kracht op de hulpbuis dient zodanig te zijn afgestemd op de bodemopbouw, dat het inboren grondverdringend geschiedt, met zo min mogelijk opwaarts grondtransport en ontspanning.
- Zodra de buis op diepte is moet worden gecontroleerd of de buis droog is en vrij van grond. Vervolgens kan de wapening worden ingebracht en de buis worden gevuld met specie, zodanig dat sprake is van voldoende overdruk.
- Tijdens het trekken van de hulpbuis mag de wapening niet omhoog komen en dient te worden gecontroleerd of de onderafsluiting van de hulpbuis (klep, deksel, boorpunt) goed lost.
- De treksnelheid dient in overeenstemming te zijn met de specietoever, zodanig dat een continu gevulde schacht verzekerd is. Met name in bodemlagen met een lage sondeerweerstand en een geringere stabiliteit van de boorgatwand is dit van belang.
- Na het vervaardigen van een paal moet de verwerkte hoeveelheid beton worden vergeleken met de berekende inhoud.
- Bij sommige systemen kan de wrijvingsweerstand in zeer vaste bodemlagen worden gereduceerd door bijvoorbeeld een bepaalde hoeveelheid grout te injecteren iets boven de paalpunt, of door aan de punt onder hoge druk een zeer beperkte hoeveelheid water te injecteren. Hierbij mag geen grondtransport plaatsvinden en de toepassing van deze maatregelen dient in overeenstemming te zijn met de uitgangspunten van het funderingsontwerp en -advies.



ALGEMENE RICHTLIJNEN IN DE GROND GEVORMDE PAAL MET GRONDVERDRINGEND INGESCHROEFDE HULPBUIS

Paalafstanden

Wanneer twee palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd, moet de onderlinge h.o.h. afstand tenminste vier maal de paaldiameter bedragen, met een minimum van 2 meter. Een kleinere afstand is toegestaan, indien de tijd tussen het maken van de eerste en de tweede paal zodanig lang is dat de eerst gemaakte paal voldoende is uitgehard (minstens 4 uur). Tijdens de uitvoering van de palen moet het niveau van de specie in de reeds gemaakte naburige paal worden gecontroleerd.

Wanneer er nazakking of oppersing wordt geconstateerd, moet een andere uitvoeringsvolgorde of een langere verhardingstijd worden aangehouden. De paal waarbij oppersing of nazakking is geconstateerd moet, indien geen vervangende paal wordt gemaakt, na verharding worden gecontroleerd.

Vastlegging uitvoeringgegevens

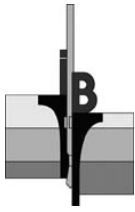
- Datum en nummer palenplan en overige relevante werktekeningen.
- Conditie werkterrein, aanwezigheid eventuele bemalingen.
- Werkniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Ingezet materieel.
- Samenstelling boorploeg.
- Vermogen boormotor en pull-downkracht (oliedruk, toerental).
- Rechtheid hulpbuis, functioneren onderafsluiting hulpbuis (klep, deksel, boorpunt).
- Boorvolgorde met data.
- Paaltype, schacht/puntafmeting, paalpuntniveau en wapening(code).
- Samenstelling specie (sterkteklasse, milieuklasse, cementgehalte, hulpstoffen e.d.).
- Datum en tijdstip vervaardiging palen.
- Bereikt paalpuntniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Draaimoment en pull-down kracht per eenheid van diepte.
- Specieverbruik in relatie tot theoretisch paalvolume, mixerwissels.
- Inboor- en treksnelheid (begintijd en eindtijd boren en trekken).
- Wijze van trekken (draaiend, oscillerend, stilstaand, trillend).
- Wijze afwerking paalkoppen.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering (vershoven piketten, verloop van de hulpbuis, plaatsafwijkingen, scheefstand, onderbrekingen tijdens trekken of het niet lossen van onderafsluiting en de vervolgens gehanteerde werkwijze, water en/of grond in de boorbuis, stagnatie tijdens uitvoering paal, mee omhoog trekken of wegzakken van de wapening, veranderingen in specieniveau van nabijgelegen palen, plaatsafwijkingen, welpalen, bleeding, rijp op de wapening e.d.).

Controle

Door middel van akoestisch doormeten dient de integriteit van palen te worden beoordeeld. Deze metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden uitgevoerd vanaf 5 dagen na productie. De meetgegevens geven informatie over o.a. discontinuïteiten, zoals scheuren, insnoeringen en uitstulpingen, over de lengte van de paal en over de kwaliteit van de paalkop.

Aan palen waarbij tijdens de uitvoering bijzonderheden werden geconstateerd dient tijdens de kwaliteitscontrole extra aandacht te worden besteed. Visuele controle van de paalkop kan plaatsvinden door deze vrij te graven. Hiervoor dient de paal wel voldoende te zijn gewapend.

Indien twijfel bestaat ten aanzien van het draagvermogen van een paal kan afhankelijk van de situatie worden nagesondeerd binnen 1,0 m van de paal, of kan een paal worden proefbelast.



ALGEMENE RICHTLIJNEN IN DE GROND GEVORMDE PAAL MET GRONDVERDRINGEND INGESCHROEFDE HULPBUIJS

Boortoezicht

Gezien de vele factoren die het installatieproces en daarmee de kwaliteit van de palen kunnen beïnvloeden wordt geadviseerd om per project na te gaan of onafhankelijk deskundig boortoezicht gewenst is. Desgewenst kan toezicht door ons bureau worden verzorgd.

Milieu

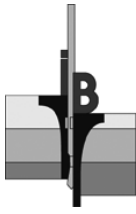
Er wordt op gewezen dat milieu-aspecten met betrekking tot eventuele aan- en afvoer van grond en lozing van grondwater niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

Tot slot

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar:

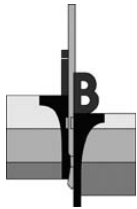
- NEN-EN 12699:2001 "uitvoering van bijzonder geotechnisch werk –verdringingspalen",
- NVN 6724 "in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel",
- BRL-2356 van het KIWA met bijlage E,
- CUR-aanbeveling 109 "akoestisch doormeten van betonnen funderingspalen",
- CUR 2004-1 "beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen" en CUR-aanbeveling 114 "toezicht op de realisatie van paalfunderingen".
- Eventuele interne kwaliteitsrichtlijnen van de uitvoerende partij.

Februari 2012



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

Bijlage J

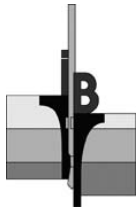


A) Controle uitgangspunten en aannamen

- Voorafgaand aan het aanbrengen van de kering dienen ten minste de navolgende zaken te worden geverifieerd:
 - o uitgangspunten berekening en de uiteindelijke condities (bovenbelastingen, maaiveldverloop kerende zijde, aanleg-/ontgravingsniveaus, stijfheid kering, grondwaterstand, fasering, wijze van verankeren/stempelen etc.);
 - o voorgestelde werkwijze in relatie tot de geplande uitvoeringswijze;
 - o invloed op de omgeving verband houdende met het aanbrengen, het deformeren en het (indien toelaatbaar) verwijderen van de keerconstructie (kering inclusief eventuele verankering).
- Bij afwijkingen dient te worden nagegaan wat de consequenties hiervan kunnen zijn.
- Geadviseerd wordt de controle tijdig uit te voeren zodat eventuele negatieve consequenties niet te laat worden onderkend, en op de afwijkingen nog kan worden geanticipeerd.
- Nagegaan dient te worden of het constructief ontwerp van gordingen, stempels, verankeringen en de kering (indien deze in de grond is gevormd) voldoet aan de materiaal gebonden normen. Deze werkzaamheden maken in principe geen deel uit van het geotechnisch advies.
- Nagegaan dient te worden of er voldoende ruimte beschikbaar is voor het aanbrengen van de kering en of de locatie voldoende toegankelijk is.
- Voor zover gebruik wordt gemaakt van de openbare ruimte of grond van derden dient hiervoor toestemming te zijn verleend.
- Hoewel ten behoeve van de in de rapportage verrichte berekeningen de bodemschematisatie op basis van de beschikbare resultaten zo goed mogelijk is doorgevoerd mag, onder meer door de soms zeer variabele ondergrond, niet worden uitgesloten dat de situatie in de praktijk significant kan afwijken van hetgeen op basis van het model wordt berekend.
- In de berekening worden aannames gedaan voor wat betreft de maatgevende grondwaterstand. Voor meer inzicht in de grondwaterstandfluctuaties wordt geadviseerd om tot de start van de uitvoering een aanwezige of aan te brengen peilbuis te monitoren en de resultaten na verloop van tijd te vergelijken met de (geactualiseerde) gegevens van TNO-peilbuizen over dezelfde periode.

B) Omgeving

- Bij toepassing van een keerconstructie (kering al dan niet in combinatie met verankering) geldt, evenals voor andere bouwwerkzaamheden, dat er in principe een aanvaardbaar minimaal risico dient te zijn ten aanzien van negatieve consequenties voor de omgeving.
- Bij negatieve effecten kan worden gedacht aan geluids- en trillingshinder alsmede aan risico voor schade aan nabijgelegen bebouwing en infrastructuur samenhangend met het *aanbrengen*, het *vervormen* en (indien van toepassing) het *verwijderen* van de kering en eventueel de verankering.
- Voor wat betreft omliggende bebouwing en infrastructuur is de uiteindelijke invloed sterk afhankelijk van de aard, de funderingswijze en de conditie.
- Voor zover in het advies niet aan de orde gesteld, dient de invloed op de omgeving te worden nagegaan.
- Bij negatieve effecten kan het nodig zijn om de uitvoeringswijze aan te passen of maatregelen te nemen ter beperking van de invloed.
- Met name als effecten te laat worden onderkend kan dit van invloed zijn op de kosten, de aanvang, de planning en in sommige gevallen zelfs de haalbaarheid van een project.
- Voor de beoordeling van de toelaatbaarheid van trillingen voor wat betreft de kans op schade, is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw, de bouwkundige staat en de funderingswijze van de bebouwing in de omgeving. Op basis hiervan kunnen aan de hand van SBR richtlijn Deel A "Schade aan gebouwen" trillingssnelheden worden bepaald (grenswaarden) waarvan in de praktijk is gebleken dat als deze niet worden overschreden de kans zeer klein is dat schade optreedt (<1%).
- Naast Deel A Schade aan gebouwen bevat de SBR-richtlijn een Deel B hinder voor personen en Deel C storing aan apparatuur.
- Tijdens de uitvoering kunnen de trillingen (desgewenst door ons bureau) worden gemonitord. Voorafgaand aan de uitvoering kan eventueel een trillingsprognose worden uitgevoerd.



ALGEMENE RICHTLIJNEN GRONDKERING

- Regelgeving ten aanzien van geluid is opgenomen in onder meer de Wet Geluidhinder, gemeentelijke bepalingen in de APV, Circulaire Bouwlawaaai VROM, Wet Milieubeheer (stiltegebieden), Nationaal Milieubeleidsplan 4 (doelstellingen voor geluidsbelasting binnen de ecologische hoofdstructuur).

C) Werkterrein en bouwput

- Het werkterrein dient zodanig droog en stabiel te zijn dat verantwoord kan worden gewerkt.
- De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.
- De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op het aanbrengen van de kering.
- Eventuele taluds dienen voldoende flauw te worden ontgraven. In perioden met veel neerslag dienen taluds frequent te worden gecontroleerd en zo nodig te worden hersteld.
- Nagegaan moet worden in hoeverre graafwerk zonder risico voor nabijgelegen bebouwing en infrastructuur kan worden uitgevoerd.
- Voor verdere aanwijzingen met betrekking tot de graafwerkzaamheden wordt verwezen naar publicatieblad P25 van de Arbeidsinspectie.

D) Uitvoering

- Het in te zetten materieel moet zijn afgestemd op de toegankelijkheid, de beschikbare werkruimte, de bodemopbouw en de omgeving.
- Middelen zoals losboren, fluïderen en spuiten om keringselementen met minder weerstand en trillingen op diepte te brengen, mogen alleen worden ingezet als de invloed hiervan op de omgeving is geverifieerd.
- Keringselementen mogen alleen worden verwijderd als de invloed hiervan op de omgeving is nagegaan.
- Het aanbrengen van ankers moet zodanig gebeuren dat geen ontspanning optreedt in bodemlagen waaraan bestaande funderingen hun draagkracht ontleenen. In voorkomende gevallen verdient om deze reden een systeem waarbij de ankers met een verbuisd boorsysteem worden aangebracht de voorkeur.
- Bij belendingen op palen dient de positie van de ankers hierop te zijn afgestemd.
- Akers en stempels moeten in principe zijn voorgespannen voordat met de ontgraving wordt aangevangen.
- Eventuele vrije ruimte tussen gording en kering dient te worden uitgevuld.

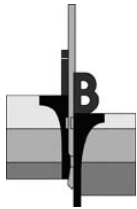
E) Kwaliteitsborging / toezicht

- De installatie en de werking van de keerconstructie moet op essentiële zaken worden bewaakt.
- Afspraken dienen te worden gemaakt over hoe te handelen bij een alarmering of bij afwijkingen.
- Afspraken dienen te worden gemaakt over toezicht op de juiste uitvoering en de werking van de keerconstructie.
- Voorgaande zaken dienen te zijn afgestemd op de omvang en de risico's van het werk.
- Geadviseerd wordt om de werkzaamheden te laten uitvoeren door een aannemer met voldoende aantoonbare ervaring in vergelijkbare grondslag.

F) Monitoring

Monitoringsplan

- Geadviseerd wordt om volgens een vooropgezet plan de keerconstructie en de omgeving op relevante aspecten te monitoren. Monitoring biedt onder meer de mogelijkheid om:
 - o het functioneren van de kering te kunnen beoordelen (vervorming, grond- en waterdichtheid)
 - o de omgevingsbeïnvloeding te toetsen aan de inschatting vooraf,
 - o na te kunnen gaan of een eventuele beïnvloeding daadwerkelijk *tijdens* de uitvoering is opgetreden,
 - o na te kunnen gaan of een eventuele beïnvloeding daadwerkelijk *als gevolg van* de werkzaamheden is opgetreden of dat mogelijk andere oorzaken hieraan debet zijn,
 - o bij een negatieve beïnvloeding zo mogelijk nog beheersmaatregelen te kunnen treffen.



ALGEMENE RICHTLIJNEN GRONDKERING

- Bij monitoring is het van belang dat vooraf de nulsituatie wordt vastgelegd.
- Binnen een monitoringsplan dient bovendien aandacht te worden besteed aan de wijze, de frequentie en de nauwkeurigheid van meten en de verslaglegging en interpretatie van de meetresultaten gaande het werk.
- De monitoring moet worden doorgezet tot een eventuele invloed niet meer te meten is.
- Het bevoegd gezag kan eisen stellen aan de monitoring.
- Desgewenst kan door ons bureau een monitoringsplan met daaraan gekoppeld een actieplan worden opgesteld.

Keerconstructie, bebouwing en infrastructuur

- Geadviseerd wordt om zo nodig fotografische vooropnamen te maken van objecten waarbij zichtbare schades worden vastgelegd.
- Door meetpunten aan te brengen op de keerconstructie en op objecten in de omgeving (hoogteboutjes, asfaltspijkers, inclinometers e.d.), kunnen eventuele deformaties worden gemonitord.
- De positie van de meetpunten dient voorafgaand aan het werk door minimaal twee nulmetingen te worden vastgelegd.
- Bij voorkeur dienen vooraf meerdere metingen te worden verricht om inzicht te krijgen in het effect van weers- en seizoensinvloeden en de meetwijze op het resultaat van de meting.
- Belangrijk is dat wordt uitgegaan van een referentiepunt dat zelf niet aan deformatie onderhevig is.

Grondwaterstand / stijghoogte

- De grondwaterstand kan worden gemonitord door middel van peilbuizen.
- De koppen van de peilbuizen dienen te zijn ingemeten ten opzichte van NAP.

G) Vastlegging uitvoeringsgegevens

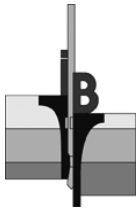
- Datum en nummer relevante documenten zoals: grondkeringsadvies, bemalingsadvies grondonderzoeksrapporten, vooropnamerapporten, monitoringsplan, werktekeningen en dergelijke.
- Ingezet materieel.
- Ontgravingsniveaus en maaiveldverloop kerende zijde ten opzichte van NAP.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering.

H) Tot slot

Voor meer richtlijnen wordt verwezen naar:

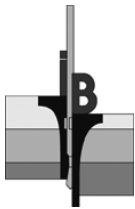
1. NEN 6740:2006
2. Eurocode 2,3,en 7
3. NEN-EN 12063, Damwanden; NEN-EN 1537 Grondankers; NEN-EN-ISO 22477 Deel 5, beproevingsankers
4. CUR 166 Damwandconstructies 5^e druk
5. CUR 2004-1 "beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen"
6. CUR-richtlijn 223 "meten en monitoren bij bouwputten"
7. Publicatieblad P25

Februari 2012



Opdracht : 02P009041-01
Document : 02P009041-01-adv-01
Project : Zeelandtoren aan de Koningsweg te Vlissingen

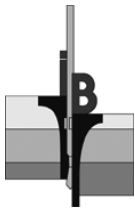
Bijlage K

**A) Controle uitgangspunten en aannamen**

- Voorafgaand aan de uitvoering van de bemaling dienen ten minste de navolgende zaken te worden geverifieerd:
 - uitgangspunten van het bemalingsadvies en de uiteindelijke condities (ontgravingsniveaus, aanlegniveaus, grondvlak verlaging, grondwaterstand, planning en duur bemaling etc.);
 - voorgestelde werkwijze in relatie tot de geplande uitvoeringswijze;
 - of aan procedurele vereisten voor wat betreft onttrekken en afvoer van grondwater is voldaan.
- Bij afwijkingen dient te worden nagegaan wat de consequenties hiervan kunnen zijn.
- Geadviseerd wordt de controle tijdig uit te voeren zodat eventuele negatieve consequenties niet te laat worden onderkend, op de afwijkingen nog kan worden geanticipeerd en eventueel mitigerende maatregelen kunnen worden genomen.
- Nagegaan dient te worden of er voldoende ruimte beschikbaar is voor het aanbrengen van het bemalingsstelsel, de aanleg van afvoerleidingen en (indien van toepassing) voor het aanbrengen van een infiltratiesysteem.
- Voor zover gebruik wordt gemaakt van de openbare ruimte of grond van derden dient hiervoor toestemming te zijn verleend.
- Bemalingsfilters en drains dienen zodanig te worden gepositioneerd en aangebracht, dat het draagvermogen van bestaande en eventueel nieuw aan te brengen funderingselementen (palen, stroken, poeren) hierdoor niet wordt beïnvloed.
- In een bemalingsadvies wordt op basis van de beschikbare gegevens een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van het traject waarover de grondwaterstand van nature fluctueert en van de geohydrologische eigenschappen van de ondergrond waaronder de waterdoorlatendheid. Genoemde aspecten zijn sterk bepalend voor de prognose van het waterbezwaar en voor de invloed van de bemaling op de omgeving.
- Hoewel ten behoeve van de in de rapportage verrichte berekeningen de bodemschematisatie op basis van de beschikbare resultaten zo goed mogelijk is doorgevoerd mag, onder meer door de soms zeer variabele ondergrond, niet worden uitgesloten dat de situatie in de praktijk significant kan afwijken van hetgeen op basis van het model wordt berekend.
- Voor meer inzicht in de grondwaterstandfluctuaties wordt geadviseerd om tot de start van de bemaling een aanwezige of aan te brengen peilbuis te monitoren en de resultaten na verloop van tijd te vergelijken met de (geactualiseerde) gegevens van TNO-peilbuizen over dezelfde periode.
- Meer zekerheid omtrent de geohydrologische eigenschappen van de ondergrond kan worden verkregen door aanvullend grondonderzoek, een pompproef of een proefbemaling.
- Ook gegevens van reeds uitgevoerde bemalingen in de omgeving kunnen bij de controle worden betrokken.

B) Omgeving

- Voor een bemaling geldt, evenals voor andere bouwwerkzaamheden, dat er in principe een aanvaardbaar minimaal risico dient te zijn ten aanzien van negatieve consequenties voor de omgeving.
- Bij negatieve effecten kan worden gedacht aan onder meer zettingen met risico voor schade aan bebouwing, verplaatsing van grondwaterverontreinigingen, schade aan landbouw, flora en fauna en negatieve beïnvloeding van onttrekkingen van derden, waaronder KWO-systemen.
- Voor zover in het advies niet aan de orde gesteld, dient de invloed op de omgeving te worden nagegaan.
- Bij negatieve effecten kan het nodig zijn om maatregelen te nemen ter beperking van de invloed.
- Met name als effecten te laat worden onderkend kan dit van invloed zijn op de kosten, de aanvang, de planning en in sommige gevallen zelfs de haalbaarheid van een project.
- Ons bureau kan in de vorm van een quickscan een omgevingsinventarisatie uitvoeren om na te gaan of potentiële knelpunten dan wel negatieve effecten te verwachten zijn.



C) Wet en regelgeving

Bevoegd gezag

Het onttrekken van grondwater, het lozen op oppervlaktewater en het infiltreren in de bodem zijn “activiteiten in het watersysteem” die vallen onder de Waterwet (2009). Voor het regionale watersysteem is het waterschap het bevoegd gezag; voor het hoofdwatersysteem Rijkswaterstaat.

Lozingen op een openbaar rioolstelsel zijn met de inwerkingtreding van de waterwet geregeld binnen de Wet Milieubeheer. Bevoegd gezag in deze is in de meeste gevallen de gemeente.

Geadviseerd wordt om tijdig contact op te nemen met het bevoegd gezag (waterschap, Rijkswaterstaat, gemeente), of een vooroverleg aan te vragen om na te gaan welke regelgeving precies van toepassing is, welke procedures moeten worden gevolgd, welke tijd hiermee gemoeid is en met welke heffingen en leges rekening moet worden gehouden.

Onttrekkingen, lozingen op oppervlaktewater en bodeminfiltraties

In het merendeel van de gevallen zullen deze activiteiten plaats vinden in het regionale watersysteem en is het waterschap het bevoegd gezag.

Per waterschap zijn de regels waaraan moeten worden voldaan, vastgelegd in verordeningen. Afhankelijk van bepaalde criteria zoals bijvoorbeeld in welke gebied de activiteit plaats vindt, hoe lang de activiteit duurt, met welk waterbezwaar de activiteit gepaard gaat en wat de kwaliteit is van het grondwater, kan het zijn dat voor de activiteit:

- 1) een ontheffing geldt en dus geen melding en geen watervergunning nodig is,
- 2) algemene regels van toepassing zijn waardoor geen watervergunning hoeft te worden aangevraagd maar kan worden volstaan met een melding,
- 3) een watervergunning moet worden aangevraagd,
- 4) een algemeen verbod geldt.

Een melding dient doorgaans te geschieden een aantal weken voor aanvang van de activiteit middels de daarvoor bestemde formulieren.

De aanvraag van een vergunning geschiedt met het formulier “Aanvraag Watervergunning” en vereist een begeleidende rapportage waarin de effecten op de omgeving in kaart worden gebracht. Hierbij moet worden gedacht aan zettinggevoelige bebouwing, verontreinigingen, drinkwaterwinningen, natuurgebieden, bestaande energieopslagsystemen en dergelijke.

Afhankelijk van de aard van het project zal door het waterschap worden bepaald welke Awb-procedure (Algemene wet bestuursrecht) dient te worden gevolgd:

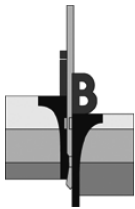
De reguliere voorbereidingsprocedure gaat uit van een beslistermijn van 8 weken na binnenkomst van de aanvraag. Belanghebbenden worden door het waterschap aangeschreven en in de mogelijkheid gesteld binnen deze periode bezwaar aan te tekenen.

De openbare voorbereidingsprocedure gaat uit van een beslistermijn van 6 maanden na binnenkomst aanvraag. Tijdens de procedure komt een ontwerp- en een definitieve beschikking uit, die beide gedurende 6 weken ter visie liggen. In deze periode kunnen belanghebbenden zienswijzen of bezwaren indienen tegen de beschikking.

Lozing op riolering

Lozing van schoon grondwater op de riolering is in principe niet gewenst. Het is nadelig voor de goede werking van de rioolwaterzuiveringsinstallatie en het bevordert het overstorten van vervuild water vanuit de riolering op oppervlaktewater. Als het redelijkerwijs niet mogelijk is het grondwater te lozen op oppervlaktewater kan worden gekozen voor lozing op het riool.

Lozingen op een openbaar rioolstelsel worden met de inwerkingtreding van de Waterwet geregeld binnen de Wet Milieubeheer en vallen daarmee in de meeste gevallen onder de bevoegdheid van de gemeente. Het is verstandig om tijdig contact op te nemen met de gemeente om na te gaan welke regelgeving precies van toepassing is, welke procedure moet worden gevolgd en welke tijd hiermee gemoeid gaat. Of lozing op het riool wordt toegestaan zal mede afhangen van de hoeveelheid in relatie tot de rioolcapaciteit en de kwaliteit van het water.



ALGEMENE RICHTLIJNEN BEMALING

Aanleg afvoerleidingen

Nagegaan dient te worden of het praktisch gezien mogelijk is om een afvoerleiding aan te leggen tussen de onttrekking en de geplande locatie van de lozing dan wel de infiltratie.

Kwaliteit grondwater

Aan de kwaliteit van het te lozen of te infiltreren bemalingswater kunnen door bevoegd gezag aanvullende eisen worden gesteld. Hiervoor kan het nodig zijn de kwaliteit van het water op bepaalde parameters te bepalen.

Bij een onvoldoende kwaliteit kunnen maatregelen nodig zijn zoals bijvoorbeeld beluchting (bij een te laag zuurstofgehalte), ontijzing (bij een te hoog ijzergehalte) of zuivering (bij verontreinigingen).

Heffingen en Leges

Met de aanvraag van de benodigde vergunningen zijn over het algemeen legeskosten gemoeid. Bovendien dient rekening te worden gehouden met heffingen per m³ te onttrekken of te lozen grondwater door het Rijk, de Provincie het Waterschap en de gemeente. Of en zo ja welke leges-kosten en heffingen precies van toepassing zijn kan per geval verschillen.

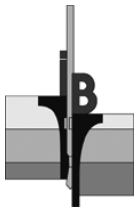
D) Werkterrein en bouwput

- Het werkterrein dient zodanig droog en stabiel te zijn dat verantwoord kan worden gewerkt.
- De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.
- De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op het aanbrengen van de bemalingsinrichting.
- Taluds dienen voldoende flauw te worden ontgraven. Taludinstabiliteit kan namelijk aanleiding geven tot filterbreuk en daarmee tot het uitvallen van de bemaling. In perioden met veel neerslag dienen taluds frequent te worden gecontroleerd en zo nodig te worden hersteld.
- Graafwerkzaamheden die volgen op de installatie en in bedrijfsname van de bemaling dienen voldoende achter te blijven ten opzichte van de bereikte verlaging.
- Nagegaan moet worden in hoeverre graafwerk zonder risico voor nabijgelegen bebouwing en infrastructuur kan worden uitgevoerd.
- Voor verdere aanwijzingen met betrekking tot de graafwerkzaamheden wordt verwezen naar publicatieblad P25 van de Arbeidsinspectie.

E) Inrichting en uitvoering bemaling

Kwaliteitsborging

- Een bemaling dient over het algemeen ononderbroken plaats te vinden. Afgestemd op de omvang van de bemaling en de risico's die ontstaan bij het uitvallen of onvoldoende functioneren van de installatie moet aandacht worden besteed aan de inrichting van de bemaling en de bewaking van de continuïteit van de bemaling.
- Geadviseerd wordt om de installatie te voorzien van een alarmeringssysteem dat de werking ervan op essentiële zaken bewaakt (te hoge of lage grondwaterstanden, droogdraaien, wegvallen vacuüm of uitvallen pompen, te hoge persdruk c.q. verstopping bij infiltratie etc.).
- Afspraken dienen te worden gemaakt over hoe te handelen bij een alarmering.
- Afspraken dienen te worden gemaakt over toezicht op de juiste uitvoering, de werking en het onderhoud van de installatie.
- Zorg moet worden gedragen voor de beschikbaarheid van een reserve-energievoorziening en reservepompevermogen.
- Voorgaande zaken dienen te zijn afgestemd op de omvang van de bemaling en de risico's die kunnen ontstaan bij uitvallen van de bemaling.
- Aanbevolen wordt alvorens te ontgraven de doelmatigheid van de bemaling te toetsen zodat indien nodig nog tijdig aanpassingen kunnen worden doorgevoerd.



ALGEMENE RICHTLIJNEN BEMALING

- Voor zover in het rapport niet specifiek aan de orde gekomen, wordt erop gewezen dat zo nodig maatregelen moeten worden getroffen om taludstabiliteit te verzekeren (drainage, volledig gesleufde filters met geringe filterafstand, voldoende flauwe taluds e.d.).
- Onttrekkings- en retourfilters mogen na afronding van de bemaling niet zonder meer worden getrokken. Indien de bemalingsfilters belangrijke waterremmende bodemlagen perforeren dient ter hoogte van deze lagen een afdichting met klei of bentoniet te worden aangebracht.
- Geadviseerd wordt om de bemalingswerkzaamheden te laten uitvoeren door een aannemer met voldoende aantoonbare ervaring in vergelijkbare grondslag.

Monitoring bereikte verlaging en waterbezwaar

- De mate van onttrekking dient te worden afgestemd op de bereikte verlaging. Voorkomen moet worden dat de grondwaterstand in de bodemlagen waaruit wordt onttrokken, dieper dan strikt noodzakelijk wordt verlaagd en voor een langere duur dan strikt noodzakelijk. Hiermee wordt het waterbezwaar en de invloed naar de omgeving zoveel mogelijk beperkt.
- De hoeveelheden onttrokken, geloosd en geretourneerd water dienen gaande het werk door debietmeters op deugdelijke wijze te worden gemeten en gerapporteerd.
- De meetgegevens dienen gaande het werk op overzichtelijke wijze inzicht te geven in het waterbezwaar per uur, per dag, per maand en in totaal.
- Voor zover een bemaling bestaat uit meerdere onderdelen (strengbemaling, deepwells, horizontale drainbemaling) dient het systeem van debietmeters inzicht te geven in de verdeling van het waterbezwaar over de diverse onderdelen.

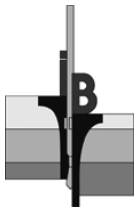
F) Monitoring omgeving

Monitoringplan

- Geadviseerd wordt om volgens een vooropgezet plan de omgeving op relevante aspecten te monitoren. Monitoring biedt onder meer de mogelijkheid om:
 - het functioneren van de bemaling te kunnen beoordelen,
 - de omgevingsbeïnvloeding te toetsen aan de inschatting vooraf,
 - na te kunnen gaan of een beïnvloeding daadwerkelijk *tijdens* de bemaling is opgetreden,
 - na te kunnen gaan of een beïnvloeding daadwerkelijk *als gevolg van* de bemalingswerkzaamheden is opgetreden of dat mogelijk andere oorzaken hieraan debet zijn,
 - bij een negatieve beïnvloeding zo mogelijk nog beheersmaatregelen te kunnen treffen.
- Bij monitoring is het van belang dat vooraf de nulsituatie wordt vastgelegd.
- Binnen een monitoringsplan dient bovendien aandacht te worden besteed aan de wijze, de frequentie en de nauwkeurigheid van meten en de verslaglegging en interpretatie van de meetresultaten gaande het werk.
- De monitoring moet na afloop van de bemaling worden doorgezet tot een eventuele invloed niet meer te meten is.
- Het bevoegd gezag kan eisen stellen aan de monitoring.
- Desgewenst kan door ons bureau een monitoringsplan met daaraan gekoppeld een actieplan worden opgesteld.

Grondwaterstand / stijghoogte

- Een bemaling en ook een retourbemaling beïnvloedt in principe de stand en de stromingsrichting van het grondwater in de omgeving.
- De beïnvloeding kan worden gemonitord door middel van peilbuizen.
- Het aantal, de locatie van de peilbuizen, de diepte van de filters, de meetwijze (handmatig of met drukopnemers) en de meetfrequentie dient per project in relatie tot de omgeving te worden bepaald.
- De koppen van de peilbuizen dienen te worden ingemeten ten opzichte van NAP, de locatie van iedere peilbuis dient bij voorkeur te worden vastgelegd in RD-coördinaten, de aangetroffen grondslag dient te worden beschreven in een boorprofiel.



ALGEMENE RICHTLIJNEN BEMALING

Bebouwing / infrastructuur

- Bij een verlaging van de grondwaterstand/stijghoogte tot beneden de in het verleden regelmatig opgetreden lage grondwaterstanden bestaat, afhankelijk van de opbouw van de bodem, de kans dat enige maaiveldzakking optreedt.
- Maaiveldzakking kan consequenties hebben voor bebouwing en infrastructuur in de omgeving.
- Geadviseerd wordt om zo nodig fotografische vooropnamen te maken van objecten waarbij zichtbare schades worden vastgelegd.
- Het uiteindelijke effect van zettingen en zettingsverschillen op bebouwing is sterk afhankelijk van de aard van de bebouwing, de funderingswijze en de bouwkundige conditie. Afhankelijk van de situatie kan het raadzaam zijn hiernaar nader onderzoek te laten doen.
- Door meetpunten aan te brengen op objecten in de omgeving (hoogteboutjes, asfaltspijkers e.d.), kan de hoogteligging worden gemonitord; met scheurimeters de scheurwijdte.
- De hoogte van de meetpunten dient voorafgaand aan het werk door minimaal twee nulmetingen te worden vastgelegd.
- Bij voorkeur dienen vooraf meerdere metingen te worden verricht om inzicht te krijgen in het effect van weers- en seizoensinvloeden en de meetwijze op het resultaat van de meting.
- Belangrijk is dat wordt uitgegaan van een referentiepunt dat zelf niet aan zetting onderhevig is.

Grondwaterverontreinigingen / grondwaterkwaliteit

- Afhankelijk van de situatie kan het nodig zijn om het te lozen of te infiltreren water te bemonsteren en te onderzoeken op parameters als ijzer, zuurstof of specifieke verontreinigingen.
- Bij aanwezigheid van eventuele grondwaterverontreinigingen in de omgeving kan het nodig zijn deze te monitoren.

G) Vastlegging uitvoeringsgegevens

- Datum en nummer relevante documenten zoals: bemalingsplan, bemalingsadvies, grondonderzoeksrapporten, vooropnamerapporten, monitoringsplan, werktekeningen en dergelijke.
- Ingezet materieel.
- Ontgravingsniveaus ten opzichte van NAP.
- Gegevens monitoring bemaling en omgeving.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering (aantrekken van lucht, afwijkende bodemopbouw, te grote of te geringe verlagingen etc.).

H) Milieu

Er wordt op gewezen dat milieu-aspecten met betrekking tot eventuele aan- en afvoer van grond en lozing van grondwater in principe niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

I) Tot slot

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar

1. SBR-rapport Bemaling van bouwputten,
2. NEN 6740:2006,
3. CUR 2004-1 "beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen",
4. CUR-richtlijn 223 "meten en monitoren bij bouwputten",
5. publicatieblad P25,
6. Beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100 "mechanisch boren" 17 juni 2010

ADVISERING GEOTECHNIEK

Paalfundering
Fundering op staal

Bouwputontwerp
Bemaling
Grondkerende constructie
Taludstabiliteit

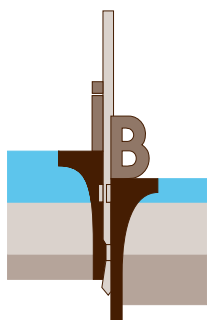
Bouwrijp maken terrein
Grondbalans
Drainage
Afkoppelen en infiltreren
Geo-hydrologische studie

Toezicht heiwerk

Funderingsrenovatie
Schade expertise

Pijpleidingen
Gestuurde boringen

Trillingsanalyse
Geluidsanalyse



INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau



Ingenieursbureau Inpijn-Blokpoel Son B.V.

Ekkersrijt 2058
postbus 94 - 5690 AB Son
telefoon (0499) 47 17 92
telefax (0499) 47 72 02
e-mail post@inpijn-blokpoel.com

VELDWERK

Sonderen
Boren
Pompproeven
Peilbuizen

Landmeetkundig werk
Nauwkeurigheidswaterpassing
DGPS-metingen
Inmeten palenplan

Trillingsmeting
Geluidsmeting
Akoestische paalcontrole
Geo-monitoring

Heibegleiding
Toezicht bouwputten

LABORATORIUM

Classificatie proeven
Mechanische eigenschappen
Chemische analyse

MILIEU-ONDERZOEK

Verkennd-, nader- en
saneringsonderzoek
Advisering
Projectbegeleiding
Akoestisch onderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)



www.inpijn-blokpoel.com