DO-Berekening Duikers Nieuwkoop
Vervanging 10 duikers Watergebiedsplan Nieuwkoop

projectnr. 0248373.04
revisie 1.1
4 december 2013

auteur(s)
P. van den Noort
A.R. Blacquière
G.H. Lieftink

Opdrachtgever
Hoogheemraadschap van Rijnland
Postbus 156
2300 AD Leiden

Bijlage 3
14.26963
ter inzage van
5-5-2014 t/m 16-6-2014

datum vrijgave	beschrijving revisie 1.1	goedkeuring	vrijgave
5/12/2013	Definitief	F. van Schaik	R. Vrijraven

Colofon

oranjewoud
Member of Antea Group

Projectgroep bestaande uit:
P. van den Noort
I. Kool
W. van Veggel
R. Walraven
A.R. Blacquière
F. van Schaik
G.H. Lieftink

Tekstbijdragen:

Fotografie:

Vormgeving:
Oranjewoud

Datum van uitgave:
4 december 2013

Contactadres:
Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM

Copyright © 2013 **Ingenieursbureau Oranjewoud**
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

oranjewoud
Member of Antea Group

Inhoud

blz.

1	Inleiding	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Doel van de berekening	4
1.3	Algemene normen en richtlijnen	4
1.4	Rekenprogrammatuur	4
2	Materiaalgegevens	5
2.1	Eigengewicht	5
3	Randvoorwaarden en uitgangspunten	6
3.1	Uitgangspunten	6
3.2	Geometrie	6
3.3	Geotechnische categorie	6
3.4	Grondonderzoek	6
4	Belastingen en belastingcombinaties	7
4.1	Algemeen	7
4.1.1	*Veiligheidsklasse*	*7*
4.1.2	*Referentieperiode*	*7*
4.2	Uitgangspunten bij bepalen belastingen	7
4.3	Permanente belastingen	7
4.3.1	*Eigen gewicht duiker*	*7*
4.3.2	*Gewicht stootplaten*	*7*
4.3.3	*Rustende Belasting*	*8*
4.4	Veranderlijke belastingen	8
4.4.1	*Belasting t.g.v. waterstanden in de duiker*	*8*
4.4.2	*Verkeersbelasting*	*8*
4.5	Belastingfactoren	10
4.6	Combinaties	10
5	Duiker onder de Kerkweg OR-4.08-ax	11
5.1	Belastingen	11
5.1.1	*Permanente belastingen*	*11*
5.1.2	*Veranderlijke belastingen*	*13*
5.2	Opdrijven	16
5.3	Combinaties	17
5.3.1	*Belastingcombinaties*	*17*
5.3.2	*Resultaten funderingsbelasting*	*17*
5.4	Geotechnische controle	18
5.4.1	*Uitgangspunten*	*18*
5.4.2	*Resultaten*	*18*
6	Duiker onder de Zevenhovenseweg OR-4.09-iw	19
6.1	Belastingen	19
6.1.1	*Permanente belastingen*	*19*
6.1.2	*Veranderlijke belastingen*	*21*
6.2	Opdrijven	24

6.3 Combinaties 25
6.3.1 Belastingcombinaties 25
6.3.2 Resultaten funderingsbelasting 25
6.4 Geotechnische controle 26
6.4.1 Uitgangspunten 26
6.4.2 Resultaten 26

7 Duiker onder de Achttienkavels weg OR- 27
7.1 Belastingen 27
7.1.1 Permanente belastingen 27
7.1.2 Veranderlijke belastingen 29
7.2 Opdrijven 32
7.3 Combinaties 33
7.3.1 Belastingcombinaties 33
7.3.2 Resultaten funderingsbelasting 33
7.4 Geotechnische controle 34
7.4.1 Uitgangspunten 34
7.4.2 Resultaten 34

8 Conclusie en aanbevelingen 35
8.1 Duikers 35
8.2 Fundering 35
8.3 Aanbevelingen 35

Bijlage 1: Tekeningen 36

Bijlage 2: Berekening funderingscapaciteit 37

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Waterschap Rijnland gaat in watergebied Nieuwkoop een tiental duikers vervangen. In dit rapport worden er hier drie van behandeld.

In het watergebied liggen momenteel een aantal duikers die vervangen moeten worden hiervoor is een VO gemaakt. Van drie hiervan wordt het VO in dit rapport uitgewerkt tot DO. Dit zijn:

- 1 OR-4.08-ax Kerkweg
- 2 OR-4.09-iw Zevenhovenseweg
- 10 -- Achttienkavelsweg

Figuur 1.1: Locaties duikers (kaart bron: *Google maps*).

De duikers worden geplaatst op locaties waar momenteel ook een duiker aanwezig is. De dimensies van de nieuwe duikers zijn anders dan de bestaande duikers.

Voor de rechthoekige duikers wordt uitgegaan van in het werk nagespannen betonnen prefab elementen die door een prefab betonleverancier in detail nader uitgewerkt worden. De losse rechthoekige elementen worden in de uitvoering op een fundering geplaatst. Nadat de tubileenslangen in de spangaten zijn aangebracht, worden de duikerelementen op de voeg afgevoegd met krimparme voegspecie. Zodra de voegspecie is uitgehard, worden de duikerelementen inclusief de taludbeëindigingen afgespannen. De hoeveelheid langsvoorspanning wordt samen met de detailengineering van de duikerelementen door de prefab betonleverancier bepaald.

Voor de ronde duikers wordt ook uitgegaan van prefab elementen welke door de betonleverancier verder uitgewerkt worden. Deze worden niet nagespannen.

Constructief werkt Oranjewoud de hoofdberekening en de onderbouw ten behoeve van de duikers uit. Bij de onderbouw is naast een constructieve benadering ook een geotechnische benadering vereist.

Deze berekening is in nauw overleg tussen constructeur(s), geotechnisch adviseur en ontwerper tot stand gekomen.

1.2 Doel van de berekening

In deze rapportage worden de drie duikers uitgewerkt tot DO-niveau. Dit houdt in: het vaststellen van de hoofdafmetingen van de betonconstructie en fundering.

1.3 Algemene normen en richtlijnen

Bij dit project zal gebruik worden gemaakt van de volgende normen en richtlijnen.

Tabel 1.1: Algemene normen en richtlijnen.

Omschrijving
NEN-EN 1990+A1+A1/C2: 2011: Grondslagen van het constructief ontwerp + Nationale Bijlage
NEN-EN 1991-1-1+C1: 2011: Eurocode 1: Belastingen op constructies + Nationale Bijlage
NEN-EN 1991-2+C1: 2011: Eurocode 1: Belastingen op Constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen + Nationale Bijlage
NEN-EN 1992-1-1+C2: 2011: Eurocode 2: Ontwerp en berekening van Betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen + Nationale Bijlage
NEN-EN 1992-2+C1: 2011: Eurocode 2: Ontwerp en berekening van Betonconstructies - Betonnen Bruggen - Regels voor ontwerp, berekening en detaillering.
NEN 9997-1:2002: Eurocode 7

1.4 Rekenprogrammatuur

De volgende computerprogramma's zullen, indien nodig, worden gebruikt.

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- D-Foundations versie 8.2

2 Materiaalgegevens

2.1 Eigengewicht

De gebruikte eigen gewichten van de materialen zijn hieronder weergegeven:

Beton	25 kN/m^3
Asfalt	23 kN/m^3
Zand droog	19 kN/m^3
Water	10 kN/m^3

3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 Uitgangspunten

Bij de berekening van de duikers zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De huidige duiker wordt als deze aanwezig is geheel verwijderd.
- De fundering is op staal.
- Op en naast de duiker wordt aangevuld met zand.
- Er worden stootplaten toegepast bij duiker OR-4.09-iw.
- De duiker wordt opgebouwd uit standaard prefab elementen.
- De duiker kan droog gezet worden voor onderhoud.
- De totale asfaltdikte op de duiker is 200 mm.

3.2 Geometrie

De belangrijkste afmetingen, peilmaten en peilen van de nieuwe duikers zijn hieronder opgesomd. Deze volgen uit de tekeningen in Bijlage 1.

OR-4.08-ax (Kerkweg)

- De duiker is rechthoekig met een inwendige breedte en hoogte van 1,5 m bij 1,25 m.
- De bovenkant van de vloer van de duiker komt op -6,47 m.
- De (grond)waterstand in en om de duiker staat op -5,53 m NAP.
- De bovenkant van het wegdek varieert tussen -2,81 en -2,58 m NAP.
- De lengte van de duiker is ca. 23,5 m.

OR-4.09-iw (Zevenhovenseweg)

- De duiker is rechthoekig met een inwendige breedte en hoogte van 1,75 m bij 1,25 m.
- De bovenkant van de vloer van de duiker komt op -6,82 m.
- De (grond)waterstand in en om de duiker staat op -5,98 m NAP.
- De bovenkant van het wegdek varieert tussen -4,49 en -4,47 m NAP.
- De lengte van de duiker is ca. 11 m.

OR- (Achttienkavelsweg)

- De duiker is rond met een inwendige diameter van 0,7 m.
- De bovenkant van de vloer van de duiker komt op -7,37 m.
- De (grond)waterstand in en om de duiker staat op -7,08 m NAP.
- De bovenkant van het wegdek varieert tussen -4,88 en -4,75 m NAP.
- De lengte van de duiker is ca. 12,1 m.

3.3 Geotechnische categorie

De duikers worden geplaatst in klasse RC2, wat gelijk staat aan de geotechnische categorie 2 uit NEN 6700, omdat bij bezwijken van het kunstwerk de economische schade groot is, maar de kans op levensgevaar klein.

3.4 Grondonderzoek

De resultaten van het grondonderzoek zijn verwerkt in Bijlage 2.

4 Belastingen en belastingcombinaties

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de beschouwde belastingen op duikers behandeld. In dit Definitieve Ontwerp komen alle gebruikelijke belastingen aan de orde. Alle permanente belastingen en belastingen door wegverkeer. Deze worden algemeen opgezet. Per duiker worden deze in het bijbehorende hoofdstuk verder uitgewerkt.

4.1.1 Veiligheidsklasse

Voor betonnen duikers geldt CC2 volgens de Nationale Bijlage bij NEN-EN 1990.

4.1.2 Referentieperiode

De te hanteren referentieperiode is 50 jaar volgens de Nationale Bijlage bij NEN-EN 1990.

4.2 Uitgangspunten bij bepalen belastingen

Voor de afmetingen wordt uitgegaan van de standaard duikers met de afmetingen uit het VO. De belastingen worden per maatgevende strekkende meter duiker bepaald ten behoeve van het ontwerp van de fundering.

De rechthoekige duikers zijn afsluitbaar en kunnen als waterkering gebruikt worden. Hierdoor moet ervan uitgegaan worden dat de duiker ook leeg (zonder water) kan voorkomen. Voor het totaalbeeld is hiervan ook uitgegaan bij de ronde duiker.

De duikerelementen worden na aanbrengen op de fundering in lengte richting nagespannen. Volgens opgave van diverse prefab leveranciers worden de duikerelementen nagespannen inclusief de taludbak elementen, waardoor de totale duiker als een stijve koker gaat werken. Hierdoor kan de belasting zich spreiden, ook aan de randen van de duiker, zoals in figuur 4.3 is weergegeven.

4.3 Permanente belastingen

De belastingen zijn te splitsen in permanente en veranderlijke belastingen. De belastingen t.g.v. de bovenbouw worden berekend a.d.h.v. de respectievelijke doorsnede.

4.3.1 Eigen gewicht duiker

Voor de gewichtsberekening van duiker wordt conform de afmetingen uit folders van verschillende prefab leveranciers gerekend.

4.3.2 Gewicht stootplaten

Voor het gewicht van de stootplaten wordt ervan uitgegaan dat deze deels op de duiker rusten en deels op het grondpakket. Voor het weggebruik wordt uitgegaan van een stootplaat van 2 meter met een dikte van 0,3 m. Als wordt uitgegaan van een ligger op twee steunpunten zal de helft van de belasting op de stootplaten naar de duiker worden afgedragen. Dit is een conservatieve aanname die resulteert in een belasting van het eigen gewicht van de stootplaat op de duiker van:

eigen gewicht stootplaat: 2 x (0,5 x 2 x 0,3 x 25) = 15 kN/m^1

4.3.3 *Rustende Belasting*

Asfalt op de rijbaan t.p.v. duiker:

Asfalt dikte:	0,20 m
Gewicht asfalt:	23 kN/m^3

Grond op de duiker:
Voor de grondbelasting op de duiker wordt uitgegaan van enkel de grond recht boven de duiker en recht boven het afdragende deel van de stootplaten. Hierbij wordt net als in §4.3.2 uitgegaan van de halve lengte van de stootplaat. Gezien de grondwaterstand kan de grond boven op de duiker als droog worden gezien.

4.4 Veranderlijke belastingen

4.4.1 *Belasting t.g.v. waterstanden in de duiker*

De duiker ligt in een waterverbinding, waarbij de deze afsluitbaar is. Het waterpeil wordt op een gegeven niveau gehouden. Hierdoor zal de grondwaterstand nagenoeg gelijk zijn aan zomer c.q. winterpeil.

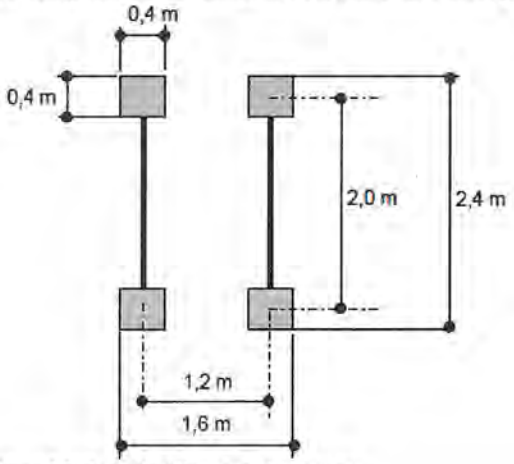
Voor het berekenen van de maatgevende funderingsbelastingen wordt gekeken naar twee situaties. Een voor de maximale en een voor de minimale belasting volgend uit de waterstanden.

4.4.2 *Verkeersbelasting*

Voor de verkeersbelasting wordt NEN-EN 1991-2 aangehouden. Er wordt onderscheid gemaakt in belasting door tandem-assen en gelijkmatig verdeelde mobiele belasting (UDL).

Bij het bepalen van de referentieperiode wordt uitgegaan van 100 jaar. In de berekening wordt aangehouden: $\Psi_t = 1,0$.

Tandem-assen
De voetprint van de tandem-as is hieronder weergegeven:



Figuur 4.1: De voetprint van een tandem-as.

Voor de in rekening te brengen tandem-as wordt de wielbelasting geschematiseerd als een puntlast met de volgende waarde:

$P_{1;k} = 0,50 \times 300\ kN = 150\ kN$

UDL's

De zwaarst belaste theoretisch rijstrook wordt belast met een gelijkmatig verdeelde belasting $q_{1;k}$ = 9,0 kN/m^2. De overige theoretische rijstroken met $q_{i;k}$ = 2,5 kN/m^2 (i > 3) en de reststrook met $q_{r;k}$. In rekening brengen van de correctiefactoren levert de resultaten uit de onderstaande tabel. Hierbij is uitgegaan van twee rijstroken:

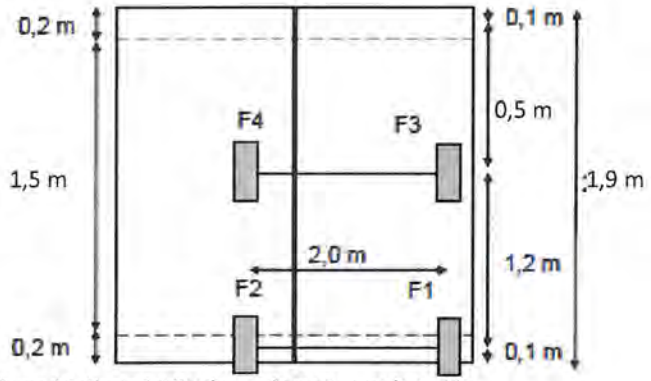
Tabel 4.1: Verkeersbelastingen op de rijstroken.

	Theoretische rijstroken				Reststrook
nr	**1**	**2**	**3**	**4**	
	$\alpha_{Q;1} \times Q_1$	$\alpha_{Q;2} \times Q_2$	$\alpha_{Q;3} \times Q_3$	-	-
TS	1,0 x 300	1,0 x 200	1,0 x 100	-	-
	$\alpha_{q;1} \times q_{1;k}$	$\alpha_{q;2} \times q_{i;k}$	$\alpha_{q;3} \times q_{i;k}$	$\alpha_{q;4} \times q_{i;k}$	$q_{r;k}$
UDL	1,0 x 9,0	1,0 x 2,5	1,0 x 2,5	1,0 x 2,5	2,5

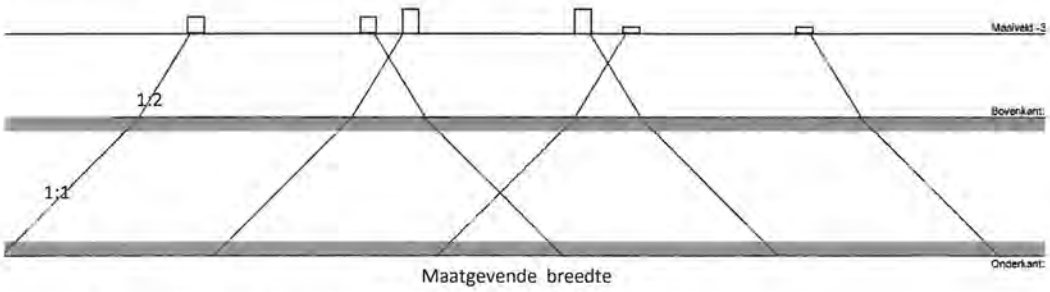
4.4.2.1 Resultaten Verkeersbelastingen

Bij het plaatsen van de tandem-as op het duiker element volgt dat de wiellast F4 en F2 op naastgelegen element staan (zie figuur 4.2). De eerste as (F1 en F2) wordt hierbij boven de wand van het duikerelement geplaatst en de tweede as (F3 en F4) staat 1,2 meter verder.

Door dat de duiker nagespannen wordt zal de belasting t.g.v. verkeer worden gespreid over de hoogte van de duiker (zie figuur 4.3); hierdoor zal een maatgevende strook ontstaan waarbij de verkeersbelasting het hoogst is.



Figuur 4.2: Voetprint Tandem-as in maatgevende positie.



Figuur 4.3: Spreiding verkeersbelasting.

4.4.2.2 Gelijkmatig verdeelde belasting

Voor de zwaarst belaste rijstrook geldt: $q_{1;k}$ = 9,0 = 9 kN/m^2

4.5 Belastingfactoren

Tabel 4.2: Gebruikte belastingfactoren.

Conform tabel NB 13 uit NEN-EN 1990	UGT (6,10a)	UGT (6,10b)	Opdrijven
Permanent	1,30	1,20	1,00
Veranderlijk door voertuig	1,35 *0,8	1,35	n.v.t.
Gunstig werkend	0,90	0,90	0,90

4.6 Combinaties

De bovenstaande belastingfactoren in combinatie met de maatgevende waterstanden leveren een viertal belastingcombinaties. Deze zijn in de onderstaande tabel 4.3 weergegeven.

Tabel 4.3: Gebruikte combinaties.

Combinatie	Vergelijking	Waterstand
1a	6,10a	Aanwezig
1b	6,10b	Drooggezette duiker
2a	6,10a	Aanwezig
2b	6,10b	Drooggezette duiker

5 Duiker onder de Kerkweg OR-4.08-ax

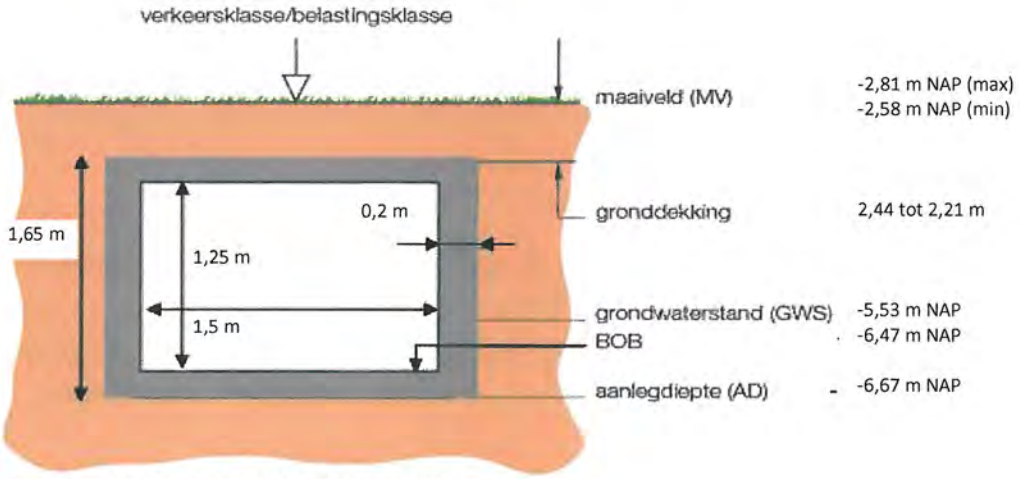
De duiker onder de Kerkweg is een vierkante duiker met een interne breedte van 1,5 meter en een hoogte van 1,25 meter. Het wegdek boven de duiker is aangegeven in de onderstaande figuur 5.1.

Figuur 5.1: Weggebruik boven de duiker (*bron: Google maps*).

5.1 Belastingen

5.1.1 Permanente belastingen

De belastingen zijn te splitsen in permanente en veranderlijke belastingen. De belastingen t.g.v. de bovenbouw worden berekend a.d.h.v. onderstaande doorsnede:



Figuur 5.2: Doorsnede duiker met afmetingen en peilen.

5.1.1.1 Eigen gewicht duiker

Voor de gewichtsberekening van duiker wordt conform folders van verschillende prefab leveranciers gerekend met een wanddikte van 200 mm.

Eigen gewicht duiker

Wanddikte:	200 mm	
Inwendig:	1250 x 1500 mm	
Uitwendig:	1650 x 1900 mm	
Oppervlak:	1,65 x 1,9	= 3,1 m^2
Inwendig:	1,25 x 1,5	= -1,9 m^2
	Totaal	1,3 m^2
Gewicht per m^1:	1,3 m^2 x 25 kN/m^3	= **32 kN/m^1**
Gewicht per wand per m^1:	32 / 2	= **16 kN/m^1**

5.1.1.2 Rustende Belasting

Asfalt op de rijbaan t.p.v. duiker:

Asfalt dikte:	0,20 m	
Gewicht asfalt:	23 kN/m^3	
Belasting:	0,20 x 23 kN/m^3	= 4,6 kN/m^2
Oppervlak:	1,9 x 1,00	= 1,9 m^2
Gewicht per m^1:	1,9 m^2 x 4,6 kN/m^3	= **9 kN/m^1**
Gewicht per wand per m^1:	9 / 2	= **4 kN/m^1**

Grond op de duiker:

Voor de grondbelasting op de duiker wordt uitgegaan van enkel de grond recht boven de duiker en het afdragende deel van de stootplaten. Gezien de grondwaterstand kan de grond boven op de duiker als droog worden gezien.

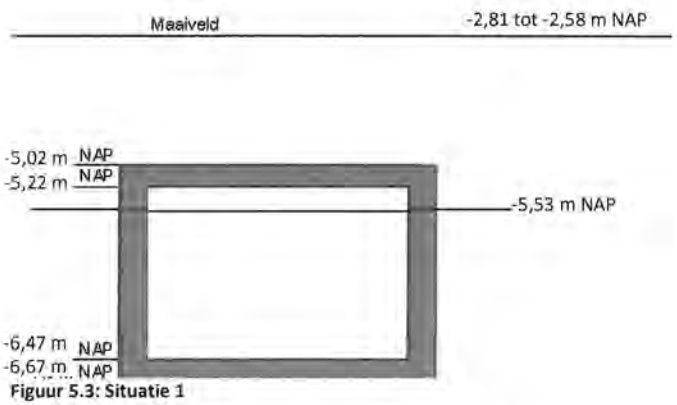
Grond dikte:	2,44 tot 2,21 m		
Gewicht grond:	19 kN/m^3		
Belasting:	2,44 x 19 kN/m^3	= 46,4 kN/m^2	; = 42,0 kN/m^2
Oppervlak:	1,9 x 1,00	= 1,9 m^2	
Gewicht per m^1:	1,9 m^2 x 46,4 kN/m^3	= **88 kN/m^1**	; = **80 kN/m^1**
Gewicht per wand per m^1:	88 / 2	= **44 kN/m^1**	; = **40 kN/m^1**

5.1.2 *Veranderlijke belastingen*

5.1.2.1 Belasting t.g.v. waterstanden in de duiker

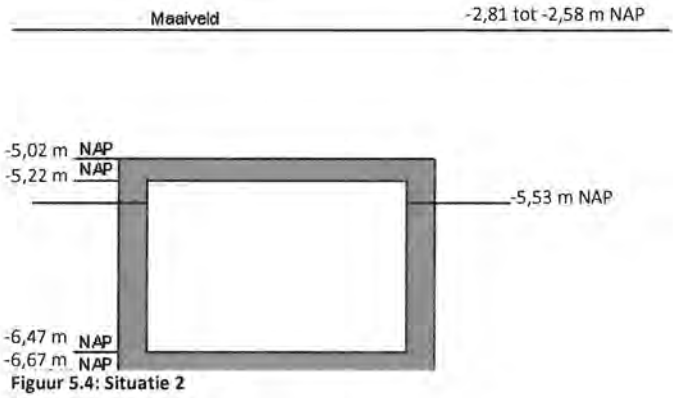
De duiker ligt in een waterverbinding, waarbij de duiker afsluitbaar is. Het waterpeil wordt op een constant niveau gehouden. Hierdoor zal de grondwaterstand nagenoeg gelijk zijn aan zomer cq winterpeil.

Voor het berekenen van de maatgevende funderingsbelastingen wordt hieronder gekeken naar twee situaties. Een voor de maximale en een voor de minimale belasting volgend uit de waterstanden.
1) situatie 1: In de duiker staat het waterpeil op -5,53 m NAP; en in de naast gelegen grond staat grondwaterstand: -5,53 m NAP.
2) situatie 2: In de duiker staat geen water en in de naast gelegen grond staat de hoge grondwaterstand: -5,53 m NAP.



Figuur 5.3: Situatie 1

Afmetingen duiker	inwendige hoogte 1,25 m^1	
	inwendige breedte 1,5 m^1	
	uitwendige hoogte 1,65 m^1	
	uitwendige breedte 1,9 m^1	
Water in duiker:	0,9 m x 10 kN/m^3 x 1,5 m	= 14,1 kN (↓)
Opwaartse druk:	1,1 m x 10 kN/m^3 x 1,9 m	= -21,6 kN (↑)
	Totaal:	= -8 kN (↑)
Per m^1	1,00 m^1 x -8 kN	= **-8 kN/m^1 (↑)**
Per wand is dit:		= **-4 kN/m^1 (↑)**



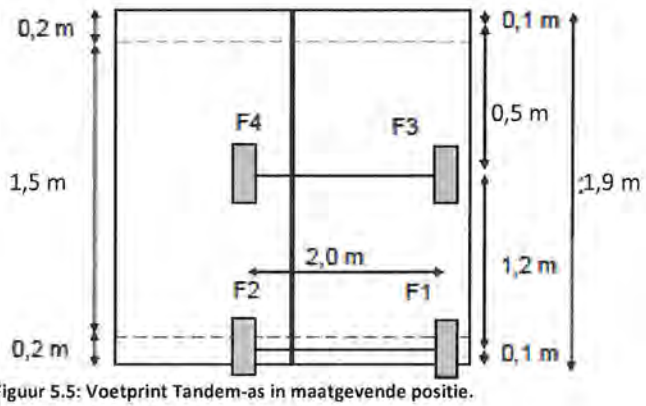
Figuur 5.4: Situatie 2

Afmetingen duiker	inwendige hoogte 1,25 m^1	
	inwendige breedte 1,5 m^1	
	uitwendige hoogte 1,65 m^1	
	uitwendige breedte 1,9 m^1	
Water in duiker:	0 m x 10 kN/m^3 x 1,5 m	= 0,0 kN (↓)
Opwaartse druk:	1,1 m x 10 kN/m^3 x 1,9 m	= -21,6 kN (↑)
	Totaal:	-22 kN (↑)
Per m^1	1,00 m^1 x -22 kN	= **-22 kN/m^1 (↑)**
Per wand is dit:		= **-11 kN/m^1 (↑)**

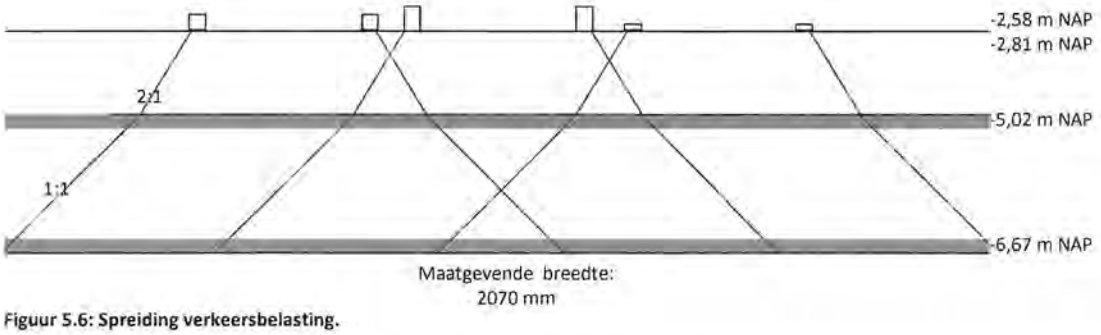
5.1.2.2 Resultaten Verkeersbelastingen

Bij het plaatsen van de tandem-as op het duiker element volgt dat de wiellast F4 en F2 op naastgelegen element staan (zie figuur 5.5). De eerst as (F1 en F2) wordt hierbij boven de wand van het duikerelement geplaatst en de tweede as (F3 en F4) staat 1,2 meter verder.

Door dat de duiker nagespannen wordt zal de belasting t.g.v. verkeer worden gespreid over de hoogte van de duiker (zie figuur 5.6); hierdoor zal een maatgevende strook ontstaan waarbij de verkeersbelasting het hoogst is.



Figuur 5.5: Voetprint Tandem-as in maatgevende positie.



Figuur 5.6: Spreiding verkeersbelasting.

De belastingspreiding t.g.v. $Q_{1;k}$ naar de onderliggende duikerwand :

R-F1:	150 kN	= 150 kN
R-F2:	150 kN	= 150 kN
R-F3:	0,5 / 1,7 x 150	= 44 kN
R-F4:	0,5 / 1,7 x 150	= 44 kN
	Totaal t.g.v. $Q_{1;k}$	**388 kN**
	Spreidingsbreedte:	2 x (1650 + (1/2) x 2210) + 2400 = 7910 mm
	Per m^1	**383 kN** / 7,91 m^1 = 48,4 kN/m^1

De **belastingspreiding t.g.v. $Q_{2;k}$** naar de onderliggende duikerwand is (2/3) van $Q_{1;k}$: **32,3 kN/m^1**.

De **belastingspreiding t.g.v. $Q_{3;k}$** naar de onderliggende duikerwand is (1/3) van $Q_{1;k}$: **16,1 kN/m^1**.

Voor de weergegeven situatie is de totale maatgevende belastingstrook per m onder de duikerwand:

$Q_{1;k}$	48,4 kN/m^1
$Q_{2;k}$	32,3 kN/m^1
$Q_{3;k}$	16,1 kN/m^1 +
Totaal:	**97 kN/m^1**

Per meter duiker geld:

Totaal t.g.v. $Q_{1;k}$	**600 kN**
Per m^1	600 **kN** / 7,91 m^1 = 75,9 kN/m^1

De **belastingspreiding t.g.v. $Q_{2;k}$** naar de onderliggende duiker is (2/3) van $Q_{1;k}$: **50,6 kN/m^1**.

De **belastingspreiding t.g.v. $Q_{3;k}$** naar de onderliggende duiker is (1/3) van $Q_{1;k}$: **25,3 kN/m^1**.

Voor de weergegeven situatie is de totale maatgevende belastingstrook per m onder de duikerwand:

$Q_{1;k}$	75,9 kN/m^1
$Q_{2;k}$	50,6 kN/m^1
$Q_{3;k}$	25,3 kN/m^1 +
Totaal:	**152 kN/m^1**

Gelijkmatig verdeelde belasting

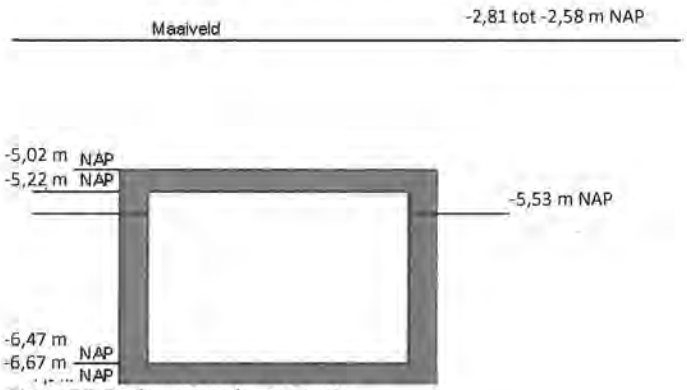
Belasting op het dek:

Voor de zwaarst belaste rijstrook geldt: $q_{1;k}$			= 9,0 kN/m^2
Per m^1	gehele duiker:	(1,9) x 9,0 kN/m^2	= 17 kN/m^1
	Per wand		= 9 kN/m^1 wand

Dit wordt aangehouden als maatgevende verdeelde belasting.

5.2 Opdrijven

In dit hoofdstuk wordt het criterium opdrijven behandeld. De duiker kan drooggezet worden. Op dit moment werkt de grond en het eigen gewicht neerwaarts en de waterdruk opwaarts. Als de neerwaartse belasting groter is dan de opwaartse, voldoet het criterium opdrijven.



Figuur 5.7: De droogstaande constructie.

Voor de belastingen wordt uitgegaan van figuur 5.7. De opwaartse belasting van het water en het neerwaartse eigen gewicht worden hieronder bepaald:

Afmetingen duiker:	Inwendige hoogte 1,25 m^1	
	Inwendige breedte 1,5 m^1	
	Uitwendige hoogte 1,65 m^1	
	Uitwendige breedte 1,9 m^1	
Neerwaarts gewicht:	(1,65m x 1,9m - 1,25m x 1,5m) x 25 kN/m^3	= 31,5 kN/m^1 (↓)
Neerwaartse grond:	(1,9 m x 2,21 m) x 19 kN/m^3	= 79,8 kN/m^1 (↓)
Opwaartse waterdruk:	1,30 m x 10 kN/m^3 x 1,9 m	= -24,7 kN/m^1 (↑)

Voor het eigen gewicht moet een factor van 0,9 meegenomen worden. Op het water moet een factor van 1,0 meegenomen worden:

Neerwaartse belasting: 0,90 x (31,5 + 79,8) = 100,2 kN (↓)
Opwaartse belasting: 1,00 x (24,7) = - 24,7 kN (↑)
Minimale neerwaartse waterdruk: = 75 kN (↓)

Hiermee kan de conclusie worden getrokken dat de duiker voldoet aan het criterium opdrijven.

Deze berekening is globaal en is op basis van de huidige uitgangspunten gemaakt. Indien de duiker in de toekomst drooggezet wordt en uitgangspunten gewijzigd zijn ten opzichte van die in deze berekening zijn opgenomen, dient er een nieuwe beschouwing van het opdrijven gedaan te worden.

5.3 Combinaties

5.3.1 *Belastingcombinaties*

De belastingcombinaties volgen uit de belasting gecombineerd met de maximale en minimale waterstand (combinatie 1 en 2) en de UGT combinatie formules (6.10a en 6.10b).

Tabel 5.1: Resultaten belastingcombinaties.

Belastinggeval			Bel / m	Belastingfactor		Belastingcombinatie			
Type	Omschrijving	Onderdeel	[kN/m^1]	6,10a	6,10b	1a	1b	2a	2b
Perm.	Eigen gewicht	Duiker	32	1,3	1,2	42	38	42	38
Perm.	Rustende bel.	Asfalt	9	1,3	1,2	12	11	12	11
		Grond	88	1,3	1,2	114	106	114	106
Ver.	Waterstanden	Situatie 1	-8	0,9	0,9	-7	-7		
		Situatie 2	-22	0,9	0,9			-20	-20
Ver.	Verkeer	Laststelsel	152	1,08	1,35	164	205	164	205
	Verkeer	Q-last	17	1,08	1,35	18	23	18	23
					Totaal:	343	**376**	330	363

5.3.2 *Resultaten funderingsbelasting*

Combinatie 1a: 343 kN per meter duiker
Combinatie 1b: **376 kN per meter duiker → Maatgevend**
Combinatie 2a: 330 kN per meter duiker
Combinatie 2b: 363 kN per meter duiker

De maatgevende belasting per meter per duiker is 376 kN per meter duiker in de UGT. De bijbehorende BGT belasting is 290 kN per meter duiker:

Tabel 5.2: Resultaten belastingcombinaties.

Belastinggeval			Bel /m	Belastingfactor		Belastingcombinatie			
Type	Omschrijving	Onderdeel	[kN/m^1]	6,10a	6,10b	1a	1b	2a	2b
Perm.	Eigen gewicht	Duiker	32	1	1	32	32	32	32
Perm.	Rustende bel.	Asfalt	9	1	1	9	9	9	9
		Grond	88	1	1	88	88	88	88
Ver.	Waterstanden	Situatie 1	-8	1	1	-8	-8		
		Situatie 2	-22	1	1			-22	-22
Ver.	Verkeer	Laststelsel	152	1	1	152	152	152	152
	Verkeer	Q-last	17	1	1	17	17	17	17
					Totaal:	290	**290**	276	276

De funderingsbelasting mag gedeeld worden over de breedte van de constructie (1,9 meter) en komt dan neer op **198** kN/m^2 in de UGT en **153** kN/m^2 in de BGT.

5.4 Geotechnische controle

In dit hoofdstuk wordt de draagkracht van de ondergrond getoetst. Beschouwd is of de huidige bodemopbouw voldoende draagkrachtig is om de nieuwe duiker te kunnen dragen. Indien dit niet het geval is, dient een grondverbetering te worden toegepast en/of dient de breedte van de duiker middels oren te worden aangepast. De dikte van de grondverbetering met zand is indien nodig bepaald.

5.4.1 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gebruikt:

- sonderingen: DKM 3 en DKM 4
- aanlegniveau duiker:NAP-6,63 m
- belastingen: 376 kN/m (UGT) en 290 kN/m BGT (inclusief verkeer)
  161 kN/m (UGT) en 121 kN/m BGT (exclusief verkeer)

De berekeningen zijn uitgevoerd met D-Foundation 8.2 van Deltares.

5.4.2 Resultaten

De duiker kan zonder constructieve grondverbetering worden geplaatst (eventueel een zandlaagje toepassen als werkvloer).

De resultaten zijn gegeven in de onderstaande tabel:

Tabel 5.3: Resultaten berekeningen draagvermogen.

Funderingselement	Ongedraineerd	Vd (kN)	Rd (kN)	Draagvermogen
DKM 3	Geval B	376	446	Voldoet
DKM 4	Geval B	376	446	Voldoet
	Gedraineerd			
DKM 3	Geval C	376	426	Voldoet
DKM 4	Geval C	376	426	Voldoet

Tabel 5.4: Resultaten berekeningen zakking.

Funderingselement	s1	s1;gd	s2	Sd	S eis	Zakking
DKM 3	0,114	0,116	0,146	0,260	0,15	Voldoet niet
DKM 4	0,124	0,125	0,167	0,291	0,15	Voldoet niet

Uit D-foundation volgen zakkingen die groter zijn dan de eisen. Maar als de moot grond die verwijdert wordt voor het aanleggen van de duiker zwaarder is dan wat er terug komt (inclusief duiker) zal er geen sprake zijn van zettingen (zie hieronder). Hier wordt in de D-foundation som geen rekening mee gehouden. Vandaar dat dit programma de zettingen te groot weergeeft.

De grondbelasting blijft hetzelfde enkel de doorsnede van de duiker wordt vervangen:

Gewicht grond:	1,65 x 1,9 x 19	= 60 kN	Totaal origineel: 60 kN
Gewicht duiker:	1,3 x 25	= 33 kN	
Gewicht water in duiker:	0,9 x 1,5 x 10	= 14 kN	Totaal nieuw: 47 kN

6 Duiker onder de Zevenhovenseweg OR-4.09-iw

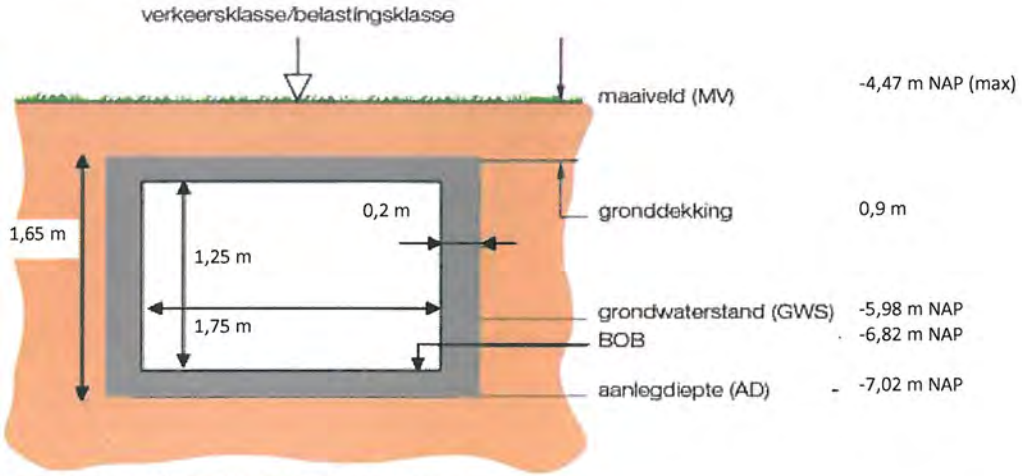
De duiker onder de Zevenhovenseweg is een vierkante duiker met een interne breedte van 1,75 meter en een hoogte van 1,25 meter. Het wegdek boven de duiker is aangegeven in de onderstaande figuur 6.1.

Figuur 6.1: Weggebruik boven de duiker (*bron: Google maps*).

6.1 Belastingen

6.1.1 Permanente belastingen

De belastingen zijn te splitsen in permanente en veranderlijke belastingen. De belastingen t.g.v. de bovenbouw worden berekend a.d.h.v. onderstaande doorsnede:



Figuur 6.2: Doorsnede duiker met afmetingen en peilen.

6.1.1.1 Eigen gewicht duiker

Voor de gewichtsberekening van duiker wordt conform folders van verschillende prefab leveranciers gerekend met een wanddikte van 200 mm.

Eigen gewicht duiker

Wanddikte:	200 mm	
Inwendig:	1250 x 1750 mm	
Uitwendig:	1650 x 2150 mm	
Oppervlak:	1,65 x 2,15	= 3,5 m^2
Inwendig:	1,25 x 1,75	= -2,2 m^2
	Totaal	1,36 m^2
Gewicht per m^1:	1,36 m^2 x 25 kN/m^3	= **34 kN/m^1**
Gewicht per wand per m^1:	34 / 2	= **17 kN/m^1**

6.1.1.2 Rustende Belasting

Asfalt op de rijbaan t.p.v. duiker en de stootplaten:

Asfalt dikte:	0,20 m	
Gewicht asfalt:	23 kN/m^3	
Belasting:	0,20 x 23 kN/m^3	= 4,6 kN/m^3
Oppervlak:	2,15 x 1,00	= 2,2 m^2
Gewicht per m^1:	2,2 m^2 x 4,6 kN/m^3	= **10 kN/m^1**
Gewicht per wand per m^1:	10 / 2	= **5 kN/m^1**

Grond op de duiker:

Voor de grondbelasting op de duiker wordt uitgegaan van enkel de grond recht boven de duiker en het afdragende deel van de stootplaten. Gezien de grondwaterstand kan de grond boven op de duiker als droog worden gezien.

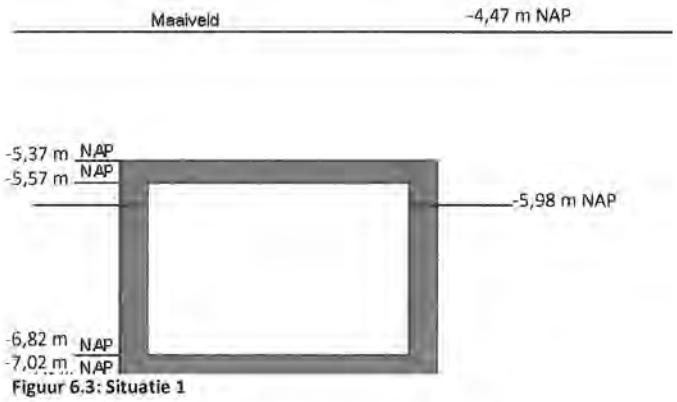
Grond dikte:	0,90 m	
Gewicht grond:	19 kN/m^3	
Belasting:	0,90 x 19 kN/m^3	= 17,1 kN/m^2
Oppervlak:	2,15 x 1,00	= 2,2 m^2
Gewicht per m^1:	2,2 m^2 x 17,1 kN/m^3	= **37 kN/m^1**
Gewicht per wand per m^1:	37 / 2	= **19 kN/m^1**

6.1.2 *Veranderlijke belastingen*

6.1.2.1 Belasting t.g.v. waterstanden in de duiker

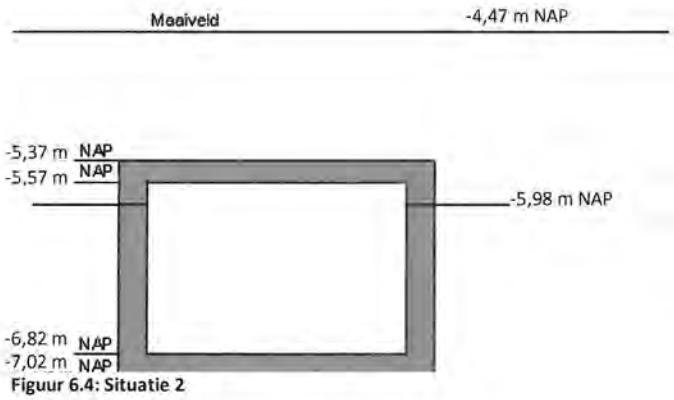
De duiker ligt in een waterverbinding, waarbij de duiker afsluitbaar is. Het waterpeil wordt op een constant niveau gehouden. Hierdoor zal de grondwaterstand nagenoeg gelijk zijn aan zomer cq winterpeil.

Voor het berekenen van de maatgevende funderingsbelastingen wordt hieronder gekeken naar twee situaties. Een voor de maximale en een voor de minimale belasting volgend uit de waterstanden.
1) situatie 1: In de duiker staat het waterpeil op -5,98 m NAP; en in de naast gelegen grond staat grondwaterstand: -5,98 m NAP.
2) situatie 2: In de duiker staat geen water en in de naast gelegen grond staat de hoge grondwaterstand: -5,98 m NAP.



Figuur 6.3: Situatie 1

Afmetingen duiker	inwendige hoogte 1,25 m^1	
	inwendige breedte 1,75 m^1	
	uitwendige hoogte 1,65 m^1	
	uitwendige breedte 2,15 m^1	
Water in duiker:	0,8 m x 10 kN/m^3 x 1,75 m	= 14,7 kN (↓)
Opwaartse druk:	1,0 m x 10 kN/m^3 x 2,15 m	= -22,4 kN (↑)
	Totaal:	= -8 kN (↑)
Per m^1	1,00 m1 x -8 kN	= **-8 kN/m^1 (↑)**
Per wand is dit:		= **-4 kN/m^1 (↑)**



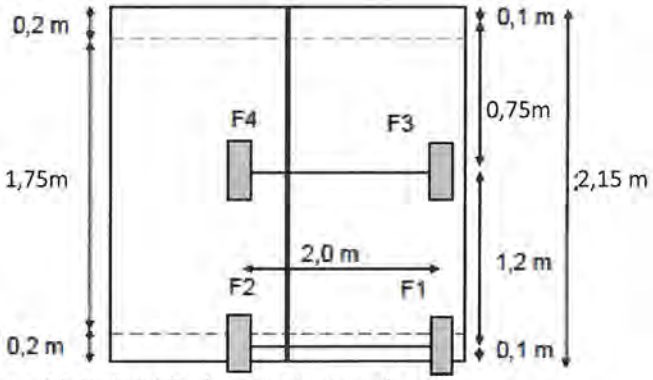
Figuur 6.4: Situatie 2

Afmetingen duiker	inwendige hoogte 1,25 m^1	
	inwendige breedte 1,75 m^1	
	uitwendige hoogte 1,65 m^1	
	uitwendige breedte 2,15 m^1	
Water in duiker:	0 m x 10 kN/m^3 x 1,75 m	= 0,0 kN (↓)
Opwaartse druk:	1,0 m x 10 kN/m^3 x 2,15 m	= -22,4 kN (↑)
	Totaal:	-22 kN (↑)
Per m^1	1,00 m^1 x -22 kN	= **-22 kN/m^1 (↑)**
Per wand is dit:		= **-11 kN/m^1 (↑)**

6.1.2.2 Resultaten Verkeersbelastingen

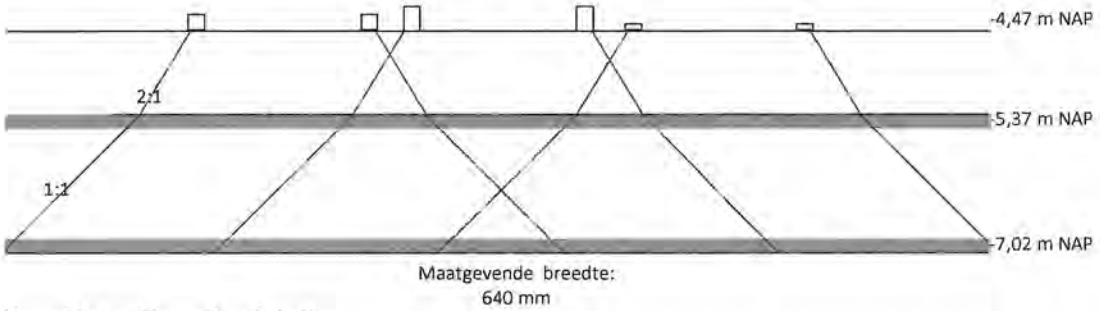
Bij het plaatsen van de tandem-as op het duiker element volgt dat de wiellast F4 en F2 op naastgelegen element staan (zie figuur 6.5). De eerst as (F1 en F2) wordt hierbij boven de wand van het duikerelement geplaatst en de tweede as (F3 en F4) staat 1,2 meter verder.

Door dat de duiker nagespannen wordt zal de belasting t.g.v. verkeer worden gespreid over de hoogte van de duiker (zie figuur 6.6); hierdoor zal een maatgevende strook ontstaan waarbij de verkeersbelasting het hoogst is.



Figuur 6.5: Voetprint Tandem-as in maatgevende positie.

De bovenstaande belasting moet ook (deels) op de stootplaat beschouwd worden. Voor het globale belastingseffect is deze aanname wel correct.



Figuur 6.6: Spreiding verkeersbelasting.

De belastingspreiding t.g.v. $Q_{1;k}$ naar de onderliggende duikerwand :

R-F1:	150 kN	= 150 kN
R-F2:	150 kN	= 150 kN
R-F3:	0,75 / 2,15 x 150	= 52 kN
R-F4:	0,75 / 2,15 x 150	= 52 kN
	Totaal t.g.v. $Q_{1;k}$	**405 kN**
	Spreidingsbreedte:	2 x (1650 + (1/2) x 900) + 2400 = 6600 mm
	Per m^1	**405 kN** / 6,60 m^1 = 61,4 kN/m^1

De **belastingspreiding t.g.v. $Q_{2;k}$** naar de onderliggende duikerwand is (2/3) van $Q_{1;k}$: **40,9 kN/m^1**.

De **belastingspreiding t.g.v. $Q_{3;k}$** naar de onderliggende duikerwand is (1/3) van $Q_{1;k}$: **20,5 kN/m^1**.

Voor de weergegeven situatie is de totale maatgevende belastingstrook per m onder de duikerwand:

$Q_{1;k}$	61,4 kN/m^1
$Q_{2;k}$	40,9 kN/m^1
$Q_{3;k}$	20,53 kN/m^1 +
Totaal:	**123 kN/m^1**

Per meter duiker geld:

Totaal t.g.v. $Q_{1;k}$	**600 kN**
Per m^1	600 **kN** / 6,60 m^1 = 90,9 kN/m^1

De **belastingspreiding t.g.v. $Q_{2;k}$** naar de onderliggende duiker is (2/3) van $Q_{1;k}$: **60,6 kN/m^1**.

Voor de weergegeven situatie is de totale maatgevende belastingstrook per m:

$Q_{1;k}$	90,9 kN/m^1
$Q_{2;k}$	60,6 kN/m^1+
Totaal:	**152 kN/m^1**

Gelijkmatig verdeelde belasting

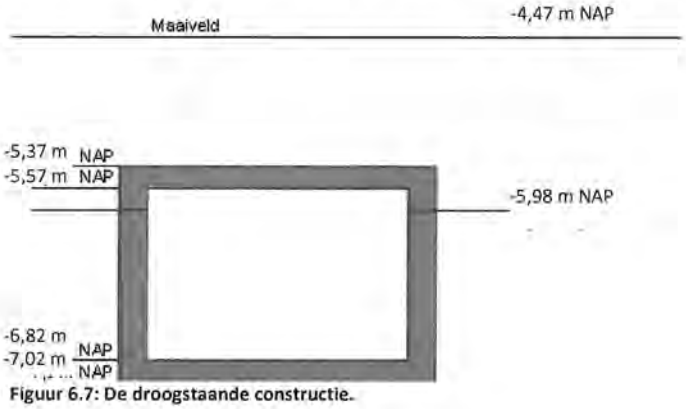
Belasting op het dek:

Voor de zwaarst belaste rijstrook geldt: $q_{1;k}$ =			= 9 kN/m^2
Per m^1	gehele duiker:	(2,15 + 2 x 1,0) x 9 kN/m^2	= **37 kN/m^1**
	Per wand		= 19 kN/m^1 wand

Dit wordt aangehouden als maatgevende verdeelde belasting.

6.2 Opdrijven

In deze paragraaf wordt het criterium opdrijven behandeld. De duiker kan drooggezet worden. Op dit moment werkt de grond en het eigen gewicht neerwaarts en de waterdruk opwaarts. Als de neerwaartse belasting groter is dan de opwaartse, voldoet het criterium opdrijven.



Figuur 6.7: De droogstaande constructie.

Voor de belastingen wordt uitgegaan van figuur 6.7. De opwaartse belasting van het water en het neerwaartse eigen gewicht worden hieronder bepaald:

Afmetingen duiker:
- Inwendige hoogte 1,25 m^1
- Inwendige breedte 1,75 m^1
- Uitwendige hoogte 1,65 m^1
- Uitwendige breedte 2,15 m^1

Neerwaarts gewicht:	(1,65m x 2,15m - 1,25m x 1,75m) x 25kN/m^3	= 34,0 kN/m^1 (↓)
Neerwaartse grond:	(2,15 m x 0,90 m) x 19 kN/m^3	= 36,8 kN/m^1 (↓)
Opwaartse waterdruk:	1,0 m x 10 kN/m^3 x 2,15 m	= -22,4 kN/m^1 (↑)

Voor het eigen gewicht moet een factor van 0,9 meegenomen worden. Op het water moet een factor van 1,0 meegenomen worden:

Neerwaartse belasting:	0,90 x (34,0 + 36,8)	= 63,7 kN (↓)
Opwaartse belasting:	1,00 x (22,4)	= -22,4 kN (↑)
Minimale neerwaartse druk:		= 41 kN (↓)

Hiermee kan de conclusie worden getrokken dat de duiker voldoet aan het criterium opdrijven zonder het gewicht van de stootplaten te activeren.

Deze berekening is globaal en is op basis van de huidige uitgangspunten gemaakt. Indien de duiker in de toekomst drooggezet wordt en uitgangspunten gewijzigd zijn ten opzichte van die in deze berekening zijn opgenomen, dient er een nieuwe beschouwing van het opdrijven gedaan te worden.

6.3 Combinaties

6.3.1 *Belastingcombinaties*

De belastingcombinaties volgen uit de belasting gecombineerd met de maximale en minimale waterstand (combinatie 1 en 2) en de UGT combinatie formules (6.10a en 6.10b).

Tabel 6.1: Resultaten belastingcombinaties.

Belastinggeval			Bel / m	Belastingfactor		Belastingcombinatie			
Type	Omschrijving	Onderdeel	[kN/m^1]	6,10a	6,10b	1a	1b	2a	2b
Perm.	Eigen gewicht	Duiker	34	1,3	1,2	44	41	44	41
Perm.	Rustende bel.	Asfalt	10	1,3	1,2	13	12	13	12
		Grond	37	1,3	1,2	48	44	48	44
Ver.	Waterstanden	Situatie 1	-8	0,9	0,9	-7	-7		
		Situatie 2	-22	0,9	0,9			-20	-20
Ver.	Verkeer	Laststelsel	152	1,08	1,35	164	205	164	205
	Verkeer	Q-last	37	1,08	1,35	40	50	40	50
					Totaal:	302	**345**	290	333

6.3.2 *Resultaten funderingsbelasting*

Combinatie 1a: 302 kN per meter duiker
Combinatie 1b: **345 kN per meter duiker → Maatgevend**
Combinatie 2a: 290 kN per meter duiker
Combinatie 2b: 333 kN per meter duiker

De maatgevende belasting per meter per duiker is 345 kN per meter duiker in de UGT. De bijbehorende BGT belasting is 262 kN per meter duiker:

Tabel 6.2: Resultaten belastingcombinaties.

Belastinggeval			Bel /m	Belastingfactor		Belastingcombinatie			
Type	Omschrijving	Onderdeel	[kN/m^1]	6,10a	6,10b	1a	1b	2a	2b
Perm.	Eigen gewicht	Duiker	34	1	1	34	34	34	34
Perm.	Rustende bel.	Asfalt	10	1	1	10	10	10	10
		Grond	37	1	1	37	37	37	37
Ver.	Waterstanden	Situatie 1	-8	1	1	-8	-8		
		Situatie 2	-22	1	1			-22	-22
Ver.	Verkeer	Laststelsel	152	1	1	152	152	152	152
	Verkeer	Q-last	37	1	1	37	37	37	37
					Totaal:	262	**262**	248	248

De funderingsbelasting mag gedeeld worden over de breedte van de constructie (2,15 meter) en komt dan neer op **160** kN/m^2 in de UGT en **122** kN/m^2 in de BGT.

6.4 Geotechnische controle

In dit hoofdstuk wordt de draagkracht van de ondergrond getoetst. Beschouwd is of de huidige bodemopbouw voldoende draagkrachtig is om de nieuwe duiker te kunnen dragen. Indien dit niet het geval is, dient een grondverbetering te worden toegepast en/of dient de breedte van de duiker middels oren te worden aangepast. De dikte van de grondverbetering met zand is indien nodig bepaald.

6.4.1 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gebruikt:

- sonderingen: DKM 13 en DKM 14
- aanlegniveau duiker: NAP-7,08 m
- belastingen: 345 kN/m (UGT) en 262 kN/m BGT (inclusief verkeer)
  98 kN/m (UGT) en 73 kN/m BGT (exclusief verkeer)

De berekeningen zijn uitgevoerd met D-Foundation 8.2 van Deltares.

6.4.2 Resultaten

Er dient een zandbed van 1m dikte onder de duiker te worden aangebracht.

De resultaten zijn gegeven in de onderstaande tabel:

Tabel 6.3: Resultaten berekeningen draagvermogen.

Funderingselement	Ongedraineerd	Vd (kN)	Rd (kN)	Draagvermogen
DKM 13	Geval B	345,00	375	Voldoet
DKM 14	Geval B	345,00	375	Voldoet
	Gedraineerd			
DKM 13	Geval C	345,00	413	Voldoet
DKM 14	Geval C	345,00	389	Voldoet

Tabel 6.4: Resultaten berekeningen zakking.

Funderingselement	s1	s1,gd	s2	Sd	S eis	Zakking
DKM 13	0,060	0,061	0,074	0,135	0,15	Voldoet
DKM 14	0,062	0,063	0,080	0,143	0,15	Voldoet

7 Duiker onder de Achttienkavels weg OR-

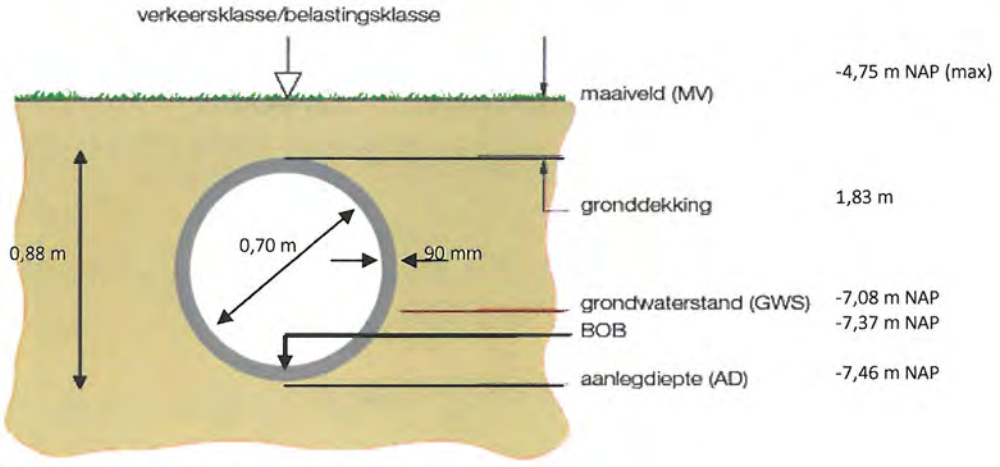
De duiker onder de Achttienkavelsweg is een ronde prefab betonnen duiker met een interne diameter van 0,7 meter en een wanddikte van 90 mm. Het wegdek boven de duiker is aangegeven in de onderstaande figuur 7.1.

Figuur 7.1: Weggebruik boven de duiker (*bron: Google maps*).

7.1 Belastingen

7.1.1 Permanente belastingen

De belastingen zijn te splitsen in permanente en veranderlijke belastingen. De belastingen t.g.v. de bovenbouw worden berekend a.d.h.v. onderstaande doorsnede:



Figuur 7.2: Doorsnede duiker met afmetingen en peilen.

7.1.1.1 Eigen gewicht duiker

Voor de gewichtsberekening van duiker wordt gerekend met een wanddikte van 90 mm conform documentatie van verschillende prefab leveranciers.

Eigen gewicht duiker

Wanddikte:	20 mm	
Inwendig:	996 mm	
Uitwendig:	1016 mm	
Oppervlak:	$0,25 \times \pi \times 0,88^2$	$= 0,61\ m^2$
Inwendig:	$0,25 \times \pi \times 0,70^2$	$= -0,38\ m^2$
	Totaal	$0,22\ m^2$
Gewicht per m^1:	$0,22\ m^2 \times 25\ kN/m^3$	$= \mathbf{6\ kN/m^1}$

7.1.1.2 Rustende Belasting

Asfalt op de rijbaan t.p.v. duiker en de stootplaten:

Asfalt dikte:	0,20 m	
Gewicht asfalt:	$23\ kN/m^3$	
Belasting:	$0,20 \times 23\ kN/m^3$	$= 4,6\ kN/m^2$
Oppervlak:	$0,880 \times 1,00$	$= 0,9\ m^2$
Gewicht per m^1:	$0,9\ m^2 \times 4,6\ kN/m^3$	$= \mathbf{4\ kN/m^1}$

Grond op de duiker:

Voor de grondbelasting op de duiker wordt uitgegaan van enkel de grond recht boven de duiker stootplaten. Gezien de grondwaterstand kan de grond boven op de duiker als droog worden gezien.

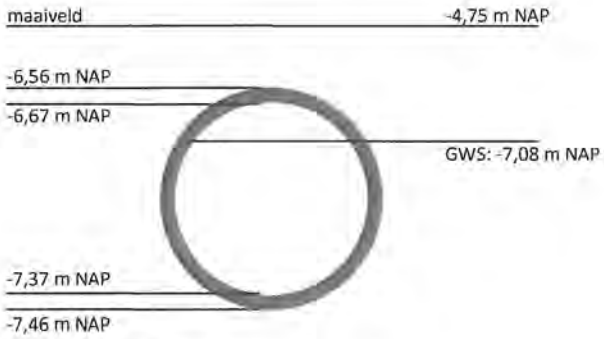
Grond dikte:	1,83 m	
Gewicht grond:	$19\ kN/m^3$	
Belasting:	$1,83 \times 19\ kN/m^3$	$= 34,8\ kN/m^2$
Oppervlak:	$0,88 \times 1,00$	$= 0,9\ m^2$
Gewicht per m^1:	$0,9\ m^2 \times 34,8\ kN/m^3$	$= \mathbf{31\ kN/m^1}$

7.1.2 *Veranderlijke belastingen*

7.1.2.1 Belasting t.g.v. waterstanden in de duiker

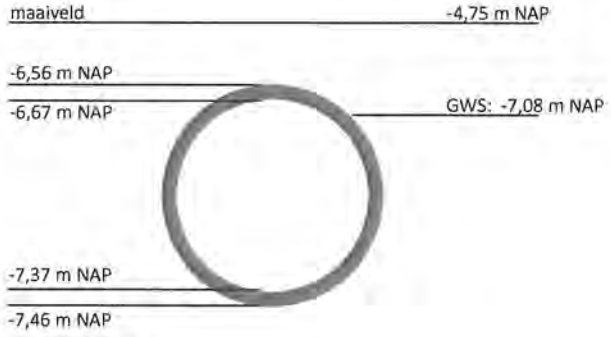
De duiker ligt in een waterverbinding, waarbij de duiker afsluitbaar is. Het waterpeil wordt op een constant niveau gehouden. Hierdoor zal de grondwaterstand nagenoeg gelijk zijn aan zomer cq winterpeil.

Voor het berekenen van de maatgevende funderingsbelastingen wordt hieronder gekeken naar twee situaties. Een voor de maximale en een voor de minimale belasting volgend uit de waterstanden.
1) situatie 1: In de duiker staat het waterpeil op -7,08 m NAP; en in de naast gelegen grond staat grondwaterstand: -7,08 m NAP.
2) situatie 2: In de duiker staat geen water en in de naast gelegen grond staat de hoge grondwaterstand: -7,08 m NAP.



Figuur 7.3: Situatie 1

Afmetingen duiker	inwendige diameter 0,70 mm^1 uitwendige diameter 0,88 mm^1	
Water in duiker		
Hoek α	= 2 x arccos(1- 0,29/0,350)	= 2,80 rad
Oppervlak water:	= 0,5 x $0,35^2$ m x (2,80 - sin(2,80))	= 0,151 m^2
Waterbelasting:	= 0,151 x 10 kN/m^3	= 1,5 kN/m (↓)
Opwaartse druk		
Hoek α	= 2 x arccos(1- 0,38/0,440)	= 2,89 rad
Oppervlak lucht:	= 0,5 x $0,440^2$ m x (2,89 - sin(2,89))	= 0,251 m^2
Waterbelasting:	= 0,251 x 10 kN/m^3	= 2,5 kN/m (↑)
Totaal:	= 2,5 - 1,5	= 1,0 kN/m (↑)
Per m^1	1,00 m^1 x -1,0 kN	= **-1 kN/m^1 (↑)**



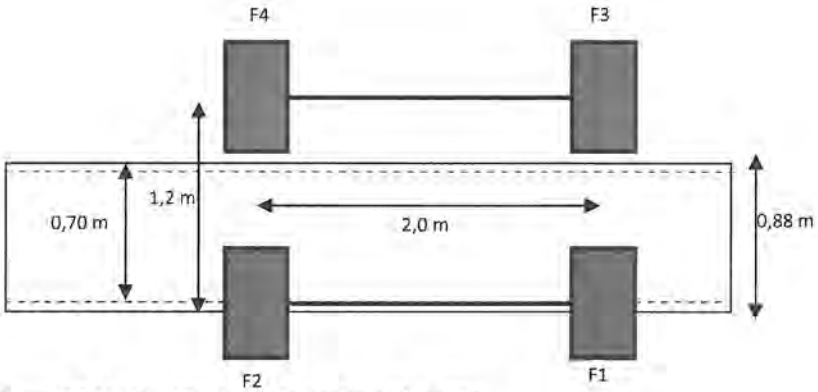
Figuur 7.4: Situatie 2

Afmetingen duiker	inwendige diameter 0,70 mm^1 uitwendige diameter 0,88 mm^1	
Opwaartse druk		
Hoek α	= 2 x arccos(1- 0,38/0,440)	= 2,89 rad
Oppervlak lucht:	= 0,5 x $0,440^2$ m x (2,89 - sin(2,89))	= 0,251 m^2
Waterbelasting:	= 0,251 x 10 kN/m^3	= 2,5 kN/m (↑)
Per m^1	1,00 m^1 x -3,0 kN	= **-3 kN/m^1 (↑)**

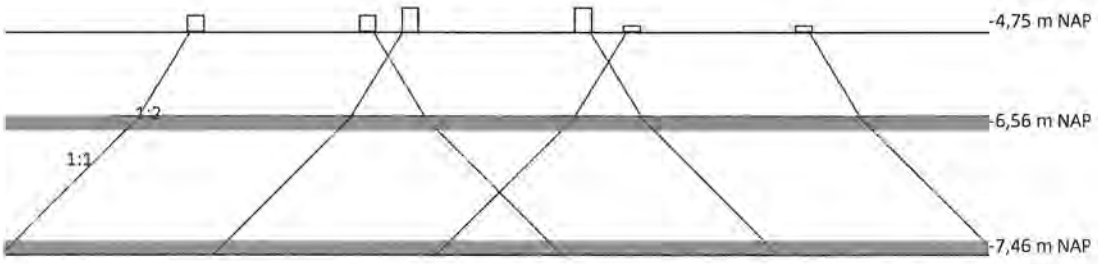
7.1.2.2 Resultaten Verkeersbelastingen

Bij het plaatsen van de tandem-as op het duiker element volgt de onderstaande figuur 7.5. De eerste as (F1 en F2) wordt hierbij boven de rand van het duikerelement geplaatst en de tweede as (F3 en F4) staat 1,2 meter verder.

Voor de spreiding wordt uitgegaan tot onderkant buis (zie figuur 7.6); hierdoor zal een maatgevende strook ontstaan waarbij de verkeersbelasting het hoogst is.



Figuur 7.5: Voetprint Tandem-as in maatgevende positie.



Figuur 7.6: Spreiding verkeersbelasting.

De belastingspreiding t.g.v. $Q_{1;k}$ naar de onderliggende duikerwand:

R-F1:	150 kN	= 150 kN	
R-F2:	150 kN	= 150 kN	
R-F3:	0 x 150	= 0 kN	
R-F4:	0 x 150	= 0 kN	
	Totaal t.g.v. $Q_{1;k}$	**300 kN**	
	Spreidingsbreedte:	2 x (880 + (1/2) x 1830) + 2400	= 5990 mm
	Per m^1	**300 kN** / 5,99 m^1	= **50,1 kN/m^1**

De **belastingspreiding t.g.v. $Q_{2;k}$** naar de onderliggende duikerwand is (2/3) van $Q_{1;k}$: **33,4 kN/m^1**.

Voor de weergegeven situatie is de totale maatgevende belastingstrook per m onder de duiker:

$Q_{1;k}$	50,1 kN/m^1
$Q_{2;k}$	33,4 kN/m^1 +
Totaal:	**83 kN/m^1**

Gelijkmatig verdeelde belasting

Belasting op het dek:

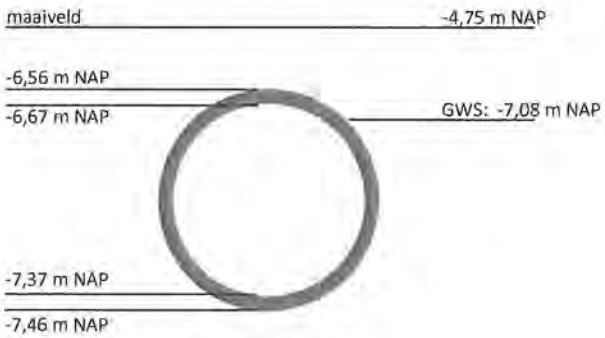
Voor de zwaarst belaste rijstrook geldt: $q_{1;k}$ = = 9 kN/m^2

Per m^1 gehele duiker: (0,88) x 10,35 kN/m^2 = 8 kN/m^1

Dit wordt aangehouden als maatgevende verdeelde belasting.

7.2 Opdrijven

In deze paragraaf wordt het criterium opdrijven behandeld. De duiker kan drooggezet worden. Op dit moment werkt de grond en het eigen gewicht neerwaarts en de waterdruk opwaarts. Als de neerwaartse belasting groter is dan de opwaartse, voldoet het criterium opdrijven.



Figuur 7.7: De droogstaande constructie.

Voor de belastingen wordt uitgegaan van figuur 7.7. De opwaartse belasting van het water en het neerwaartse eigen gewicht worden hieronder bepaald:

Afmetingen duiker inwendige diameter 0,70 mm^1
uitwendige diameter 0,88 mm^1

Neerwaarts gewicht:	$(0{,}25 \times \pi \times 0{,}88^2 - 0{,}25 \times \pi \times 0{,}70^2) \times 25$ kN/m^3	= 5,6 kN/m^1 (↓)
Neerwaartse grond:	(1,83 m x 0,88 m) x 19 kN/m^3	= 30,6 kN/m^1 (↓)
Opwaartse waterdruk:	$0{,}5 \times (0{,}25 \times \pi \times 0{,}88^2) \times 10$ kN/m^3	= 3,0 kN/m^1 (↑)

Voor het eigen gewicht moet een factor van 0,9 meegenomen worden. Op het water moet een factor van 1,0 meegenomen worden:

Neerwaartse belasting:	0,90 x (5,6 + 30,6)	= 32,6 kN (↓)
Opwaartse belasting:	1,00 x (3,0)	= -3,0 kN (↑)
Minimale neerwaartse druk:		= 30 kN (↓)

Hiermee kan de conclusie worden getrokken dat de duiker voldoet aan het criterium opdrijven.

Deze berekening is globaal en is op basis van de huidige uitgangspunten gemaakt. Indien de duiker in de toekomst drooggezet wordt én uitgangspunten gewijzigd zijn ten opzichte van die in deze berekening zijn opgenomen, dient er een nieuwe beschouwing van het opdrijven gedaan te worden.

7.3 Combinaties

7.3.1 *Belastingcombinaties*

De belastingcombinaties volgen uit de belasting gecombineerd met de maximale en minimale waterstand (combinatie 1 en 2) en de UGT combinatie formules (6.10a en 6.10b).

Tabel 7.1: Resultaten belastingcombinaties.

Belastinggeval			Bel / m	Belastingfactor		Belastingcombinatie			
Type	Omschrijving	Onderdeel	[kN/m^1]	6,10a	6,10b	1a	1b	2a	2b
Perm.	Eigen gewicht	Duiker	6	1,3	1,2	8	7	8	7
Perm.	Rustende bel.	Asfalt	4	1,3	1,2	5	5	5	5
		Grond	31	1,3	1,2	40	37	40	37
Ver.	Waterstanden	Situatie 1	-1	0,9	0,9	-1	-1		
		Situatie 2	-3	0,9	0,9			-3	-3
Ver.	Verkeer	Laststelsel	83	1,08	1,35	90	112	90	112
	Verkeer	Q-last	8	1,08	1,35	9	11	9	11
					Totaal:	151	**171**	149	169

7.3.2 *Resultaten funderingsbelasting*

Combinatie 1a: 151 kN per meter duiker
Combinatie 1b: **171 kN per meter duiker → Maatgevend**
Combinatie 2a: 149 kN per meter duiker
Combinatie 2b: 169 kN per meter duiker

De maatgevende belasting per meter per duikerwand is 171 kN per meter duiker in de UGT. De bijbehorende BGT belasting is 131 kN per meter duiker:

Tabel 7.2: Resultaten belastingcombinaties.

Belastinggeval			Bel /m	Belastingfactor		Belastingcombinatie			
Type	Omschrijving	Onderdeel	[kN/m^1]	6,10a	6,10b	1a	1b	2a	2b
Perm.	Eigen gewicht	Duiker	6	1	1	6	6	6	6
Perm.	Rustende bel.	Asfalt	4	1	1	4	4	4	4
		Grond	31	1	1	31	31	31	31
Ver.	Waterstanden	Situatie 1	-1	1	1	-1	-1		
		Situatie 2	-3	1	1			-3	-3
Ver.	Verkeer	Laststelsel	83	1	1	83	83	83	83
	Verkeer	Q-last	8	1	1	8	8	8	8
					Totaal:	131	**131**	129	129

De funderingsbelasting mag gedeeld worden over de breedte van de constructie (0,88 meter) en komt dan neer op **194** kN/m^2 in de UGT en **149** kN/m^2 in de BGT.

7.4 Geotechnische controle

In dit hoofdstuk wordt de draagkracht van de ondergrond getoetst. Beschouwd is of de huidige bodemopbouw voldoende draagkrachtig is om de nieuwe duiker te kunnen dragen. Indien dit niet het geval is, dient een grondverbetering te worden toegepast en/of dient de breedte van de duiker door middel van oren te worden aangepast. De dikte van de grondverbetering met zand is indien nodig bepaald.

7.4.1 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gebruikt:

- sonderingen: DKM 13 en DKM 14
- aanlegniveau duiker: NAP -7,52 m
- belastingen: 171 kN/m (UGT) en 131 kN/m BGT (inclusief verkeer)
  52 kN/m (UGT) en 41 kN/m BGT (exclusief verkeer)

De berekeningen zijn uitgevoerd met D-Foundations 8.2 van Deltares.

7.4.2 Resultaten

Er dient een zandbed van 0,50m dikte onder de duiker te worden aangebracht.

De resultaten zijn gegeven in de onderstaande tabel:

Tabel 7.3: Resultaten berekeningen draagvermogen.

Funderingselement	Ongedraineerd	Vd (kN)	Rd (kN)	Draagvermogen
DKM 13	Geval C	171	231	Voldoet
DKM 14	Geval C	171	231	Voldoet
	Gedraineerd			
DKM 13	Geval C	171	190	Voldoet
DKM 14	Geval C	171	190	Voldoet

Tabel 7.4: Resultaten berekeningen zakking.

Funderingselement	s1	s1;gd	s2	Sd	S eis	Zakking
DKM 13	0,040	0,057	0,061	0,118	0,15	Voldoet
DKM 14	0,035	0,058	0,049	0,084	0,15	Voldoet

8 Conclusie en aanbevelingen

8.1 Duikers

Uit de berekeningen volgt dat de duikers bij de aangenomen uitgangspunten niet opdrijven.

Daarnaast volgen uit de gewichtsberekeningen de belastingen onder de duikers uitgaande van een voorgespannen duiker. Deze zijn in de onderstaande tabel herhaald:

Tabel 8.1: Belastingen per m^2

	Code	Locatie	UGT	BGT
1	OR-4.08-ax	Kerkweg	376 kN/m	290 kN/m
2	OR-4.09-iw	Zevenhovenseweg	345 kN/m	262 kN/m
10	OR-	Achttienkavelsweg	171 kN/m	131 kN/m

8.2 Fundering

Uit de berekeningen volgt dat duiker OR-4.08-ax zonder grondverbetering kan worden aangelegd. Onder duiker OR-4.09-iw moet wel een grondverbetering worden aangebracht.

Tabel 8.2: Resultaten funderingsberekening.

Code	Zandbed
OR-4.08-ax	geen
OR-4.09-iw	1,00 m
OR-	0,50 m

8.3 Aanbevelingen

Bij duiker OR-4.08-iw en OR- dient een zandbed onder de duiker te worden aangebracht. Dit zandbed moet minimaal de breedte van de duiker hebben. Het zandbed moet aangelegd worden met schoon goed verdicht zand.

Bijlage 1: Tekeningen

Bijlage 2: Berekening funderingscapaciteit

Rapport voor D-Foundations 8.2

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Ingenieursbureau Oranjewoud
Datum van rapport:	4-12-2013
Tijd van rapport:	11:50:26
Datum van berekening:	4-12-2013
Tijd van berekening:	11:50:10
Bestandsnaam:	d:\..\Duiker OR-4.08-ax zonder grondverbetering zetting
Projectbeschrijving:	Duiker OR-4.08-ax Sondering DKM003 en DKM004 D-Foundations Duiker OR-4.08-ax zonder grondverbetering zetting

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Rapportage Gegevens 3
2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal 3
2.4 Bovenbouw 3
2.5 Algemene Sondeergegevens 3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan 3
2.6 Grondgegevens 4
2.6.1 Grondprofiel DKM003 4
2.6.2 Grondprofiel DKM004 5
2.7 Funderingsgegevens 5
2.8 Funderingsplan 6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan 6
2.9 Belastingsgegevens 6
2.9.1 Verticale belastingen 6
2.9.2 Horizontale belastingen 6
2.10 Eisen 6
2.11 Opgegeven Parameters 7
2.12 Rekenopties 7
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing 8
3.1 Toetsing Grenstoestand EQU 8
3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie 8
3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie 8
3.1.3 Stabiliteit 8
3.2 Toetsing Grenstoestand GEO 8
3.2.1 Zakkingscontrole Grenstoestand GEO 8
3.3 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand 8
3.3.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand 9
3.4 Aanvullende Informatie 9

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model	Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :	ir. A.R. Blacquière
Constructeur bovenbouw :	ir. P.A.J.B. van den Noort
Opdrachtgever :	
Titel 1 :	Duiker OR-4.08-ax
Titel 2 :	Sondering DKM003 en DKM004
Titel 3 :	D-Foundations Duiker OR-4.08-ax zonder grondverbetering zetting
Nummer project :	248373.04
Locatie project :	Nieuwkoop

2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal

De toetsingen uitgevoerd door het model fundering op staal van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op funderingen op staal waarop statische of quasi-statische krachten werken. Het funderingsoppervlak mag hierbij een hoek met de horizontaal maken van ten hoogste 2.5 graden.

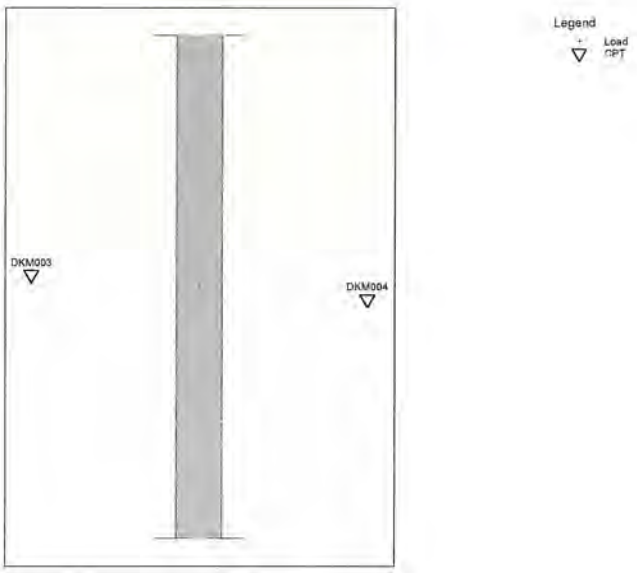
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek :	Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen :	2

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



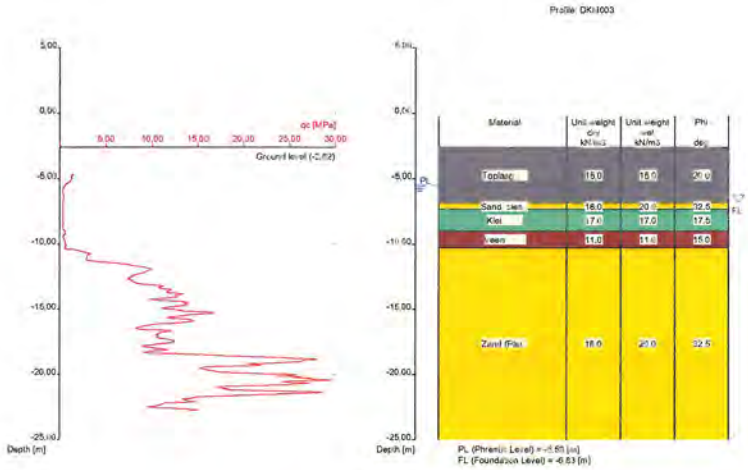
Nummer/naam sondering	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: DKM003	109565,00	464443,00
2: DKM004	109579,00	464442,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen: 2

2.6.1 Grondprofiel DKM003

Behorende bij sondering	DKM003
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-2,62
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,53
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-6,83
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5

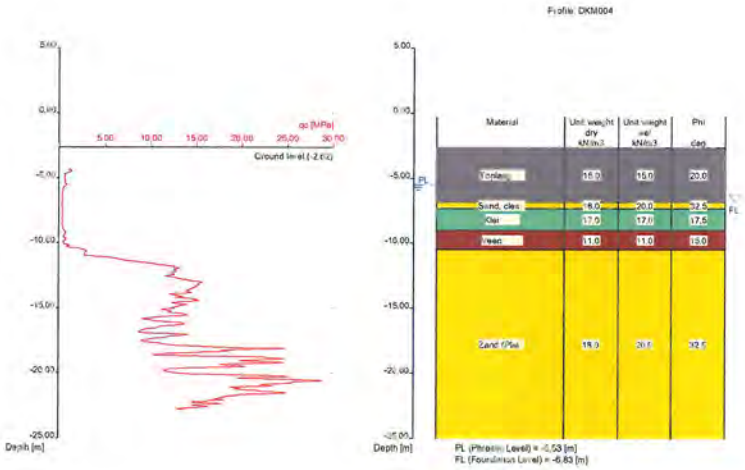


Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-2,620	15,00	15,00	20,00	1,00	50,00	0,18	0,01
2	-6,830	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-7,330	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
4	-9,000	11,00	11,00	15,00	2,00	15,00	0,38	0,02
5	-10,250	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,01	0,00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-2,620	0,26	Klei
2	-6,830	0,26	Zand
3	-7,330	0,00	Klei
4	-9,000	0,00	Veen
5	-10,250	0,26	Zand

2.6.2 Grondprofiel DKM004

Behorende bij sondering	DKM004
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-2,62
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,53
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-6,83
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-2,620	15,00	15,00	20,00	1,00	50,00	0,18	0,01
2	-6,830	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-7,330	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
4	-9,000	11,00	11,00	15,00	2,00	15,00	0,38	0,02
5	-10,500	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,01	0,00

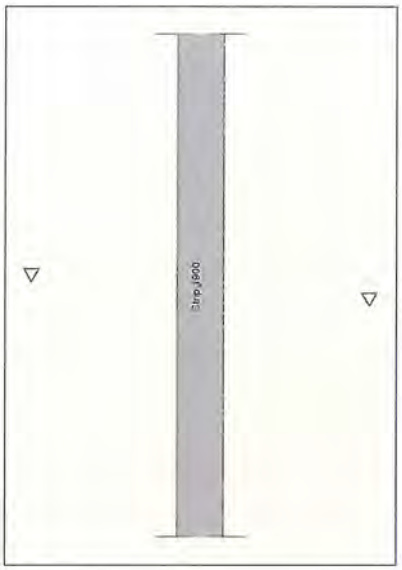
Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-2,620	0,26	Klei
2	-6,830	0,26	Zand
3	-7,330	0,00	Klei
4	-9,000	0,00	Veen
5	-10,500	0,26	Zand

2.7 Funderingsgegevens

Element naam	Element vorm	Breedte [m]	Lengte [m]	Diameter [m]	Type
Strip 1900	Strook	1,90	nvt	nvt	Prefab

2.8 Funderingsplan

2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond-profiel naam	Belastings-geval naam	Talud nr.
1: 1 (DKM0...	10957...	46444...	0,00	Strip 1900	DKM003 ...	Load (1)	None
2: 1 (DKM0...	10957...	46444...	0,00	Strip 1900	DKM004 ...	Load (1)	None

2.9 Belastingsgegevens

2.9.1 Verticale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO			BGT		
	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]
Load (1)	0,00	0,00	161,00	0,00	0,00	121,00

2.9.2 Horizontale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO		BGT		Kappa [deg]
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	
Load (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00

2.10 Eisen

Grenstoestand GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.11 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.12 Rekenopties

Geen gebruik tussenresultatenfile
Maak geen gebruik van het interactie model.

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing

3.1 Toetsing Grenstoestand EQU

Eis volgens NEN-EN 1997-1 par. 2.4.7 / 2.4.8: Ed <= Cd.

3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Ftrek [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM003)	Geval B	161,00	446,19	0,00	0,00	VOLDOET
1 (DKM004)	Geval B	161,00	446,19	0,00	0,00	VOLDOET

- voor de toetsing is de hoogste waarde van Rd aangehouden!
-Ftrek (0.5 * b' * cu;d) is de trekkracht per strekkende meter
welke opgenomen moet kunnen worden door de fundering bij squeeze
(zie artikel 6.5.2.2 NEN-9097-1 (r), NEN-EN).

3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Pons) [kN]	Rd (Pons) [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM003)	Geval C	161,00	688,41	172,82	486,90	VOLDOET
1 (DKM004)	Geval C	161,00	688,41	172,82	486,90	VOLDOET

NB:bij toetsing voor zowel situatie met als zonder pons, moet aan beide worden voldaan!

3.1.3 Stabiliteit

Fund. elem. naam	Minimale l' [m]	Minimale b' [m]	Phi`d [deg]	Kantel-stabiliteit	Totale stabiliteit
1 (DKM003)	1,00	1,90	15,25	VOLDOET	VOLDOET
1 (DKM004)	1,00	1,90	15,25	VOLDOET	VOLDOET

3.2 Toetsing Grenstoestand GEO

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.Sreq = 0,150 [m] Sd = s1;d + s2;d

3.2.1 Zakkingscontrole Grenstoestand GEO

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM003)	0,205	0,206	0,185	Voldoet NIET	Voldoet NIET
1 (DKM004)	0,222	0,223	0,209	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.

Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.3 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.
Voor woningen en woongebouwen geldt : Sreq = 0.05 m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

Seq = 0,150 Sd = s1;d + s2;d

3.3.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM003)	0,114	0,116	0,148	Voldoet NIET	Voldoet NIET
1 (DKM004)	0,124	0,125	0,167	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.
Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.4 Aanvullende Informatie

De maximale zakking in Grenstoestand GEO bedraagt 0,431 meter en
is gevonden bij funderingselement 2.
De maximale zakking in de Bruikbaarheidsgrenstoestand bedraagt 0,291 meter en
is gevonden bij funderingselement 2.

Einde Rapport

Rapport voor D-Foundations 8.2

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Ingenieursbureau Oranjewoud
Datum van rapport:	4-12-2013
Tijd van rapport:	11:51:13
Datum van berekening:	4-12-2013
Tijd van berekening:	11:45:36
Bestandsnaam:	d:\..\sommen 2 december 2013\Duiker OR-4.08-ax zonder grondverbetering
Projectbeschrijving:	Duiker OR-4.08-ax Sondering DKM003 en DKM004 D-Foundations Duiker OR-4.08-ax zonder grondverbetering

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Rapportage Gegevens 3
2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal 3
2.4 Bovenbouw 3
2.5 Algemene Sondeergegevens 3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan 3
2.6 Grondgegevens 4
2.6.1 Grondprofiel DKM003 4
2.6.2 Grondprofiel DKM004 5
2.7 Funderingsgegevens 5
2.8 Funderingsplan 6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan 6
2.9 Belastingsgegevens 6
2.9.1 Verticale belastingen 6
2.9.2 Horizontale belastingen 6
2.10 Eisen 6
2.11 Opgegeven Parameters 7
2.12 Rekenopties 7
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing 8
3.1 Toetsing Grenstoestand EQU 8
3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie 8
3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie 8
3.1.3 Stabiliteit 8
3.2 Toetsing Grenstoestand GEO 8
3.2.1 Zakkingscontrole Grenstoestand GEO 8
3.3 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand 8
3.3.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand 9
3.4 Aanvullende Informatie 9

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model	Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :	ir. A.R. Blacquière
Constructeur bovenbouw :	ir. P.A.J.B. van den Noort
Opdrachtgever :	
Titel 1 :	Duiker OR-4.08-ax
Titel 2 :	Sondering DKM003 en DKM004
Titel 3 :	D-Foundations Duiker OR-4.08-ax zonder grondverbetering
Nummer project :	248373.04
Locatie project :	Nieuwkoop

2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal

De toetsingen uitgevoerd door het model fundering op staal van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op funderingen op staal waarop statische of quasi-statische krachten werken. Het funderingsoppervlak mag hierbij een hoek met de horizontaal maken van ten hoogste 2.5 graden.

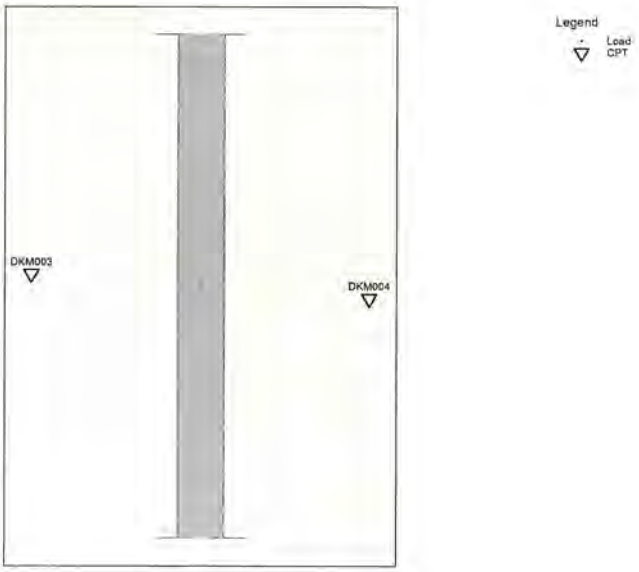
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek :	Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen :	2

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



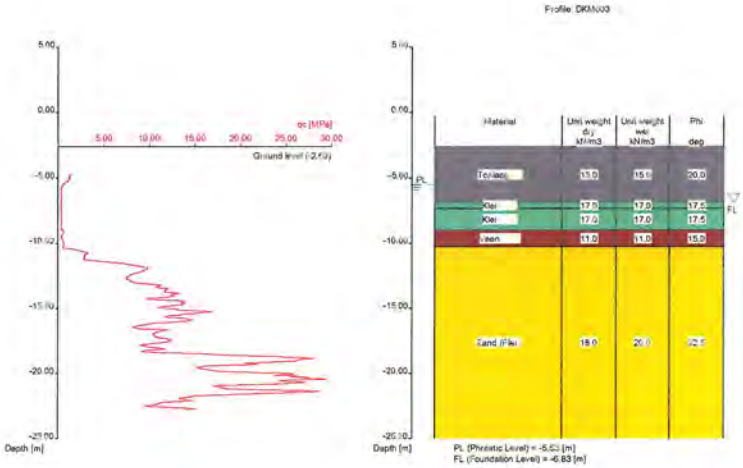
Nummer/naam sondering	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: DKM003	109565,00	464443,00
2: DKM004	109579,00	464442,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen: 2

2.6.1 Grondprofiel DKM003

Behorende bij sondering	DKM003
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-2,62
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,53
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-6,83
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5

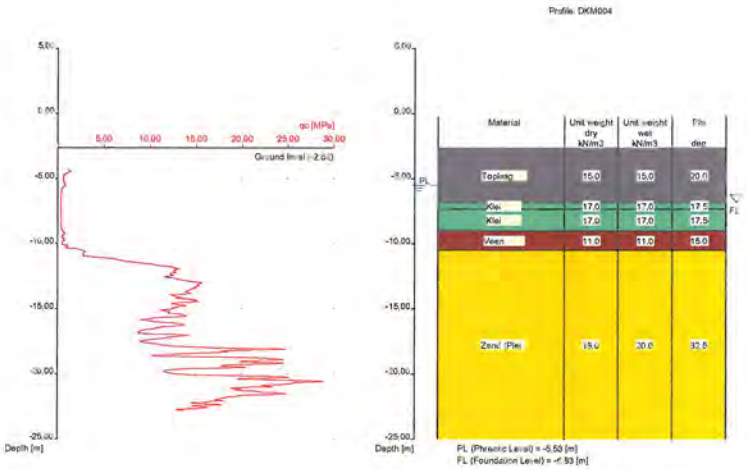


Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-2,620	15,00	15,00	20,00	1,00	50,00	0,18	0,01
2	-6,830	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
3	-7,330	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
4	-9,000	11,00	11,00	15,00	2,00	15,00	0,38	0,02
5	-10,250	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,01	0,00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-2,620	0,26	Klei
2	-6,830	0,00	Klei
3	-7,330	0,00	Klei
4	-9,000	0,00	Veen
5	-10,250	0,26	Zand

2.6.2 Grondprofiel DKM004

Behorende bij sondering	DKM004
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-2,62
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,53
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-6,83
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-2,620	15,00	15,00	20,00	1,00	50,00	0,18	0,01
2	-6,830	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
3	-7,330	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
4	-9,000	11,00	11,00	15,00	2,00	15,00	0,38	0,02
5	-10,500	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,01	0,00

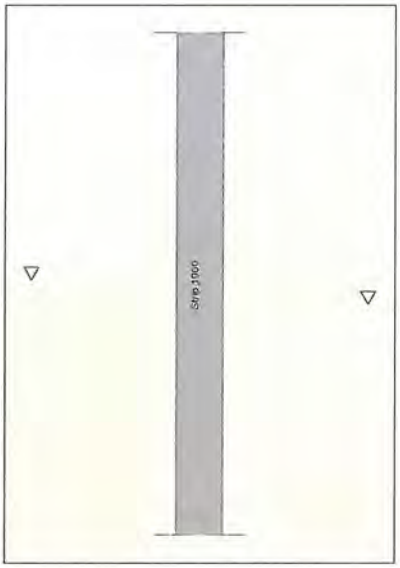
Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-2,620	0,26	Klei
2	-6,830	0,00	Klei
3	-7,330	0,00	Klei
4	-9,000	0,00	Veen
5	-10,500	0,26	Zand

2.7 Funderingsgegevens

Element naam	Element vorm	Breedte [m]	Lengte [m]	Diameter [m]	Type
Strip 1900	Strook	1,90	nvt	nvt	Prefab

2.8 Funderingsplan

2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond-profiel naam	Belastings-geval naam	Talud nr.
1: 1 (DKM0...	10957...	46444...	0,00	Strip 1900	DKM003 ...	Load (1)	None
2: 1 (DKM0...	10957...	46444...	0,00	Strip 1900	DKM004 ...	Load (1)	None

2.9 Belastingsgegevens

2.9.1 Verticale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO			BGT		
	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]
Load (1)	0,00	0,00	376,00	0,00	0,00	290,00

2.9.2 Horizontale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO		BGT		
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	Kappa [deg]
Load (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00

2.10 Eisen

Grenstoestand GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.11 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.12 Rekenopties

Geen gebruik tussenresultatenfile
Maak geen gebruik van het interactie model.

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing

3.1 Toetsing Grenstoestand EQU

Eis volgens NEN-EN 1997-1 par. 2.4.7 / 2.4.8: Ed <= Cd.

3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Ftrek [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM003)	Geval B	376,00	446,19	0,00	0,00	VOLDOET
1 (DKM004)	Geval B	376,00	446,19	0,00	0,00	VOLDOET

- voor de toetsing is de hoogste waarde van Rd aangehouden!
-Ftrek (0.5 * b' * cu;d) is de trekkracht per strekkende meter
welke opgenomen moet kunnen worden door de fundering bij squeeze
(zie artikel 6.5.2.2 NEN-9097-1 (r), NEN-EN).

3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Pons) [kN]	Rd (Pons) [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM003)	Geval B	376,00	426,20	0,00	0,00	VOLDOET
1 (DKM004)	Geval B	376,00	426,20	0,00	0,00	VOLDOET

NB:bij toetsing voor zowel situatie met als zonder pons, moet aan beide worden voldaan!

3.1.3 Stabiliteit

Fund. elem. naam	Minimale l' [m]	Minimale b' [m]	Phi`d [deg]	Kantel-stabiliteit	Totale stabiliteit
1 (DKM003)	1,00	1,90	15,33	VOLDOET	VOLDOET
1 (DKM004)	1,00	1,90	15,33	VOLDOET	VOLDOET

3.2 Toetsing Grenstoestand GEO

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.Sreq = 0,150 [m] Sd = s1;d + s2;d

3.2.1 Zakkingscontrole Grenstoestand GEO

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM003)	0,465	0,465	0,204	Voldoet NIET	Voldoet NIET
1 (DKM004)	0,499	0,499	0,228	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.

Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.3 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.
Voor woningen en woongebouwen geldt : Sreq = 0.05 m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

Seq = 0,150 Sd = s1;d + s2;d

3.3.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM003)	0,284	0,284	0,164	Voldoet NIET	Voldoet NIET
1 (DKM004)	0,304	0,304	0,183	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.
Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.4 Aanvullende Informatie

De maximale zakking in Grenstoestand GEO bedraagt 0,727 meter en
is gevonden bij funderingselement 2.
De maximale zakking in de Bruikbaarheidsgrenstoestand bedraagt 0,487 meter en
is gevonden bij funderingselement 2.

Einde Rapport

Rapport voor D-Foundations 8.2

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Ingenieursbureau Oranjewoud
Datum van rapport:	3-12-2013
Tijd van rapport:	15:33:40
Datum van berekening:	3-12-2013
Tijd van berekening:	13:59:47
Bestandsnaam:	d:\..\248373.04 Duikers Nieuwkoop\Duiker OR-4.09-iw (met verkeer)
Projectbeschrijving:	Duiker OR-4.09-iw (met verkeer) Sondering DKM013 en DKM014 D-Foundations Duiker OR-4.09-iw (met verkeer)

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Rapportage Gegevens 3
2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal 3
2.4 Bovenbouw 3
2.5 Algemene Sondeergegevens 3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan 3
2.6 Grondgegevens 4
2.6.1 Grondprofiel DKM013 4
2.6.2 Grondprofiel DKM014 5
2.7 Funderingsgegevens 5
2.8 Funderingsplan 6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan 6
2.9 Belastingsgegevens 6
2.9.1 Verticale belastingen 6
2.9.2 Horizontale belastingen 6
2.10 Eisen 6
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing 7
3.1 Toetsing Grenstoestand EQU 7
3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie 7
3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie 7

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model	Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :	ir. A.R. Blacquière
Constructeur bovenbouw :	ir. P.A.J.B. van den Noort
Opdrachtgever :	
Titel 1 :	Duiker OR-4.09-iw (met verkeer)
Titel 2 :	Sondering DKM013 en DKM014
Titel 3 :	D-Foundations Duiker OR-4.09-iw (met verkeer)
Nummer project :	248373.04
Locatie project :	Nieuwkoop

2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal

De toetsingen uitgevoerd door het model fundering op staal van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op funderingen op staal waarop statische of quasi-statische krachten werken. Het funderingsoppervlak mag hierbij een hoek met de horizontaal maken van ten hoogste 2.5 graden.

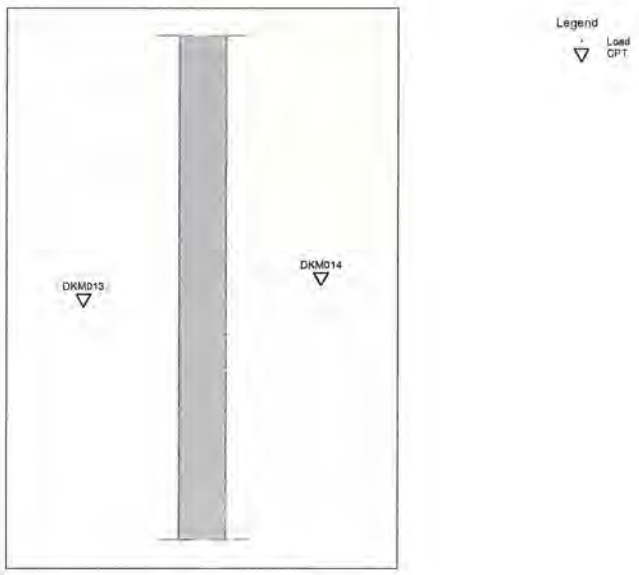
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek :	Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen :	2

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



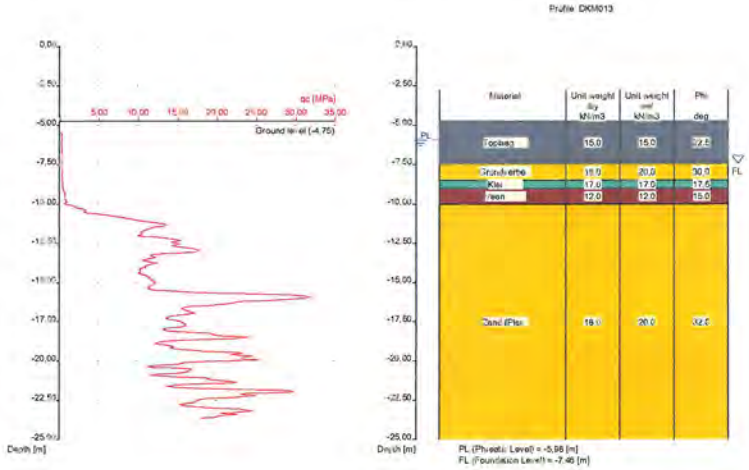
Nummer/naam sondering	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: DKM013	112062,00	465310,00
2: DKM014	112073,00	465311,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen: 2

2.6.1 Grondprofiel DKM013

Behorende bij sondering	DKM013
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-4,75
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,98
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-7,46
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5

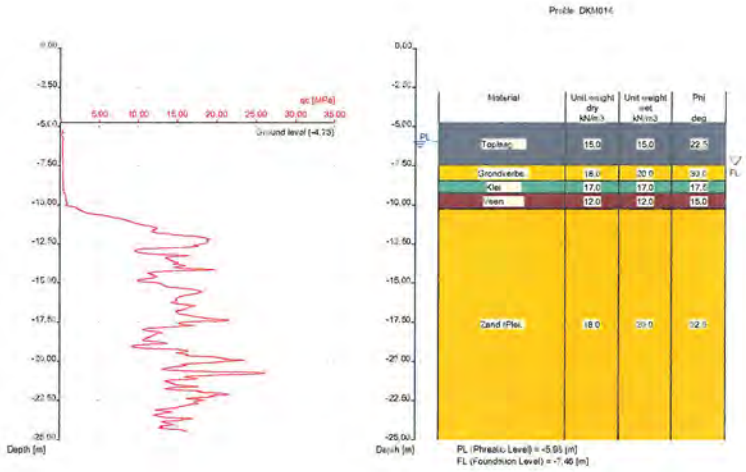


Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-4,750	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,12	0,01
2	-7,460	18,00	20,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
3	-8,460	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,15	0,01
4	-9,000	12,00	12,00	15,00	2,50	20,00	0,31	0,02
5	-10,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-4,750	0,00	Klei
2	-7,460	0,26	Zand
3	-8,460	0,00	Klei
4	-9,000	0,00	Veen
5	-10,000	0,26	Zand

2.6.2 Grondprofiel DKM014

Behorende bij sondering	DKM014
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-4,75
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,98
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-7,46
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-4,750	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,12	0,01
2	-7,460	18,00	20,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
3	-8,460	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,15	0,01
4	-9,250	12,00	12,00	15,00	2,50	20,00	0,31	0,02
5	-10,250	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00

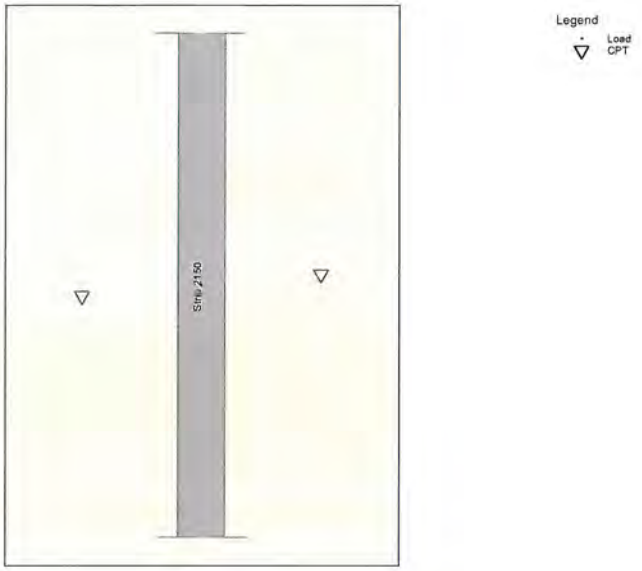
Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-4,750	0,00	Klei
2	-7,460	0,26	Zand
3	-8,460	0,00	Klei
4	-9,250	0,00	Veen
5	-10,250	0,26	Zand

2.7 Funderingsgegevens

Element naam	Element vorm	Breedte [m]	Lengte [m]	Diameter [m]	Type
Strip 2150	Strook	2,15	nvt	nvt	Prefab

2.8 Funderingsplan

2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond-profiel naam	Belastings-geval naam	Talud nr.
1: 1 (DKM0...	11206...	46531...	0,00	Strip 2150	DKM013 ...	Belasting	None
2: 1 (DKM0...	11206...	46531...	0,00	Strip 2150	DKM014 ...	Belasting	None

2.9 Belastingsgegevens

2.9.1 Verticale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO			BGT		
	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]
Belasting	0,00	0,00	345,00	0,00	0,00	262,00

2.9.2 Horizontale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO		BGT		
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	Kappa [deg]
Belasting	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00

2.10 Eisen

Grenstoestand GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing

3.1 Toetsing Grenstoestand EQU

Eis volgens NEN-EN 1997-1 par. 2.4.7 / 2.4.8: Ed <= Cd.

3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Ftrek [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM013)	Geval B	345,00	375,17	0,00	0,00	VOLDOET
1 (DKM014)	Geval B	345,00	375,17	0,00	0,00	VOLDOET

- voor de toetsing is de hoogste waarde van Rd aangehouden!
-Ftrek (0.5 * b' * cu;d) is de trekkracht per strekkende meter
welke opgenomen moet kunnen worden door de fundering bij squeeze
(zie artikel 6.5.2.2 NEN-9097-1 (r), NEN-EN).

3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Pons) [kN]	Rd (Pons) [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM013)	Geval C	345,00	483,33	372,47	413,20	VOLDOET
1 (DKM014)	Geval C	345,00	497,06	372,47	389,28	VOLDOET

NB:bij toetsing voor zowel situatie met als zonder pons, moet aan beide worden voldaan!

Einde Rapport

Rapport voor D-Foundations 8.2

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Ingenieursbureau Oranjewoud
Datum van rapport:	3-12-2013
Tijd van rapport:	15:32:49
Datum van berekening:	3-12-2013
Tijd van berekening:	14:08:07
Bestandsnaam:	d:\..\248373.04 Duikers Nieuwkoop\Duiker OR-4.09-iw (zonder verkeer)
Projectbeschrijving:	Duiker OR-4.09-iw (met verkeer) Sondering DKM013 en DKM014 D-Foundations Duiker OR-4.09-iw (zonder verkeer)

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Rapportage Gegevens 3
2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal 3
2.4 Bovenbouw 3
2.5 Algemene Sondeergegevens 3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan 3
2.6 Grondgegevens 4
2.6.1 Grondprofiel DKM013 4
2.6.2 Grondprofiel DKM014 5
2.7 Funderingsgegevens 5
2.8 Funderingsplan 6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan 6
2.9 Belastingsgegevens 6
2.9.1 Verticale belastingen 6
2.9.2 Horizontale belastingen 6
2.10 Eisen 6
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing 7
3.1 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand 7
3.1.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand 7

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model	Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :	ir. A.R. Blacquière
Constructeur bovenbouw :	ir. P.A.J.B. van den Noort
Opdrachtgever :	
Titel 1 :	Duiker OR-4.09-iw (met verkeer)
Titel 2 :	Sondering DKM013 en DKM014
Titel 3 :	D-Foundations Duiker OR-4.09-iw (zonder verkeer)
Nummer project :	248373.04
Locatie project :	Nieuwkoop

2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal

De toetsingen uitgevoerd door het model fundering op staal van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op funderingen op staal waarop statische of quasi-statische krachten werken. Het funderingsoppervlak mag hierbij een hoek met de horizontaal maken van ten hoogste 2.5 graden.

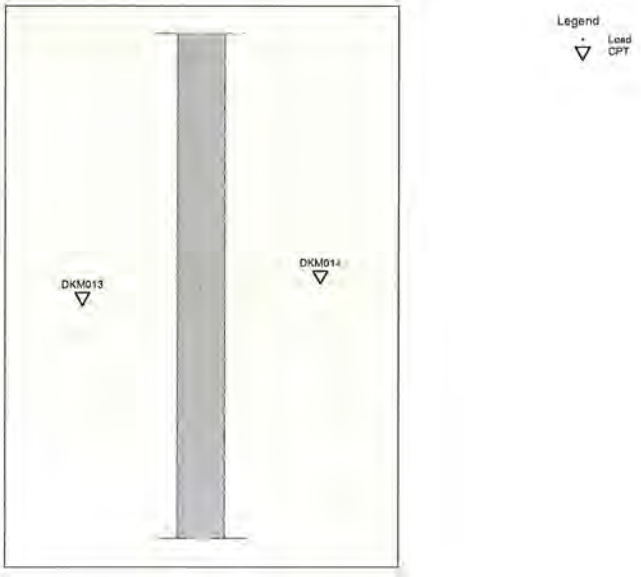
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek :	Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen :	2

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



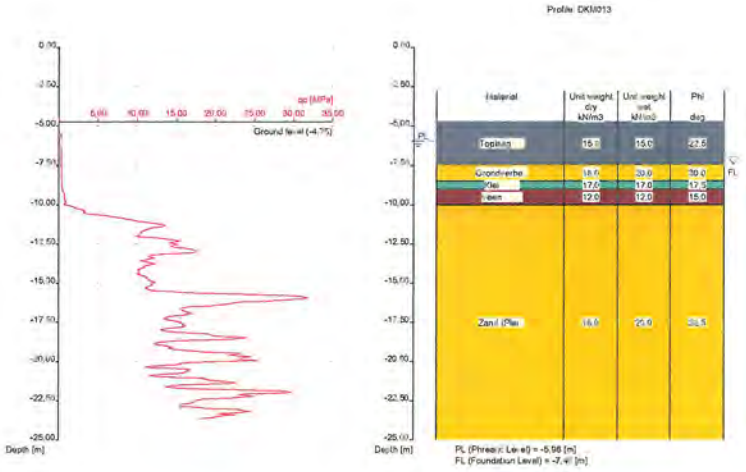
Nummer/naam sondering	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: DKM013	112062,00	465310,00
2: DKM014	112073,00	465311,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen: 2

2.6.1 Grondprofiel DKM013

Behorende bij sondering	DKM013
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-4,75
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,98
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-7,46
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5

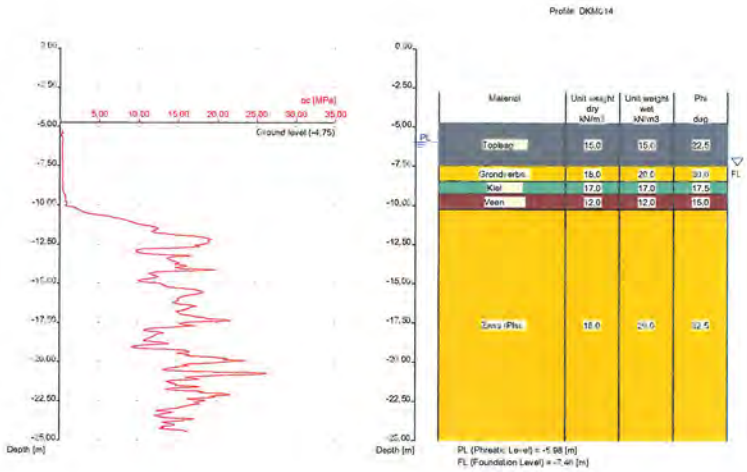


Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-4,750	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,12	0,01
2	-7,460	18,00	20,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
3	-8,460	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,15	0,01
4	-9,000	12,00	12,00	15,00	2,50	20,00	0,31	0,02
5	-10,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-4,750	0,00	Klei
2	-7,460	0,26	Zand
3	-8,460	0,00	Klei
4	-9,000	0,00	Veen
5	-10,000	0,26	Zand

2.6.2 Grondprofiel DKM014

Behorende bij sondering	DKM014
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-4,75
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,98
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-7,46
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-4,750	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,12	0,01
2	-7,460	18,00	20,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
3	-8,460	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,15	0,01
4	-9,250	12,00	12,00	15,00	2,50	20,00	0,31	0,02
5	-10,250	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00

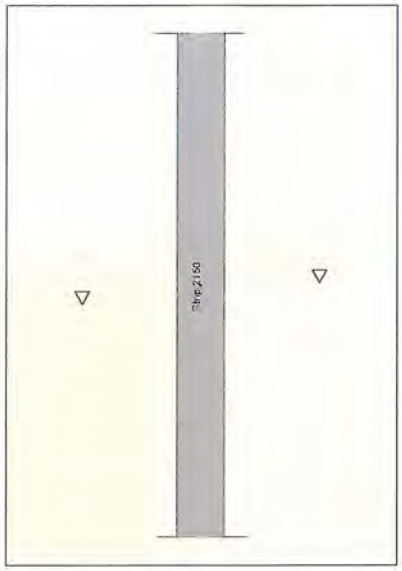
Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-4,750	0,00	Klei
2	-7,460	0,26	Zand
3	-8,460	0,00	Klei
4	-9,250	0,00	Veen
5	-10,250	0,26	Zand

2.7 Funderingsgegevens

Element naam	Element vorm	Breedte [m]	Lengte [m]	Diameter [m]	Type
Strip 2150	Strook	2,15	nvt	nvt	Prefab

2.8 Funderingsplan

2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond-profiel naam	Belastings-geval naam	Talud nr.
1: 1 (DKM0...	11206...	46531...	0,00	Strip 2150	DKM013 ...	Belasting	None
2: 1 (DKM0...	11206...	46531...	0,00	Strip 2150	DKM014 ...	Belasting	None

2.9 Belastingsgegevens

2.9.1 Verticale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO			BGT		
	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]
Belasting	0,00	0,00	98,00	0,00	0,00	73,00

2.9.2 Horizontale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO		BGT		Kappa [deg]
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	
Belasting	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00

2.10 Eisen

Grenstoestand GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing

3.1 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.
Voor woningen en woongebouwen geldt : Sreq = 0.05 m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.
Seq = 0,150 Sd = s1;d + s2;d

3.1.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM013)	0,060	0,061	0,074	VOLDOET	VOLDOET
1 (DKM014)	0,062	0,063	0,080	VOLDOET	VOLDOET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.
Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

Einde Rapport

Rapport voor D-Foundations 8.2

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Ingenieursbureau Oranjewoud
Datum van rapport:	4-12-2013
Tijd van rapport:	11:17:34
Datum van berekening:	4-12-2013
Tijd van berekening:	11:16:45
Bestandsnaam:	d:\..\sommen 2 december 2013\Duiker 10 rond toplaag puin DKM 13 en 14
Projectbeschrijving:	Duiker OR-4.09-iw Sondering DKM013 en DKM014 D-Foundations Duiker 10 rond toplaag puin DKM 13 en 14

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Rapportage Gegevens 3
2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal 3
2.4 Bovenbouw 3
2.5 Algemene Sondeergegevens 3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan 3
2.6 Grondgegevens 4
2.6.1 Grondprofiel DKM013 4
2.6.2 Grondprofiel DKM014 5
2.7 Funderingsgegevens 5
2.8 Funderingsplan 6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan 6
2.9 Belastingsgegevens 6
2.9.1 Verticale belastingen 6
2.9.2 Horizontale belastingen 6
2.10 Eisen 6
2.11 Opgegeven Parameters 7
2.12 Rekenopties 7
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing 8
3.1 Toetsing Grenstoestand EQU 8
3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie 8
3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie 8
3.1.3 Stabiliteit 8
3.2 Toetsing Grenstoestand GEO 8
3.2.1 Zakkingscontrole Grenstoestand GEO 8
3.3 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand 8
3.3.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand 9
3.4 Aanvullende Informatie 9

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model	Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :	ir. A.R. Blacquière
Constructeur bovenbouw :	ir. P.A.J.B. van den Noort
Opdrachtgever :	
Titel 1 :	Duiker OR-4.09-iw
Titel 2 :	Sondering DKM013 en DKM014
Titel 3 :	D-Foundations Duiker 10 rond toplaag puin DKM 13 en 14
Nummer project :	248373.04
Locatie project :	Nieuwkoop

2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal

De toetsingen uitgevoerd door het model fundering op staal van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op funderingen op staal waarop statische of quasi-statische krachten werken. Het funderingsoppervlak mag hierbij een hoek met de horizontaal maken van ten hoogste 2.5 graden.

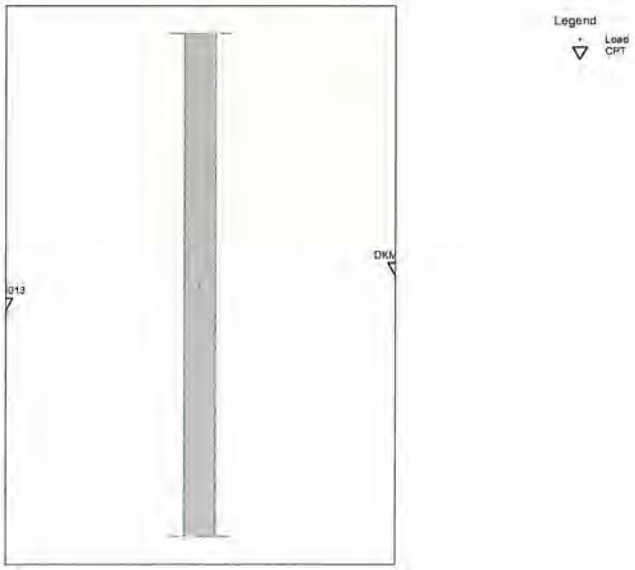
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek :	Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen :	2

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



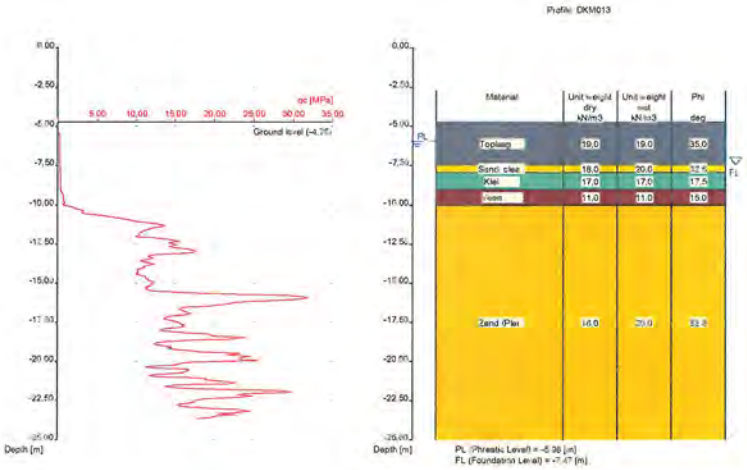
Nummer/naam sondering	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: DKM013	112062,00	465310,00
2: DKM014	112073,00	465311,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen: 2

2.6.1 Grondprofiel DKM013

Behorende bij sondering	DKM013
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-4,75
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,98
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-7,47
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5

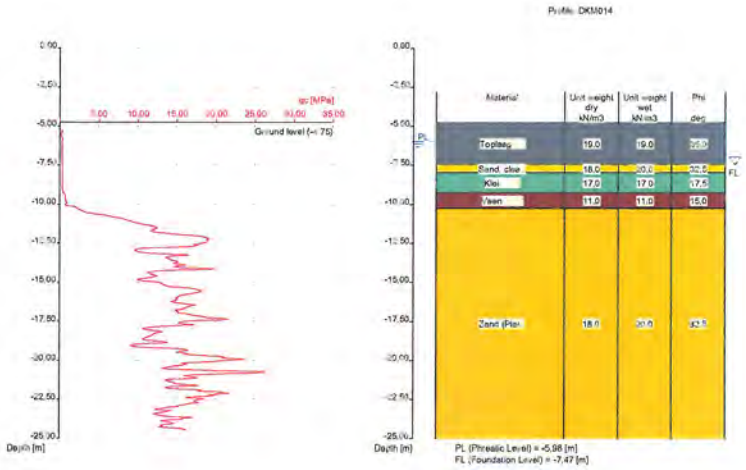


Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-4,750	19,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,18	0,01
2	-7,460	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-7,960	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
4	-9,000	11,00	11,00	15,00	2,00	15,00	0,38	0,02
5	-10,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,01	0,00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-4,750	0,00	Grind
2	-7,460	0,26	Zand
3	-7,960	0,00	Klei
4	-9,000	0,00	Veen
5	-10,000	0,26	Zand

2.6.2 Grondprofiel DKM014

Behorende bij sondering	DKM014
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-4,75
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,98
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-7,47
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-4,750	19,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,18	0,01
2	-7,460	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-7,960	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
4	-9,250	11,00	11,00	15,00	2,00	15,00	0,38	0,02
5	-10,250	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,01	0,00

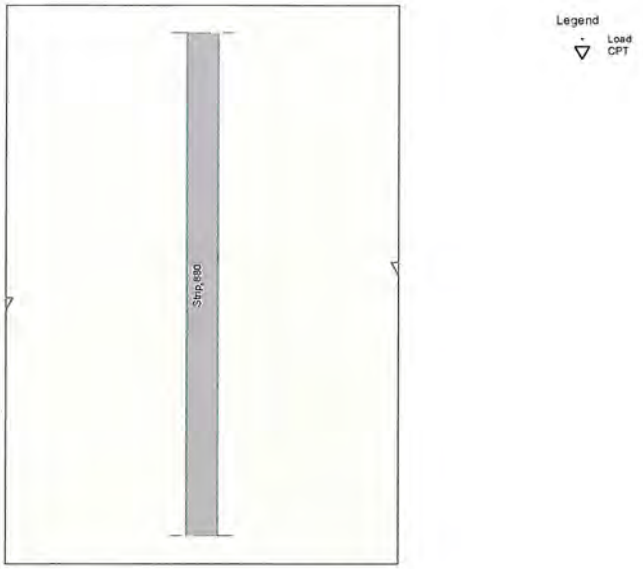
Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-4,750	0,00	Grind
2	-7,460	0,26	Zand
3	-7,960	0,00	Klei
4	-9,250	0,00	Veen
5	-10,250	0,26	Zand

2.7 Funderingsgegevens

Element naam	Element vorm	Breedte [m]	Lengte [m]	Diameter [m]	Type
Strip 880	Strook	0,88	nvt	nvt	Prefab

2.8 Funderingsplan

2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond-profiel naam	Belastings-geval naam	Talud nr.
1: 1 (DKM0...	11206...	46531...	0,00	Strip 880	DKM013 ...	Load (1)	None
2: 1 (DKM0...	11206...	46531...	0,00	Strip 880	DKM014 ...	Load (1)	None

2.9 Belastingsgegevens

2.9.1 Verticale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO			BGT		
	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]
Load (1)	0,00	0,00	171,00	0,00	0,00	131,00

2.9.2 Horizontale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO		BGT		Kappa [deg]
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	
Load (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00

2.10 Eisen

Grenstoestand GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.11 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.12 Rekenopties

Geen gebruik tussenresultatenfile
Maak geen gebruik van het interactie model.

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing

3.1 Toetsing Grenstoestand EQU

Eis volgens NEN-EN 1997-1 par. 2.4.7 / 2.4.8: Ed <= Cd.

3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Ftrek [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM013)	Geval C	176,57	230,55	0,00	0,00	VOLDOET
1 (DKM014)	Geval C	176,57	230,55	0,00	0,00	VOLDOET

- voor de toetsing is de hoogste waarde van Rd aangehouden!
-Ftrek (0.5 * b' * cu;d) is de trekkracht per strekkende meter
welke opgenomen moet kunnen worden door de fundering bij squeeze
(zie artikel 6.5.2.2 NEN-9097-1 (r), NEN-EN).

3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Pons) [kN]	Rd (Pons) [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM013)	Geval C	171,00	325,04	176,57	189,78	VOLDOET
1 (DKM014)	Geval C	171,00	325,04	176,57	189,78	VOLDOET

NB:bij toetsing voor zowel situatie met als zonder pons, moet aan beide worden voldaan!

3.1.3 Stabiliteit

Fund. elem. naam	Minimale l' [m]	Minimale b' [m]	Phi`d [deg]	Kantel-stabiliteit	Totale stabiliteit
1 (DKM013)	1,00	0,88	15,33	VOLDOET	VOLDOET
1 (DKM014)	1,00	0,88	15,33	VOLDOET	VOLDOET

3.2 Toetsing Grenstoestand GEO

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.Sreq = 0,150 [m] Sd = s1;d + s2;d

3.2.1 Zakkingscontrole Grenstoestand GEO

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM013)	0,250	0,251	0,136	Voldoet NIET	Voldoet NIET
1 (DKM014)	0,255	0,256	0,146	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.

Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.3 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.
Voor woningen en woongebouwen geldt : Sreq = 0.05 m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

Seq = 0,150 Sd = s1;d + s2;d

3.3.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM013)	0,147	0,148	0,109	Voldoet NIET	Voldoet NIET
1 (DKM014)	0,149	0,150	0,117	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.
Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.4 Aanvullende Informatie

De maximale zakking in Grenstoestand GEO bedraagt 0,401 meter en
is gevonden bij funderingselement 2.
De maximale zakking in de Bruikbaarheidsgrenstoestand bedraagt 0,266 meter en
is gevonden bij funderingselement 2.

Einde Rapport

Rapport voor D-Foundations 8.2

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares

oranjewoud
Member of Antea Group

Bedrijfsnaam:	Ingenieursbureau Oranjewoud
Datum van rapport:	4-12-2013
Tijd van rapport:	11:19:16
Datum van berekening:	4-12-2013
Tijd van berekening:	11:13:35
Bestandsnaam:	d:\..\Duiker 10 rond toplaag puin DKM 13 en 14 zetting
Projectbeschrijving:	Duiker OR-4.09-iw Sondering DKM013 en DKM014 D-Foundations Duiker 10 rond toplaag puin DKM 13 en 14 zetting

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Rapportage Gegevens 3
2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal 3
2.4 Bovenbouw 3
2.5 Algemene Sondeergegevens 3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan 3
2.6 Grondgegevens 4
2.6.1 Grondprofiel DKM013 4
2.6.2 Grondprofiel DKM014 5
2.7 Funderingsgegevens 5
2.8 Funderingsplan 6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan 6
2.9 Belastingsgegevens 6
2.9.1 Verticale belastingen 6
2.9.2 Horizontale belastingen 6
2.10 Eisen 6
2.11 Opgegeven Parameters 7
2.12 Rekenopties 7
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing 8
3.1 Toetsing Grenstoestand EQU 8
3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie 8
3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie 8
3.1.3 Stabiliteit 8
3.2 Toetsing Grenstoestand GEO 8
3.2.1 Zakkingscontrole Grenstoestand GEO 8
3.3 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand 8
3.3.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand 9
3.4 Aanvullende Informatie 9

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model	Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :	ir. A.R. Blacquière
Constructeur bovenbouw :	ir. P.A.J.B. van den Noort
Opdrachtgever :	
Titel 1 :	Duiker OR-4.09-iw
Titel 2 :	Sondering DKM013 en DKM014
Titel 3 :	D-Foundations Duiker 10 rond toplaag puin DKM 13 en 14 zetting
Nummer project :	248373.04
Locatie project :	Nieuwkoop

2.3 Toepassingsgebied Model Fundering op staal

De toetsingen uitgevoerd door het model fundering op staal van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op funderingen op staal waarop statische of quasi-statische krachten werken. Het funderingsoppervlak mag hierbij een hoek met de horizontaal maken van ten hoogste 2.5 graden.

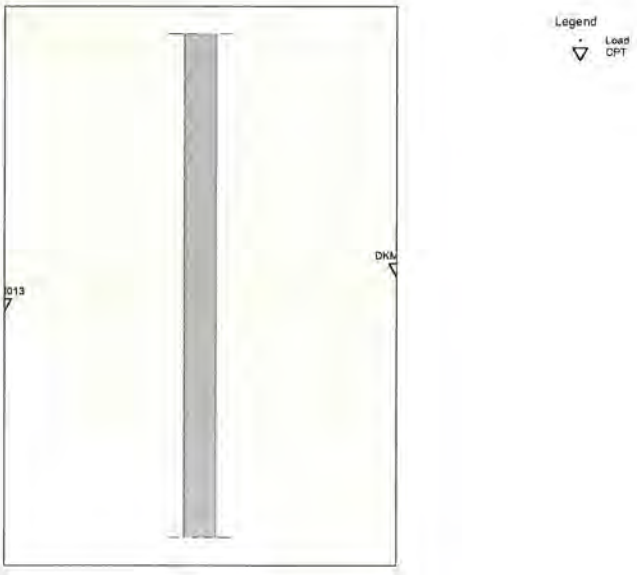
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek :	Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen :	2

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



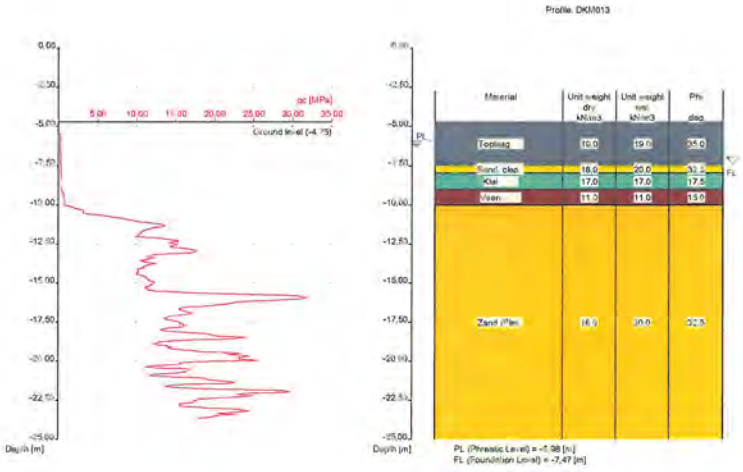
Nummer/naam sondering	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
1: DKM013	112062,00	465310,00
2: DKM014	112073,00	465311,00

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen: 2

2.6.1 Grondprofiel DKM013

Behorende bij sondering	DKM013
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-4,75
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,98
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-7,47
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5

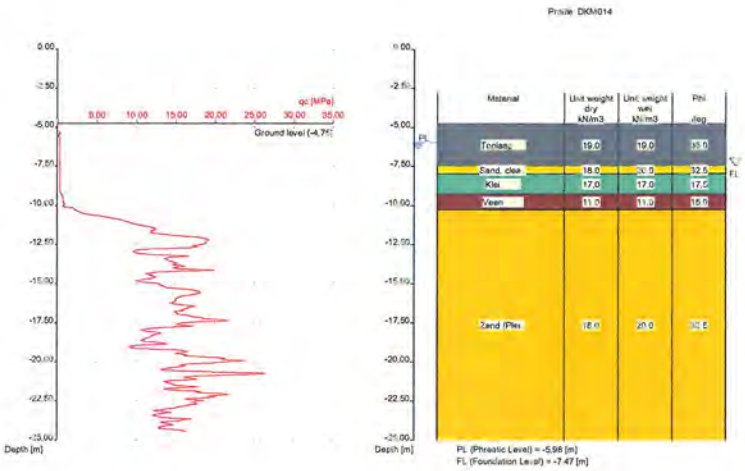


Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-4,750	19,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,18	0,01
2	-7,460	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-7,960	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
4	-9,000	11,00	11,00	15,00	2,00	15,00	0,38	0,02
5	-10,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,01	0,00

Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-4,750	0,00	Grind
2	-7,460	0,26	Zand
3	-7,960	0,00	Klei
4	-9,000	0,00	Veen
5	-10,000	0,26	Zand

2.6.2 Grondprofiel DKM014

Behorende bij sondering	DKM014
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-4,75
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5,98
Funderingsniveau in [m t.o.v. R.N.] =	-7,47
Concentratiegetal van Frohlich [-] =	3
Aantal lagen in profiel :	5



Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesie [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-4,750	19,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,18	0,01
2	-7,460	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-7,960	17,00	17,00	17,50	5,00	50,00	0,18	0,01
4	-9,250	11,00	11,00	15,00	2,00	15,00	0,38	0,02
5	-10,250	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,01	0,00

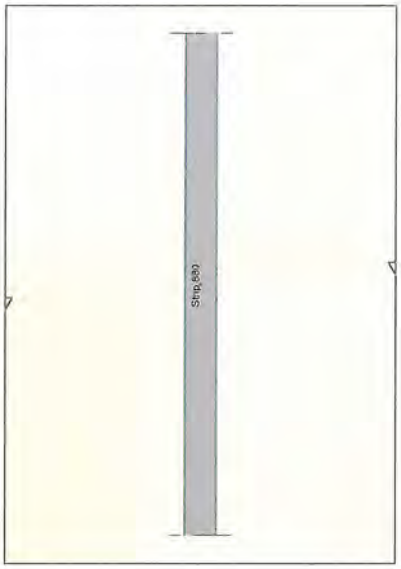
Nummer laag	Niveau bov.laag [m R.N.]	e0 [-]	Grond-soort
1	-4,750	0,00	Grind
2	-7,460	0,26	Zand
3	-7,960	0,00	Klei
4	-9,250	0,00	Veen
5	-10,250	0,26	Zand

2.7 Funderingsgegevens

Element naam	Element vorm	Breedte [m]	Lengte [m]	Diameter [m]	Type
Strip 880	Strook	0,88	nvt	nvt	Prefab

2.8 Funderingsplan

2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Element nummer/ naam	Xm [m]	Ym [m]	hoek [deg]	Element type naam	Grond-profiel naam	Belastings-geval naam	Talud nr.
1: 1 (DKM0...	11206...	46531...	0,00	Strip 880	DKM013 ...	Load (1)	None
2: 1 (DKM0...	11206...	46531...	0,00	Strip 880	DKM014 ...	Load (1)	None

2.9 Belastingsgegevens

2.9.1 Verticale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO			BGT		
	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]	eB [m]	eL [m]	Vd [kN]
Load (1)	0,00	0,00	52,00	0,00	0,00	41,00

2.9.2 Horizontale belastingen

Belas-tings geval	GT EQU/GEO		BGT		
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	Kappa [deg]
Load (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00

2.10 Eisen

Grenstoestand GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0,150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.11 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.12 Rekenopties

Geen gebruik tussenresultatenfile
Maak geen gebruik van het interactie model..

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Resultaten Toetsing

3.1 Toetsing Grenstoestand EQU

Eis volgens NEN-EN 1997-1 par. 2.4.7 / 2.4.8: Ed <= Cd.

3.1.1 Verticale Draagkracht, Ongedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Ftrek [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM013)	Geval C	57,57	230,55	0,00	0,00	VOLDOET
1 (DKM014)	Geval C	57,57	230,55	0,00	0,00	VOLDOET

- voor de toetsing is de hoogste waarde van Rd aangehouden!
-Ftrek (0.5 * b' * cu;d) is de trekkracht per strekkende meter
welke opgenomen moet kunnen worden door de fundering bij squeeze
(zie artikel 6.5.2.2 NEN-9097-1 (r), NEN-EN).

3.1.2 Verticale Draagkracht, Gedraineerde Situatie

Fund. elem. naam	Bereke-nings-geval	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Pons) [kN]	Rd (Pons) [kN]	Resultaat toetsing
1 (DKM013)	Geval C	52,00	325,04	57,57	189,78	VOLDOET
1 (DKM014)	Geval C	52,00	325,04	57,57	189,78	VOLDOET

NB:bij toetsing voor zowel situatie met als zonder pons, moet aan beide worden voldaan!

3.1.3 Stabiliteit

Fund. elem. naam	Minimale l' [m]	Minimale b' [m]	Phi`d [deg]	Kantel-stabiliteit	Totale stabiliteit
1 (DKM013)	1,00	0,88	15,33	VOLDOET	VOLDOET
1 (DKM014)	1,00	0,88	15,33	VOLDOET	VOLDOET

3.2 Toetsing Grenstoestand GEO

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.Sreq = 0,150 [m] Sd = s1;d + s2;d

3.2.1 Zakkingscontrole Grenstoestand GEO

Fund. elem. naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM013)	0,099	0,101	0,136	Voldoet NIET	Voldoet NIET
1 (DKM014)	0,101	0,102	0,146	Voldoet NIET	Voldoet NIET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.

Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.3 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 1997-1:2005 paragraaf 2.4.9; NEN 9097-1: Sd <= Sreq.
Voor woningen en woongebouwen geldt : Sreq = 0.05 m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

Seq = 0,150 Sd = s1;d + s2;d

3.3.1 Zakkingscontrole van de Bruikbaarheidsgrenstoestand

Fund elem naam	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Resultaat toetsing (20%)	Resultaat toetsing (5%)
1 (DKM013)	0,040	0,057	0,061	VOLDOET	VOLDOET
1 (DKM014)	0,035	0,058	0,049	VOLDOET	VOLDOET

NB: de 20% toetsing is conform de norm, de 5% toetsing is aanvullend!

De maximale spanningsverhoging bij de berekening van de zakking bedraagt100 % van de effectieve funderingsdruk.
Er wordt geen gebruik gemaakt van het interactie-model en er wordt dus een individuele vergelijking van diverse (typen) elementen verwacht. Hierbij speelt de rotatie dus geen rol.

3.4 Aanvullende Informatie

De maximale zakking in Grenstoestand GEO bedraagt 0,247 meter en
is gevonden bij funderingselement 2.
De maximale zakking in de Bruikbaarheidsgrenstoestand bedraagt 0,101 meter en
is gevonden bij funderingselement 1.

Einde Rapport