

## Oprichten Projectzuil

Ouwijck te Nederweert

---

Datum : 10-2-2022



**JV2 BOUWADVIES B.V.**

Collse Hoefdijk 23  
5674 VL NUENEN  
TEL: 040-2840302  
FAX: 040-2831009



## Statische berekening

1

Project \_\_\_\_\_

Oprichten Projectzuil

Locatie \_\_\_\_\_

Ouwijk te Nederweert

Werknummer \_\_\_\_\_

B21.850.11

Onderwerp berekening \_\_\_\_\_

Statische berekening

Datum \_\_\_\_\_

10-2-2022

Constructeur \_\_\_\_\_



Architect \_\_\_\_\_

HACO lichtreclame

### **Fundering**

De fundering uitvoeren als een fundering op palen

### Algemene gegevens berekening

Toegepaste normen	NEN-EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerpen
	NEN-EN 1991	Belastingen op constructies
	NEN-EN 1992	Ontwerp en berekening van beton-constructies
	NEN-EN 1993	Ontwerp en berekening van staal-constructies
	NEN-EN 1994	Ontwerp en berekening van staal-beton-constructies
	NEN-EN 1995	Ontwerp en berekening van hout-constructies
	NEN-EN 1996	Ontwerp en berekening metselwerk-constructies
	NEN-EN 1997	Geotechnisch ontwerp
	NEN-EN 1998	Aardbevingsbestendige constructies
Gebouwfunctie	: Ruimten voor opslag en industrieel gebruik	
Ontwerplevensduur	: Klasse 2	
	15 jaar	Constructies ten behoeve van land- en tuinbouw en voor industriegebouwen v
Gevolg- / Betrouwbaarheidsklasse	: CC1 / RC1	
	$Y_{G1}$ : ongunstig	1,22
	$Y_{G2}$ : ongunstig	1,08
	$Y_{G3}$ : gunstig	0,9
	$Y_{Q1}$ geen wind	1,35
	$Y_{Q1}$ wind	1,35

### Toegepaste materialen

		Kwaliteit
Staal	: Walsprofielen	S235
	: Buizen	S275
	: Kokers	S275
Hout	: Gezaagd hout	C18 of C24
Beton	: Funderingen	C25/30
	: Overige constructies	C20/25
	: Prefab	C30/37
Betonstaal	: Wapeningsstaal	B500B
Steen	: Kalkzandsteen	CS12 of CS20

Mits anders vermeld zijn deze materialen met bijbehorende kwaliteit van toepassing.

### Windbelasting project

Windgebied	: 3 onbebouwd
Hoogte gebouw	: 44 m
Windbelasting ( $q_{p(z)}$ )	: 1,11 kN/m <sup>2</sup>



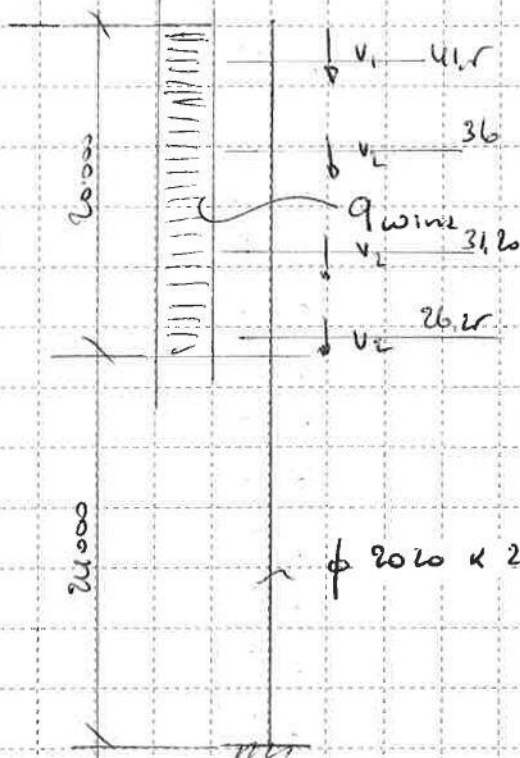


Oprichten reclame mast  
Neder weert

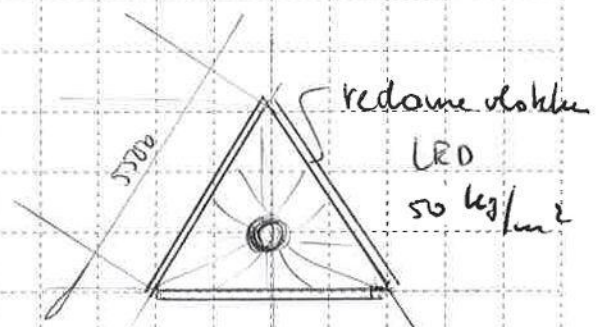
In de lang gewelg klasse CC1 / RC1  
15 jaar  $\phi_b = 0,90$

Maathoogte 44000 mm  
wind belasting  $q(p)z = 1,12$   $kg/m^2$   
wind gebied III onbebouwd  $C_t = 2,20$

Schem mast



breedte reclame vlak  
5500 mm



$$q_{wind} = 2,20 \times 1,12 \times 50 = 13,84 \frac{kg}{m^2}$$

hier bari

$$q_{wind} = 1,85 \times 1,120 \times 0,7 = 1,46 \frac{kg}{m^2}$$

Dragg constructie  $\pm 35 kg/m^2 / 24de$

$$\phi_s = 0,99 \Rightarrow \text{reken } \phi_1 = 1,0$$



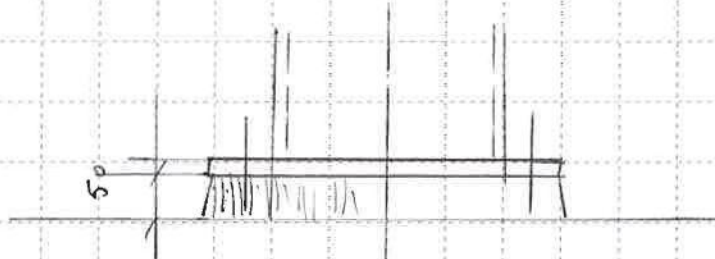


$$V_1 = [(5,5 \times 5,5) \times (0,5 + 0,35)] \times 3 = 77,0 \text{ kN}$$

$$V_2 = [(5,5 \times 4,5) \times (0,5 + 0,35)] \times 3 = 63,1 \text{ kN}$$

voor de menibronering buisprofiel  $\phi 2020 \times 25$   
zie blz 03 & 11

S355

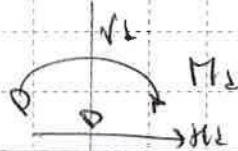


$$V_d = 104,0 \text{ kN}$$

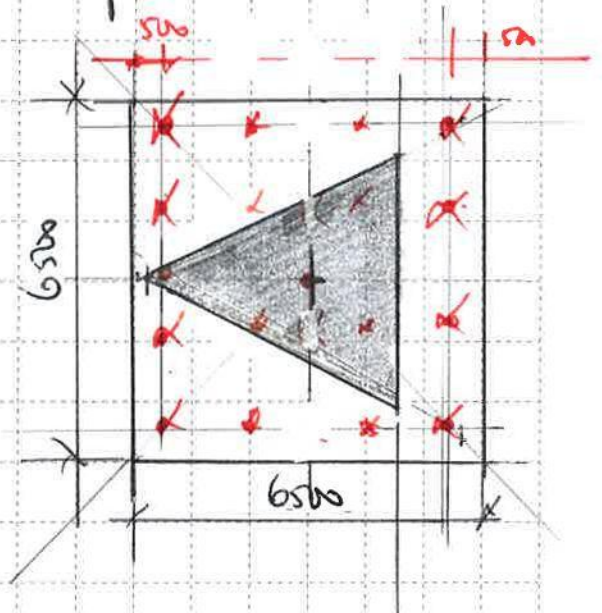
$$M_d = 412 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 13100 \text{ kNm}$$

Bepaling Pundering



per 6500 x 6500 x 1600



ke pasen is starts pelen  
(MB af pael diameter / type te  
bepalen door adviseur)

Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast  
 Onderdeel....: mastdimensionering  
 Dimensies....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)  
 Datum.....: 15/12/2021  
 Bestand.....: \\192.168.26.3\Data\Projecten\2021\850\21.850\_3.  
 Berekening\mastdimensionering versie b.rww

Belastingbreedte.: 1.000  
 Rekenmodel.....: 2e-orde-elastisch.  
 Theorieën voor de bepaling van de krachtsverdeling:

- 1) Uiterste grenstoestand:  
 Geometrisch niet lineair alle staven.  
 Fysisch lineair alle staven.
- 2) Gebruiksgrenstoestand:  
 Geometrisch niet lineair alle staven.  
 Fysisch lineair alle staven.

Maximum aantal iteraties.....: 50  
 Max.deellengte kolommen/wanden: 0.500 Max.deellengte balken/vloeren: 0.500  
 Max. X-verplaatsing in UGT.....: 0.500 Max. Z-verplaatsing in UGT...: 0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

### Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011,A1:2016	NB:2016(nl)

### GEOMETRIE



### STRAMIENLIJNEN

Nr.	Naam	X	Z-min	Z-max
1	A	0.000	0.000	44.000

Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast

Onderdeel....: mastdiomensionering

**NIVEAUS**

Nr.	Z	X-min	X-max
1	0.000	0.000	6.000
2	44.000	0.000	6.000

**MATERIALEN**

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	S355	210000	78.5	0.30	1.2000e-05

**PROFIELEN [mm]**

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B2220/25	1:S355	1.7239e+05	1.0384e+11	0.00

**PROFIELEN vervolg [mm]**

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	2220	2220	1110.0					

**PROFIELLENGTES EN -GEWICHTEN**

Prof.	Omschrijving	S.M. [kg/m <sup>3</sup> ]	Som lengte [m]	Som gewicht [kg]
1	B2220/25	7850	44.000	59545
	Totaal		44.000	59545

**PROFIELVORMEN [mm]**

1 B2220/25

**KNOPEN**

Knoop	X	Z
1	0.000	0.000
2	0.000	44.000

**STAVEN**

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte Opm.
1	1	2	1:B2220/25	NDM	NDM	44.000

**VASTE STEUNPUNTEN**

Nr.	knoop	Kode	XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	111		0.00

**BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.**

Betrouwbaarheidsklasse.....:	1	Referentieperiode.....:	15
Gebouwdiepte.....:	0.00	Gebouwhoogte.....:	44.00
Niveau aansl.terrein.....:	0.00	E.g. scheid.w. [kN/m2]:	1.20

Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast

Onderdeel....: mastdiomensionering

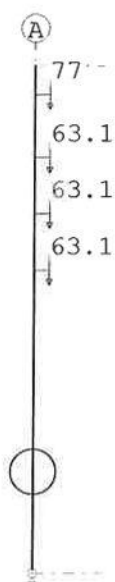
**BELASTINGGEVALLEN**

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanente belasting EGZ=-1.00	1
2	Wind van links onderdruk A	7
3	Wind van rechts onderdruk A	11
4	Knik	0 Onbekend

**BELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

StAAF	Type	q1/p/m	q2	A	B	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	9:PXLokaal	-77.00		41.500				
1	9:PXLokaal	-63.10		36.000				
1	9:PXLokaal	-63.10		31.200				
1	9:PXLokaal	-63.10		26.250				



Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast

Onderdeel....: mastdiomensionering

**BELASTINGEN**

B.G:2 Wind van links onderdruk A

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:2 Wind van links onderdruk A

Staal Type	q1/p/m	q2	A	B	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1 1:QZLokaal	-13.60	-13.60	24.000	0.000	0.50	0.50	0.30
1 1:QZLokaal	-1.45	-1.45	0.000	20.000	0.50	0.50	0.30

**BELASTINGEN**

B.G:3 Wind van rechts onderdruk A





Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast  
 Onderdeel....: mastdiomensionering

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:3 Wind van rechts onderdruk A

StAAF Type	q1/p/m	q2	A	B	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
1 1:QZLokaal	13.60	13.60	24.000	0.000	0.50	0.50	0.30
1 1:QZLokaal	1.45	1.45	0.000	20.000	0.50	0.50	0.30

**BELASTINGEN**

B.G:4 Knik

**KNOOPBELASTINGEN**

B.G:4 Knik

Last	Knoop	Richting	waarde	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
1	2	X	1.000			

**BEREKENINGSTATUS**

Controlerende berekening

B.C.	Iteratie	Status
1	2	Nauwkeurigheid bereikt
2	2	Nauwkeurigheid bereikt
3	3	Nauwkeurigheid bereikt
4	3	Nauwkeurigheid bereikt
5	3	Nauwkeurigheid bereikt
6	3	Nauwkeurigheid bereikt
7	3	Nauwkeurigheid bereikt
8	3	Nauwkeurigheid bereikt
9	3	Nauwkeurigheid bereikt
10	3	Nauwkeurigheid bereikt
11	3	Nauwkeurigheid bereikt
12	3	Nauwkeurigheid bereikt
13	2	Nauwkeurigheid bereikt
14	3	Nauwkeurigheid bereikt
15	3	Nauwkeurigheid bereikt
16	2	Nauwkeurigheid bereikt

Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast

Onderdeel....: mastdiomensionering

**BEREKENINGSTATUS**

Controlerende berekening

**B.C. Iteratie Status**

17	3 Nauwkeurigheid bereikt
18	3 Nauwkeurigheid bereikt
19	2 Nauwkeurigheid bereikt

**BELASTINGCOMBINATIES****BC Type**

1 Fund.	1.22 $G_{k,1}$			
2 Fund.	0.90 $G_{k,1}$			
3 Fund.	1.22 $G_{k,1}$	+	1.35 $\psi_0$	$Q_{k,2}$
4 Fund.	1.22 $G_{k,1}$	+	1.35 $\psi_0$	$Q_{k,3}$
5 Fund.	1.08 $G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,2}$
6 Fund.	1.08 $G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,3}$
7 Fund.	0.90 $G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,2}$
8 Fund.	0.90 $G_{k,1}$	+	1.35 $\psi_0$	$Q_{k,2}$
9 Fund.	0.90 $G_{k,1}$	+	1.35 $\psi_0$	$Q_{k,3}$
10 Fund.	0.90 $G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,3}$
11 Kar.	1.00 $G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$
12 Kar.	1.00 $G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$
13 Quas.	1.00 $G_{k,1}$			
14 Quas.	1.00 $G_{k,1}$	+	1.00 $\psi_2$	$Q_{k,2}$
15 Quas.	1.00 $G_{k,1}$	+	1.00 $\psi_2$	$Q_{k,3}$
16 Freq.	1.00 $G_{k,1}$			
17 Freq.	1.00 $G_{k,1}$	+	1.00 $\psi_1$	$Q_{k,2}$
18 Freq.	1.00 $G_{k,1}$	+	1.00 $\psi_1$	$Q_{k,3}$
19 Blij.	1.00 $G_{k,1}$			

**GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN****BC Staven met gunstige werking**

1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Geen
7	Alle staven de factor:0.90
8	Alle staven de factor:0.90
9	Alle staven de factor:0.90
10	Alle staven de factor:0.90

Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast  
Onderdeel....: mastdiomensionering

**OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES****MOMENTEN**

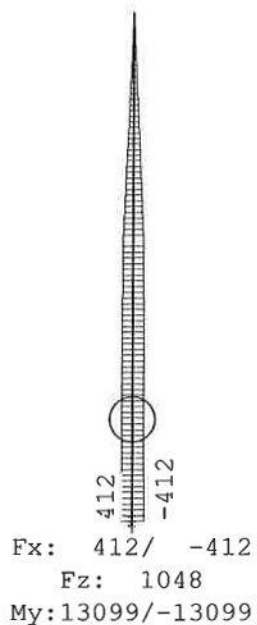
2e orde

Fundamentele combinatie

**DWARSKRACHTEN**

2e orde

Fundamentele combinatie



Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast

Onderdeel.....: mastdiomensionering

**NORMAALKRACHTEN**

2e orde

Fundamentele combinatie



Fx: 412/ -412

Fz: 1048

My:13099/-13099

**STAAFKRACHTEN**

2e orde

Fundamentele combinatie

St.	Kn.	Pos.	NXi/NXj				DZi/DZj				MYi/MYj			
			Min BC		Max BC		Min BC		Max BC		Min BC		Max BC	
1	1		-1048	3	-776	2	-411.88	7	411.88	10	-13099	6	13099	5
1	2		-0	5	0	7	-0.00	6	0.00	5	-0	7	0	10

**REACTIES**

2e orde

Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-411.76	411.76	775.58	1048.00	-13099.18	13099.18

**OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES****REACTIES**

2e orde

Karakteristieke combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-304.82	304.82	863.90	863.90	-9700.34	9700.34

Project.....: B21.850.11 - Oprichten reclamemast

Onderdeel....: mastdiomensionering

**STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS**

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Ongeschoord  
 Doorbuiging en verplaatsing:  
     Aantal bouwlagen: 1  
     Gebouwtype: Industrieel  
     Toel. horiz. verplaatsing gehele gebouw: h/150  
     Kleinste gevelhoogte [m]: 0.0

**PROFIEL/MATERIAAL**

P/M nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm <sup>2</sup> ]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	B2220/25	355	Warmgewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:  
 Gamma M;0 : 1.00    Gamma M;1 : 1.00

**KNIKSTABILITEIT**

Staafl	l <sub>sys</sub> [m]	Classif. y sterke as	l <sub>knik;y</sub> [m]	Extra		l <sub>knik;z</sub> [m]	Extra	
				aanp. y [kN]	Classif. z zwakke as		aanp. z [kN]	
1	44.000	Ongeschoord 2e orde		Geschoord	44.000	0.0		

**KIPSTABILITEIT**

Staafl	Plts. aangr.	l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
1	1.0*h	boven: 44.00 onder: 44.00	44.000 44.000

**TOETSING SPANNINGEN**

Staafl nr.	P/M	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm <sup>2</sup> ]	Opm.
1	1	5	1	4	Begin	EN3-1-1	6.2.8	(6.29)	0.588	140





Maximale opbrengsten prollaten

$$M \& \text{max} = 13500 + 412 \times 1,6 = 13759 \text{ km}$$

$$T_b = \frac{13759}{5} = 2751 \text{ km} \quad \text{4 poles rekenwaarde}$$

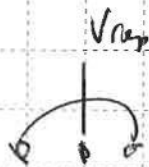
$$\text{per pool} \quad 2751/4 = 687,75 \text{ km}$$

$$\text{uit eig poer} + \text{mast} = 1690 + \frac{10400}{1,00} = 2660 \text{ km}$$

$$\text{Resulterende treklmacht} \quad T_{res} = 687,75 - \frac{2660}{16} \times 0,9 = \underline{\underline{476 \text{ km}}}$$

$$\text{Resulterende draakmacht} \quad D_{res} = 687,75 + \frac{2660 \times 1,00}{16} = \underline{\underline{805 \text{ km}}}$$

Schema poer



poer: EG in programma

	4p	4p	4p	4p
Voor	2750	2750	2750	2750
veer				
conkante				
uit poer				
van advies				
Inrijn				
	4 x 90.000			
	360.000			
	km/h			
Vmax	1000/1,00		970,4	km
Mmax	13759/1,35		10192	km

voor de max vroming zie blz 13 2 20

Technosoft Balkroosters release 6.71a  
Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil  
Onderdeel.....: fundering  
Dimensies.....: kN/m/rad  
Datum.....: 17/12/2021  
Torsiefac.....: 100 %

17 dec 2021

Betrouwbaarheidsklasse : 2 Referentieperiode : 50  
Ouderdom bij belasten : 28 Relatieve vochtigheid : 50%  
Doorbuigingen(beton) zijn dmv gecorrigeerde stijfheden berekend.

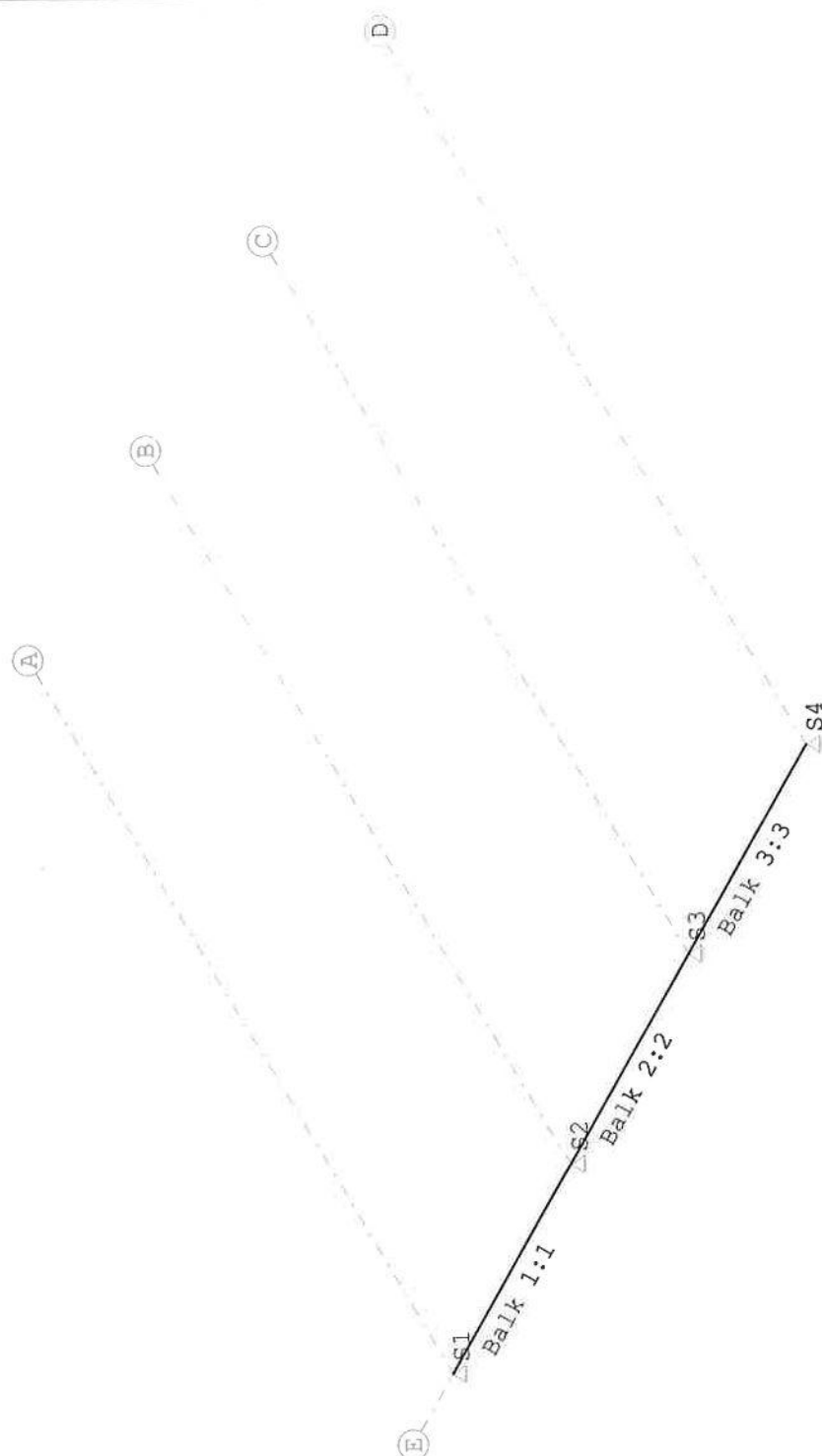
Fysisch lineair : Er is gerekend met de e-modulus uit de materiaaltabel.  
Fys.NLE.kort : Er is gerekend met een gecorrigeerde e-modulus (korte duur).  
Deze e-mod. is berekend mbv de krachten uit de fysisch lineair berekening.

**Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB**

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011(nl)	C2/A1:2015(nl)	NB:2016(nl)

Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel....: fundering

**GEOMETRIE****MATERIALEN**

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	C30/37	9465	25.0	0.20	1.0000e-05

Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel.....: fundering

**MATERIALEN vervolg**

Mt	Omschrijving	Cement	Kruipfac.
1	C30/37		2.47

**PROFIELEN [mm]**

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Torsietr.	Traagheid	Vormf.
1	B*H 6500*1600	1:C30/37	1.040e+07	7.505e+12	2.219e+12	0.00

**PROFIELEN vervolg [mm]**

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	Zs	Rek.As	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	6500	1600	800	0.00	0:RH				

**PROFIELVORMEN [mm]**

1 B\*H 6500\*1600

**STRAMIENLIJNEN**

Nr.	Naam	X-begin	Y-begin	X-eind	Y-Eind
1	A	0.000	6.000	0.000	0.000
2	B	1.900	6.000	1.900	0.000
3	C	3.800	6.000	3.800	0.000
4	D	5.700	6.000	5.700	0.000
5	E	0.000	0.050	5.700	0.050

**BALKEN**

Nr.	Naam	Begin	Eind	Profiel
1	1	A;E	B;E	1:B*H 6500*1600
2	2	B;E	C;E	1:B*H 6500*1600
3	3	C;E	D;E	1:B*H 6500*1600

**BALKEN vervolg**

Nr.	Naam	Aansl.begin	Aansl.eind	Excentr.	Pasm.begin	Pasm.eind	Opm.
1	1	WDM	WDM	0.000	0.000	0.000	
2	2	WDM	WDM	0.000	0.000	0.000	
3	3	WDM	WDM	0.000	0.000	0.000	

**STEUNPUNTTYPE**

Nr.	: 1	Rotatie	X:Vrij
Afmeting	: Rond 450	Verplaatsing	Z:Veerwaarde: 360000
Min.afst.	: 0.500	Rotatie	Y:Vrij

Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel.....: fundering

**STEUNPUNTEN**

Nr.	Steunpunttype	Balk	Positie	Excentr.	Opm:
1	1:Rond 450	Balk 1:1	0.000	0.000	
2	1:Rond 450	Balk 1:1	1.900	0.000	
3	1:Rond 450	Balk 2:2	1.900	0.000	
4	1:Rond 450	Balk 3:3	1.900	0.000	

**BELASTINGGEVALLEN**

B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	0:Alles tegelijk	0.50	0.50	0.30	0.00

**BELASTINGGEVALLEN**

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

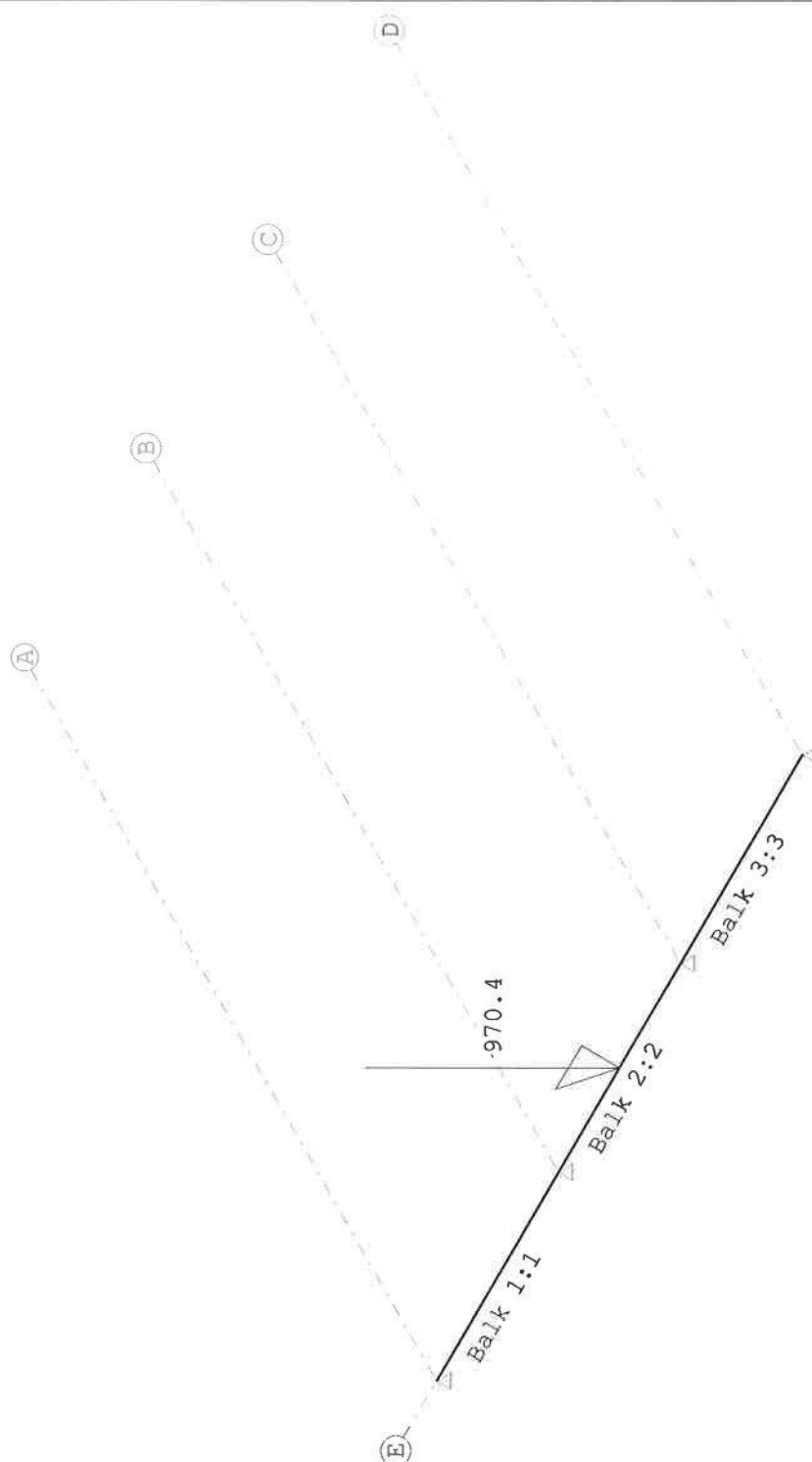


Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel.....: fundering

**VELDBELASTINGEN**

B.G:1 Permanent

**VELDBELASTINGEN**

B.G:1 Permanent

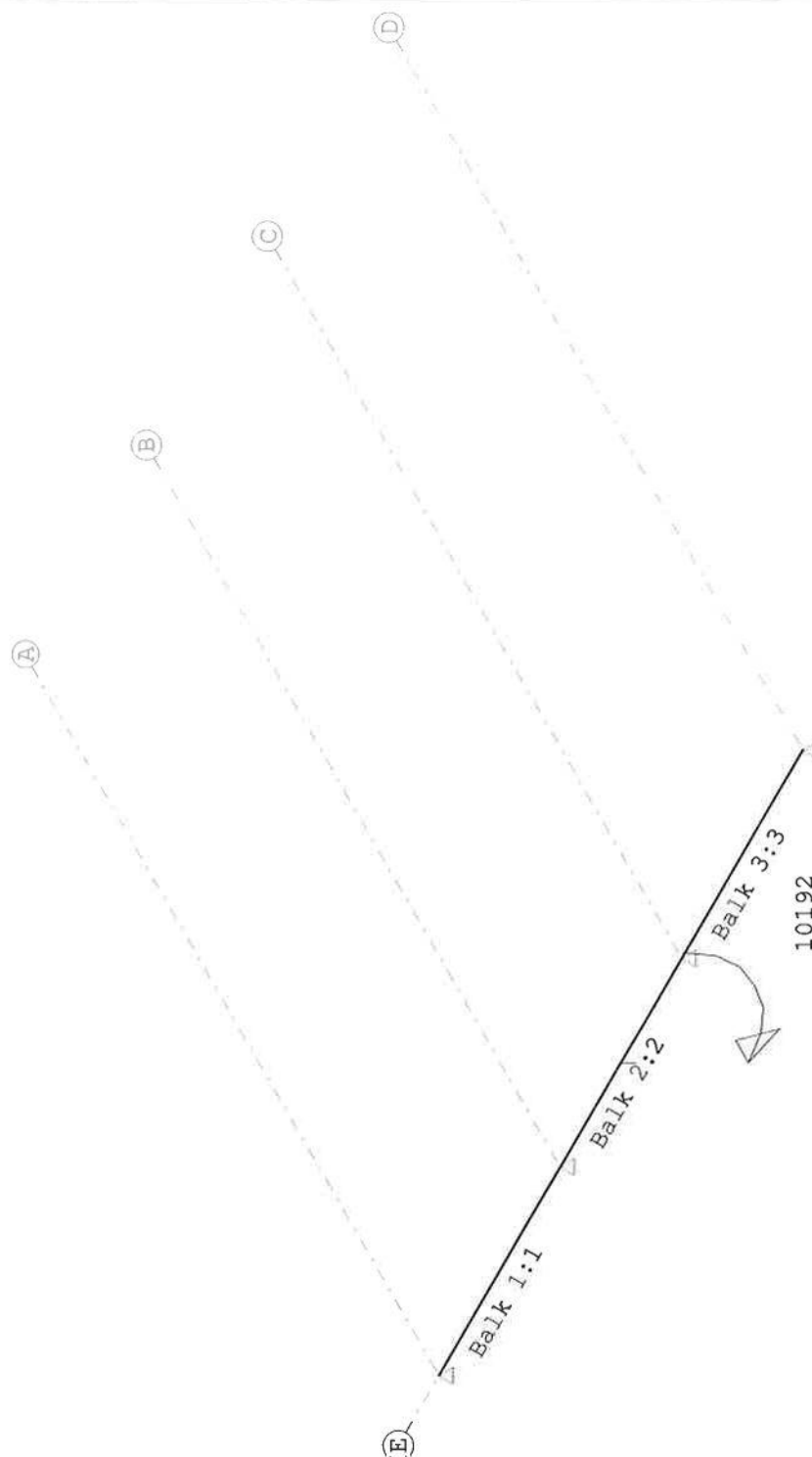
Balk	Last Type	q1/p/m	q2	Afstand	Lengte	Exc.
Balk 2:2	1 8:Puntlast	-970.400		0.950		0.000

Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel....: fundering

**VELDBELASTINGEN**

B.G:2 Veranderlijk

**VELDBELASTINGEN**

B.G:2 Veranderlijk

Balk	Last Type	q1/p/m	q2	Afstand	Lengte	Exc.
Balk 2:2	1 12: Moment	10192.000		0.950		

Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel.....: fundering

**BELASTINGCOMBINATIES**

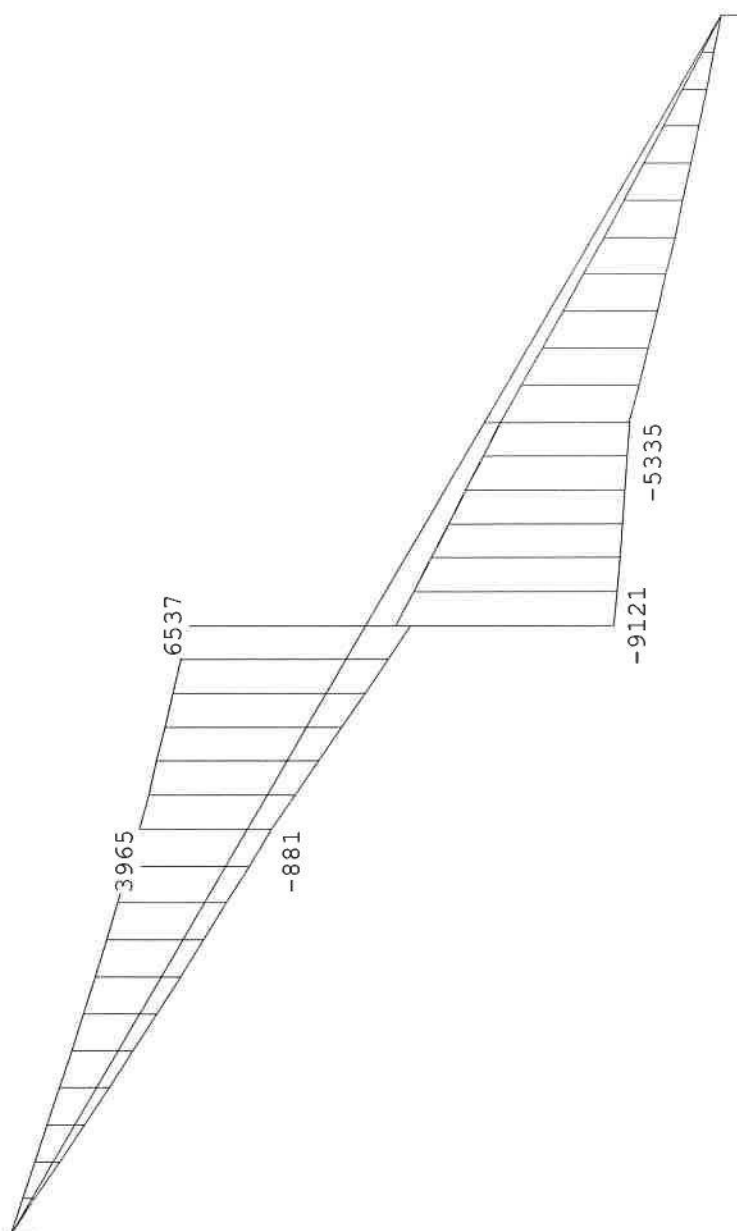
BC Type	BG Gen. Factor	BG Gen. Factor	BG Gen. Factor	BG Gen. Factor
1 Fund.	1 Perm	1.35		
2 Fund.	1 Perm	1.35	2 psi0	1.50
3 Fund.	1 Perm	1.20	2 Extr	1.50
4 Fund.	1 Perm	0.90		
5 Fund.	1 Perm	0.90	2 psi0	1.50
6 Fund.	1 Perm	0.90	2 Extr	1.50
7 Kar.	1 Perm	1.00	2 Extr	1.00
8 Freq.	1 Perm	1.00		
9 Freq.	1 Perm	1.00	2 psi1	1.00
10 Quas.	1 Perm	1.00		
11 Quas.	1 Perm	1.00	2 psi2	1.00
12 Blij.	1 Perm	1.00		

Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel.....: fundering

**OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES****MOMENTEN** Fysisch lineair

Fundamentele combinatie

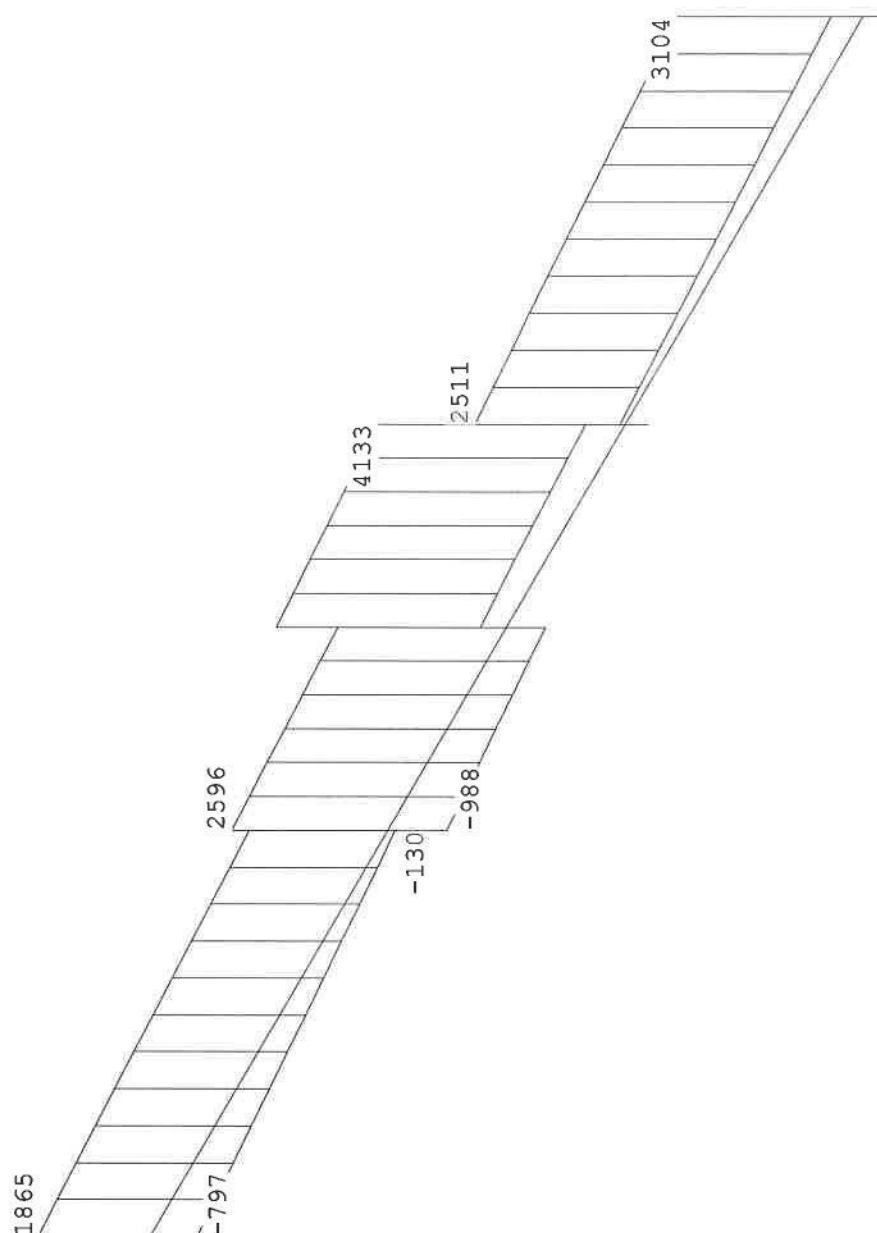


Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel.....: fundering

**DWARSKRACHTEN** Fysisch lineair

Fundamentele combinatie



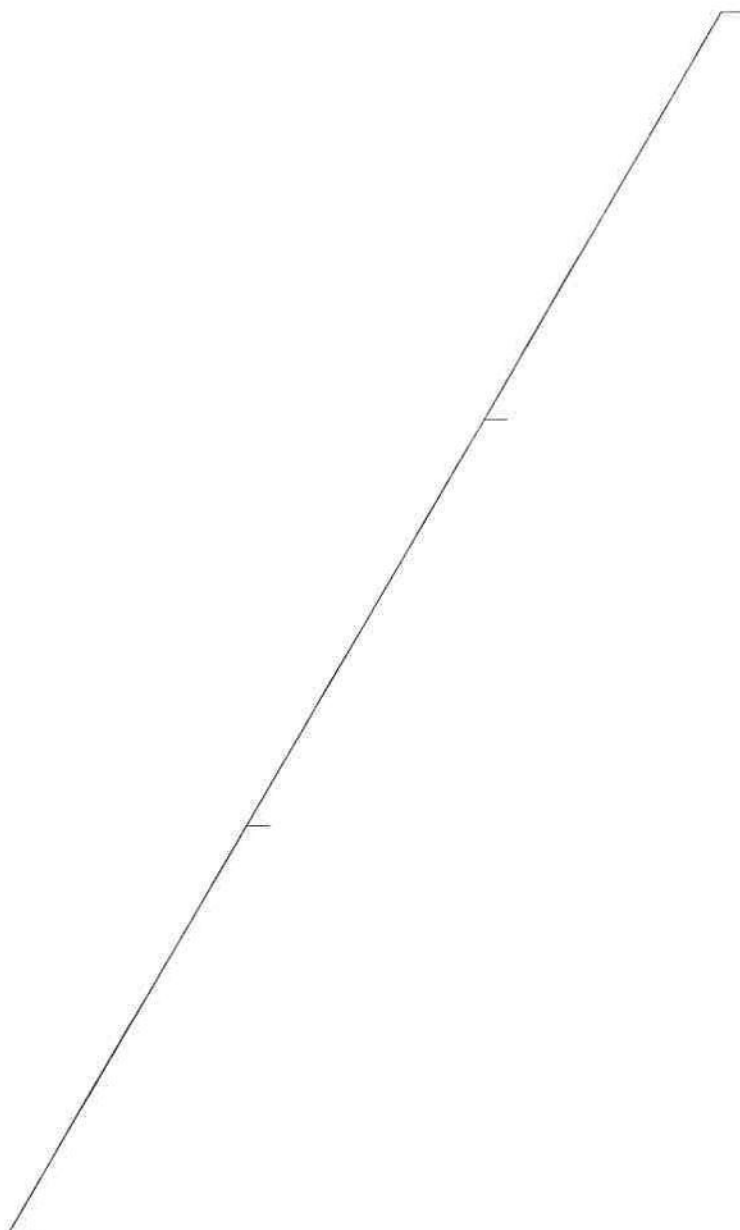


Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel....: fundering

**WRINGMOMENTEN** Fysisch lineair

Fundamentele combinatie

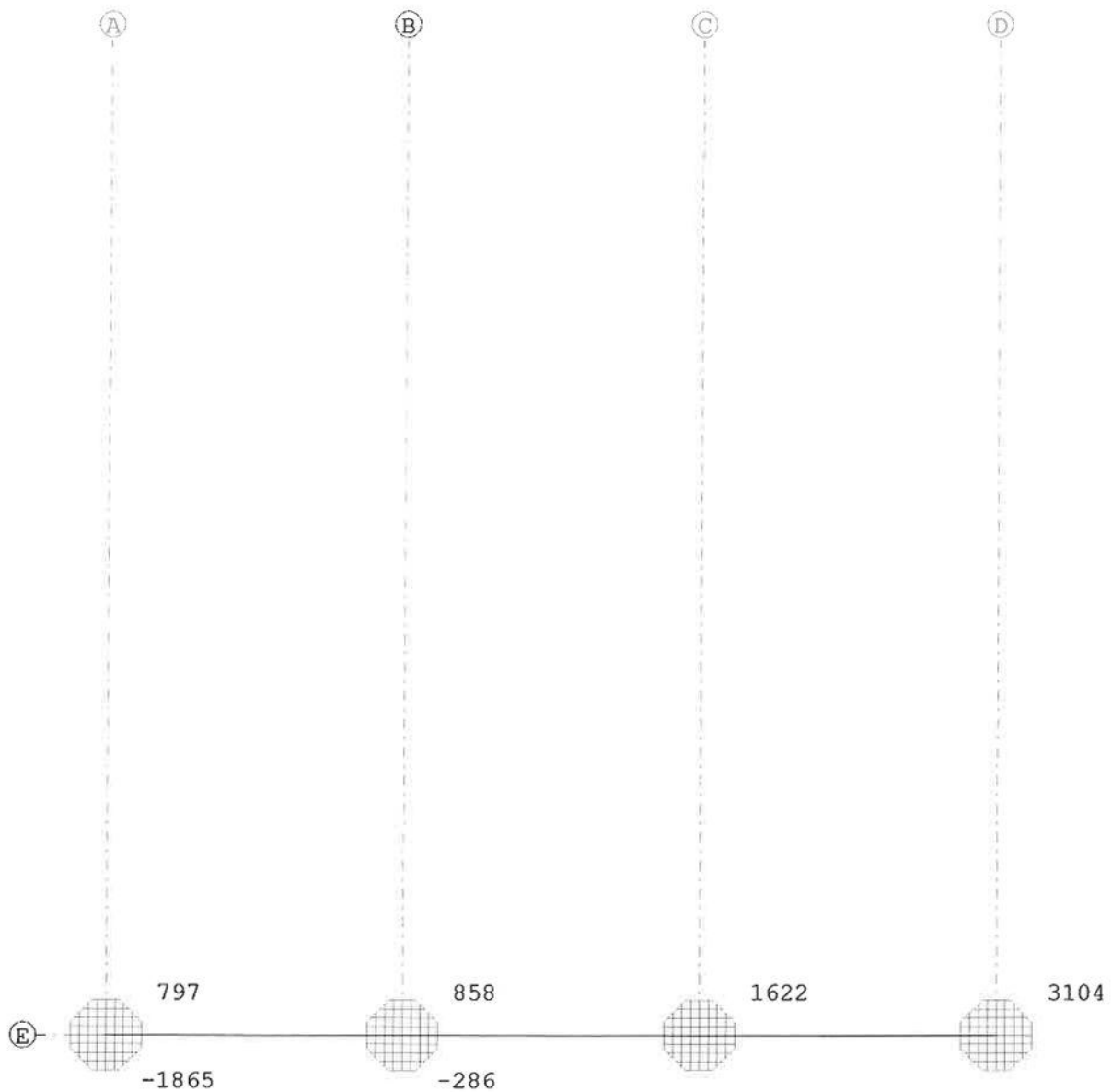


Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel.....: fundering

**REACTIES** Fysisch lineair

Fundamentele combinatie

**PROFIELGEGEVENS Vloer**

[N] [mm]

t.b.v. profiel:1 B\*H 6500\*1600

**Algemeen**

Materiaal : C30/37  
Oppervlak : 1.040000e+07  
Staaftype : 0:normaal

Traagheid : 2.2187e+12  
Vormfactor : 0.00

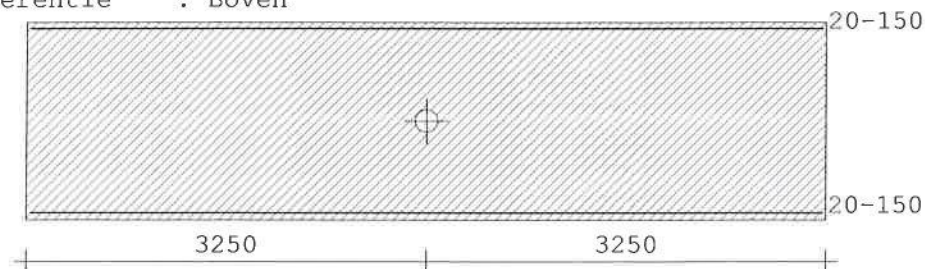
Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel....: fundering

**Doorsnede**

breedte : 6500 hoogte : 1600 zwaartepunt tov onderkant : 800

Referentie : Boven



Fictieve dikte : 1284.0

Gedrongen inwendige hefboomsarm : Automatisch berekend

Breedte lastvlak  $a_b$  6.1(10) : 0

Betonkwaliteit element : C30/37 Kruipcoëf. : 2.470

Treksterkte  $f_{ct,eff}$  art. 7.1(2) :  $f_{ctm,fl}$  ( 2.90 N/mm<sup>2</sup>)

Soort spanningsrekdiagram : Parabolisch - rechthoekig diagram

Doorbuiging volgens art.7.3.4(3): Ja

Langeduur scheurmoment begrensd : Ja

Staaalkwaliteit hoofdwapening : 500  $\epsilon_{uk}$  : 2.50

Soort spanningsrekdiagram : Bi-lineair diagram met klimmende tak

Geprefabriceerd element : Nee

<b>Betondekking</b>		Boven	Onder
Milieu	:	XC2	XC2
Gestort tegen bestaand beton	:	Nee	Nee
Element met plaatgeometrie	:	Ja	Ja
Specifieke kwaliteitsbeheersing	:	Nee	Nee
Oneffen beton oppervlak	:	Nee	Nee
Ondergrond	:	Glad / N.v.t.	Glad / N.v.t.
Constructieklasse	:	S3	S3
Grootste korrel	:	31.5	

Hoofdwapening	:	1ste laag			1ste laag		
Nominale dekking	:	25			25		
Toegepaste dekking	:	35			35		
Gelijkwaardige diameter	:	20			20		
$C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ $\Delta C_{dur}$	:	20	20	0	20	20	0
$C_{min}$ $\Delta C_{dev}$ $C_{nom}$	:	20	5	25	20	5	25
Beugel / Verdeelwapening	:	2de laag			2de laag		
Nominale dekking	:	25			25		
Toegepaste dekking	:	55			55		
Gelijkwaardige diameter	:	6			6		
$C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ $\Delta C_{dur}$	:	6	20	0	6	20	0
$C_{min}$ $\Delta C_{dev}$ $C_{nom}$	:	20	5	25	20	5	25

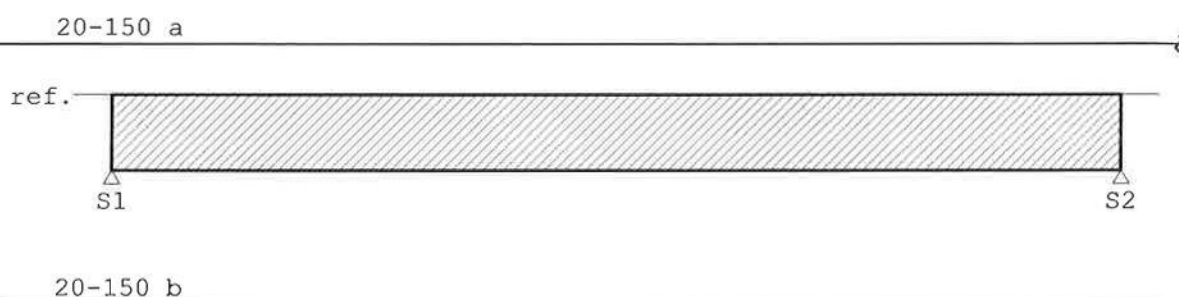
Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel....: fundering

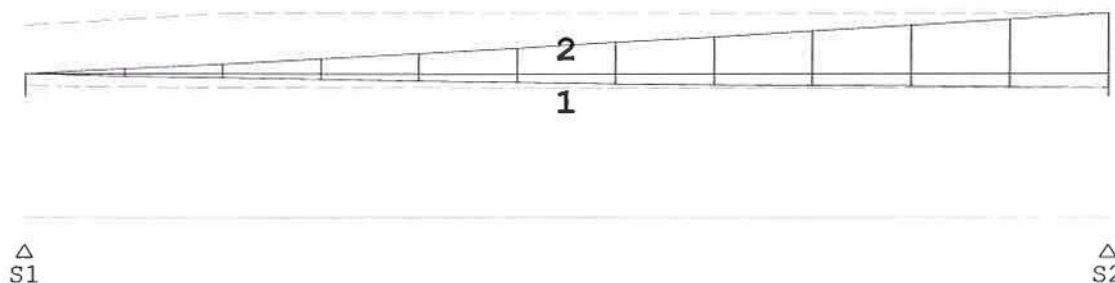
Wapening		Boven	Onder
Basiswapening	:	20-150	20-150
Hoofdwapening laag	:	1	1
Automatisch verhogen basiswap.	:	Nee	Nee
Art. 7.3.2 minimum wapening	:	Ja	Ja
Bijlegdiameters	:	12;16;20	12;16;20
Diameter nuttige hoogte	:	20.0	20.0
Diameter verdeelwapening	:	6.0	6.0
Min.tussenruimte	:	50	50
Aanhechting	:	Automatisch	Automatisch

**Hoofdwapening** Fysisch lineair

Balk 1:1

**MEd dekkingslijn** Fysisch lineair

Balk 1:1

**Hoofdwapening**

Balk 1:1

Geb.	Pos. [mm]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	z B/O [mm]	A <sub>b</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>a</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
1	S2-0	3965.11	9419.57	1523 Bov	7834*	13617	20-150	54,2,68
2	S2-0	-880.55	-9419.57	1523 Ond	7834*	13617	20-150	54,2,68

## Opmerkingen

[2] Benodigde wapening en inwendige hefboomsarm zijn bepaald volgens gedrongen ligger detaillering, zie nationale bijlage art. 6.1(10).

[54] \* = Eisen met betrekking tot minimum wapening ten behoeve van gecontroleerde scheurvorming zijn toegepast volgens art. 7.3.2.

[68] MRd als gevolg van de gedrongen ligger berekening (NB. 6.1(10)) is groter dan MRd volgens 6.1(P). De momentweerstand en inwendige hefboomsarm volgens 6.1(P) zijn maatgevend en daarom alsnog toegepast.

Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel....: fundering

**Scheurvorming volgens artikel 7.3.4**

Balk 1:1

Geb.	Pos. [mm]	Zijde	$M_E; \text{freq}$ [kNm]	$S_{r, \text{max}}$ [mm]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ [%]	$w_k$ [mm]	$k_x$	$w_{\text{max}}$ [mm]	U.C.	Opm.
1	S1+343	Bov	865.12	301	0.127	0.038	1.40	0.420	0.09	
1	S1+442	Ond	-652.26	301	0.096	0.029	1.40	0.420	0.07	

**Verloop hoofdwapening**

Balk 1:1

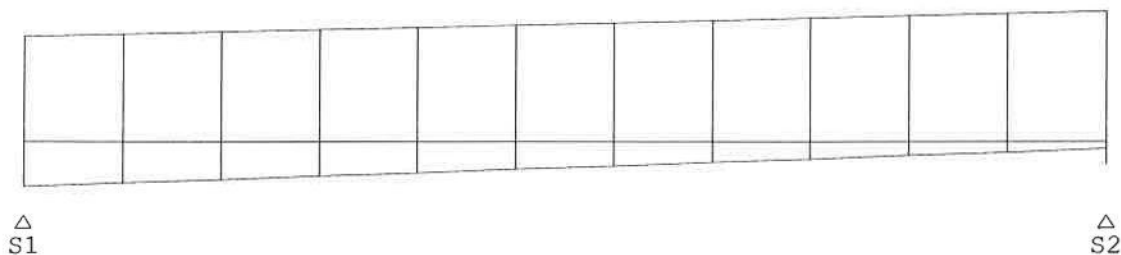
Merk	B/O	Wapening	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	$L_{bd; \text{begin}}$ [mm]	$L_{bd; \text{eind}}$ [mm]
a	Boven	20-150	S1-431	S2+537	2869	431	537
b	Onder	20-150	S1-200	S2+200	2300	200	200

Opmerkingen

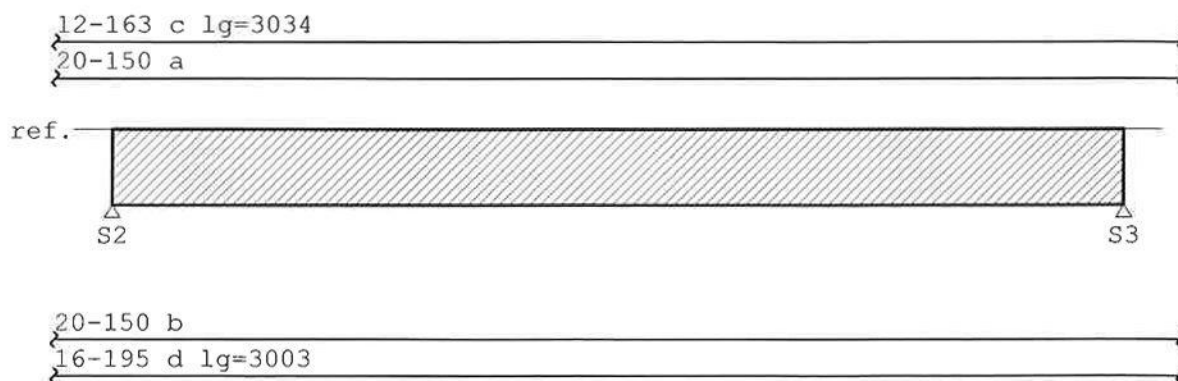
Alle maten zijn inclusief verschuiving van de m-lijn en verankering

**DWARSKRACHTEN** Fysisch lineair

Balk 1:1 Fundamentele combinatie

**Hoofdwapening** Fysisch lineair

Balk 2:2



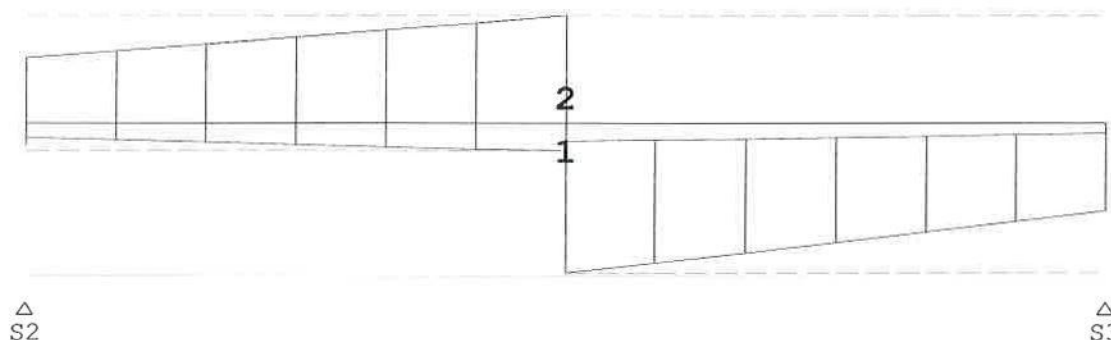


Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel....: fundering

**MEd dekkingslijn** Fysisch lineair

Balk 2:2

**Hoofdwapening**

Balk 2:2

Geb.	Pos. [mm]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	z B/O [mm]	$A_b$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_a$ [mm <sup>2</sup> ]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
1	S2+950	6536.53	8280.15	1049 Bov	17600*	13617	20-150	1,2
				Bov		4525	+12-163	
2	S2+950	-9120.63	-9274.53	1049 Ond	19983	13617	20-150	2
				Ond		6704	+16-195	

## Opmerkingen

- [1] \* = Eisen met betrekking tot minimum wapening zijn toegepast, zie nationale bijlage art. 9.2.1.1(1).
- [2] Benodigde wapening en inwendige hefboomsarm zijn bepaald volgens gedrongen ligger detaillering, zie nationale bijlage art. 6.1(10).

**Scheurvorming volgens artikel 7.3.4**

Balk 2:2

Geb.	Pos. [mm]	Zijde	$M_{E,freq}$ [kNm]	$s_{r,max}$ [mm]	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ [%]	$w_k$ [mm]	$k_x$	$w_{max}$ [mm]	U.C.	Opm.
1	S2+950	Bov	1315.68	234	0.146	0.034	1.40	0.420	0.08	
1	S2-567	Ond	-3778.52	230	0.385	0.089	1.40	0.420	0.21	

**Verloop hoofdwapening**

Balk 2:2

Merk	B/O	Wapening	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	$L_{bd;begin}$ [mm]	$L_{bd;eind}$ [mm]
a	Boven	20-150	S2-1021	S3+1021	3942	1021	1021
c	Boven	12-163	S2-567	S3+567	3034	567	567
b	Onder	20-150	S2-715	S3+715	3330	715	715
d	Onder	16-195	S2-551	S3+551	3003	551	551

## Opmerkingen

Alle maten zijn inclusief verschuiving van de m-lijn en verankering

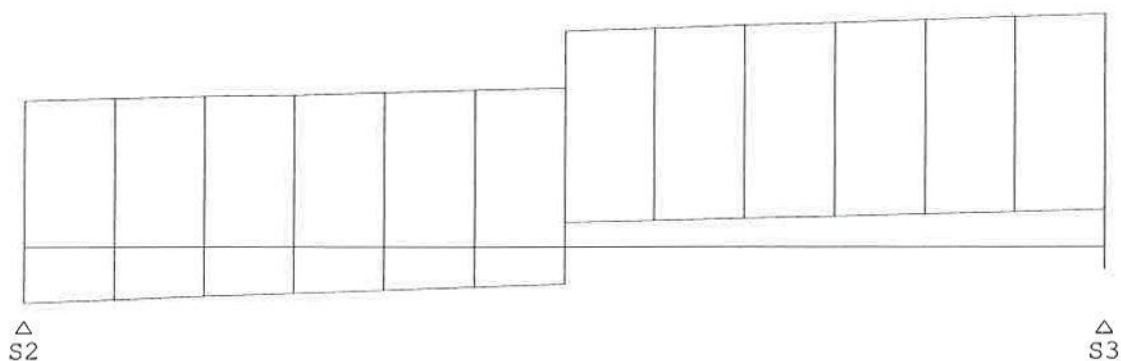


Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

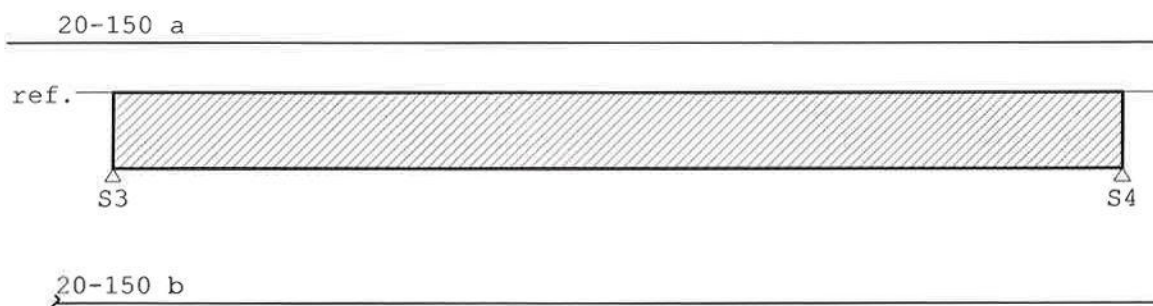
Onderdeel....: fundering

**DWARSKRACHTEN** Fysisch lineair

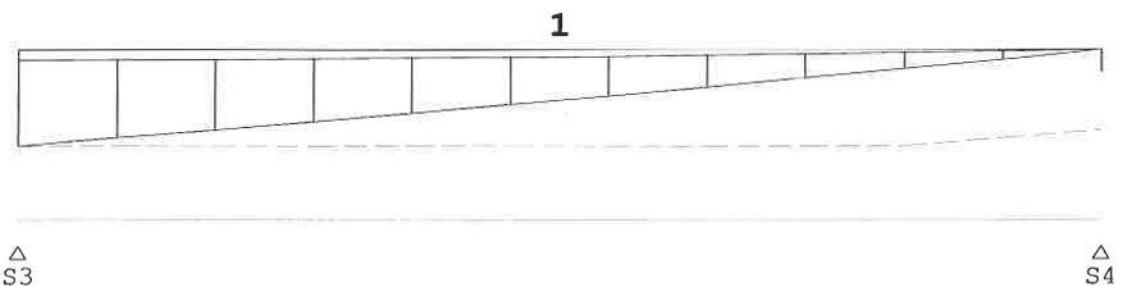
Balk 2:2 Fundamentele combinatie

**Hoofdwapening** Fysisch lineair

Balk 3:3

**Med dekkingslijn** Fysisch lineair

Balk 3:3

**Hoofdwapening**

Balk 3:3

Geb.	Pos. [mm]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	z B/O [mm]	$A_b$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_a$ [mm <sup>2</sup> ]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
1	S3+0	-5334.86	-9419.57	1523 Ond	9627*	13617	20-150	1,2,68

Opmerkingen

[1] \* = Eisen met betrekking tot minimum wapening zijn toegepast, zie nationale bijlage art. 9.2.1.1(1).

Project.....: B21.850.11 - Reclamezuil

Onderdeel.....: fundering

[2] Benodigde wapening en inwendige hefboomsarm zijn bepaald volgens gedrongen ligger detaillering, zie nationale bijlage art. 6.1(10).

[68] MRd als gevolg van de gedrongen ligger berekening (NB. 6.1(10)) is groter dan MRd volgens 6.1(P). De momentweerstand en inwendige hefboomsarm volgens 6.1(P) zijn maatgevend en daarom alsnog toegepast.

**Scheurvorming volgens artikel 7.3.4**

Balk 3:3

Geb.	Pos.	Zijde	$M_E; \text{freq}$	$S_{r, \max}$	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	$w_k$	$k_x$	$w_{\max}$	U.C.	Opm.
		[mm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]		[mm]		
1	S3-353	Ond	-2169.64	301	0.319	0.096	1.40	0.420	0.23	

**Verloop hoofdwapening**

Balk 3:3

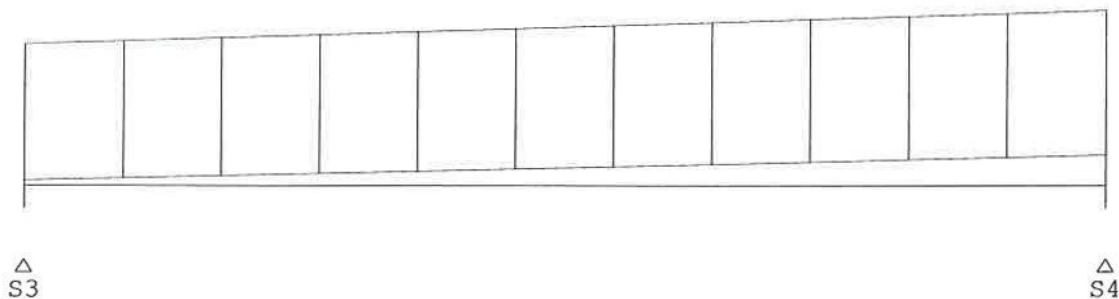
Merk	B/O	Wapening	Vanaf	Tot	Lengte	$L_{bd; \text{begin}}$	$L_{bd; \text{eind}}$
			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
a	Boven	20-150	S3-200	S4+200	2300	200	200
b	Onder	20-150	S3-506	S4+422	2828	506	422

Opmerkingen

Alle maten zijn inclusief verschuiving van de m-lijn en verankering

**DWARSKRACHTEN** Fysisch lineair

Balk 3:3 Fundamentele combinatie





## Bepaling ankers en voetplaat

$M_s = 13100 \text{ kNm}$   $V_s = 6000 \text{ kN}$

Buis  $\phi 220 \times 25$

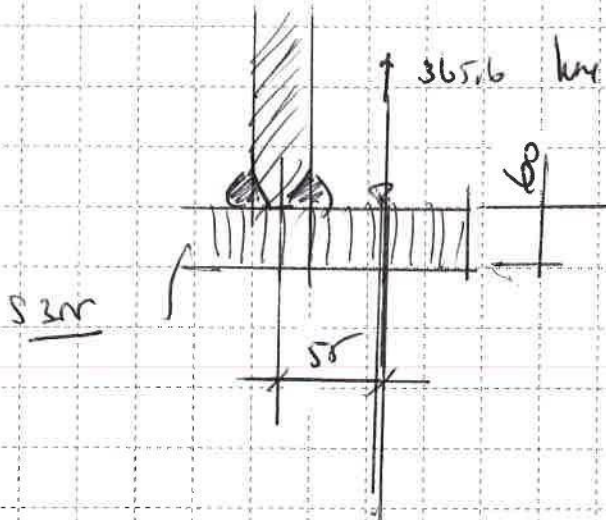
$A_{st} = 156606 \text{ mm}^2$

$\sigma_s = 140 \text{ N/mm}^2$

bepaalen draaderna M36 / 8.8 60 stalen

toelasthou  $P = \frac{745 \times 560}{1000} = 417 \text{ kN}$

per anker  $\frac{140 \times 156606}{60 \times 1000} = 365.6 \text{ kN}$



$M = 365.6 \times 0.007 = 20.11 \text{ kNm}$

$t = \sqrt{\frac{20.11 \times 6 \times 106}{106 \times 300}} = 56.6 \text{ mm}$

$t = 60 \text{ mm}$  S300

## Projectzuil aan de Ouwijk te Nederweert





# Projectzuil aan de Ouwijk te Nederweert

Opdrachtnummer: 22ZP0061

**Rapport betreffende**  
Resultaten geotechnisch onderzoek  
Fundering

**Documentnummer**  
22ZP0061-adv-01

**Versie**  
1.0

**Datum rapport**  
4 februari 2022

**Opdrachtgever**  
Rosvelt Onroerende zaken bv  
Nobisweg 1  
5721 VA Asten

**Constructeur**  
JV2 Bouwadvies B.V.  
Collse Hoefdijk 23  
5674 VL Nuenen

Opgesteld door:



Gecontroleerd door:







## INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROJECTGEGEVENS .....</b>	<b>2</b>
2.1 Bouwplan .....	2
2.2 Historie projectlocatie .....	3
2.3 Onderzoek .....	3
2.4 Omgeving .....	4
2.5 Tot slot .....	4
<b>3. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....</b>	<b>5</b>
3.1 Hoogteligging maaiveld .....	5
3.2 Beschrijving bodemopbouw .....	5
3.3 Grondwater .....	5
<b>4. FUNDERING .....</b>	<b>6</b>
4.1 Funderingswijze .....	6
4.2 Uitgangspunten .....	6
4.3 Beschrijving paalsysteem .....	7
4.4 Paalpuntniveaus .....	7
4.5 Draagkracht op druk .....	7
4.6 Draagkracht op trek .....	8
4.7 Vervorming .....	8
4.8 Veercoëfficiënt .....	8
4.9 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg .....	9

### BIJLAGEN:

- A) Situatietekening en foto's
- B) Waterpasstaat
- C) Sondeergrafieken
- D) Verklaring codering
- E) Berekening fundering
- F) Algemene richtlijnen in de grond gevormde paal met grondverdringend ingeschroefde hulpbuis

### VERSIE

- 1.0 Rapportage

### VERZENDLIJST:

- Fit-Real Estate t.a.v. de [REDACTED]
- JV2 Bouwadvies B.V. t.a.v. de [REDACTED] (info@jv2bouwadvies.nl)





## 1. INLEIDING

Ten behoeve van de "nieuwbouw van een projectzuil aan de Ouwijk te Nederweert" wordt door ons bureau op verzoek van Rosvelt Onroerende zaken bv uit Asten in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven. Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte gegevens en het geotechnisch onderzoek 02P013766 dat medio 2019 op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens de relevante resultaten van het onderzoek.



## 2. PROJECTGEGEVENS

## 2.1 Bouwplan

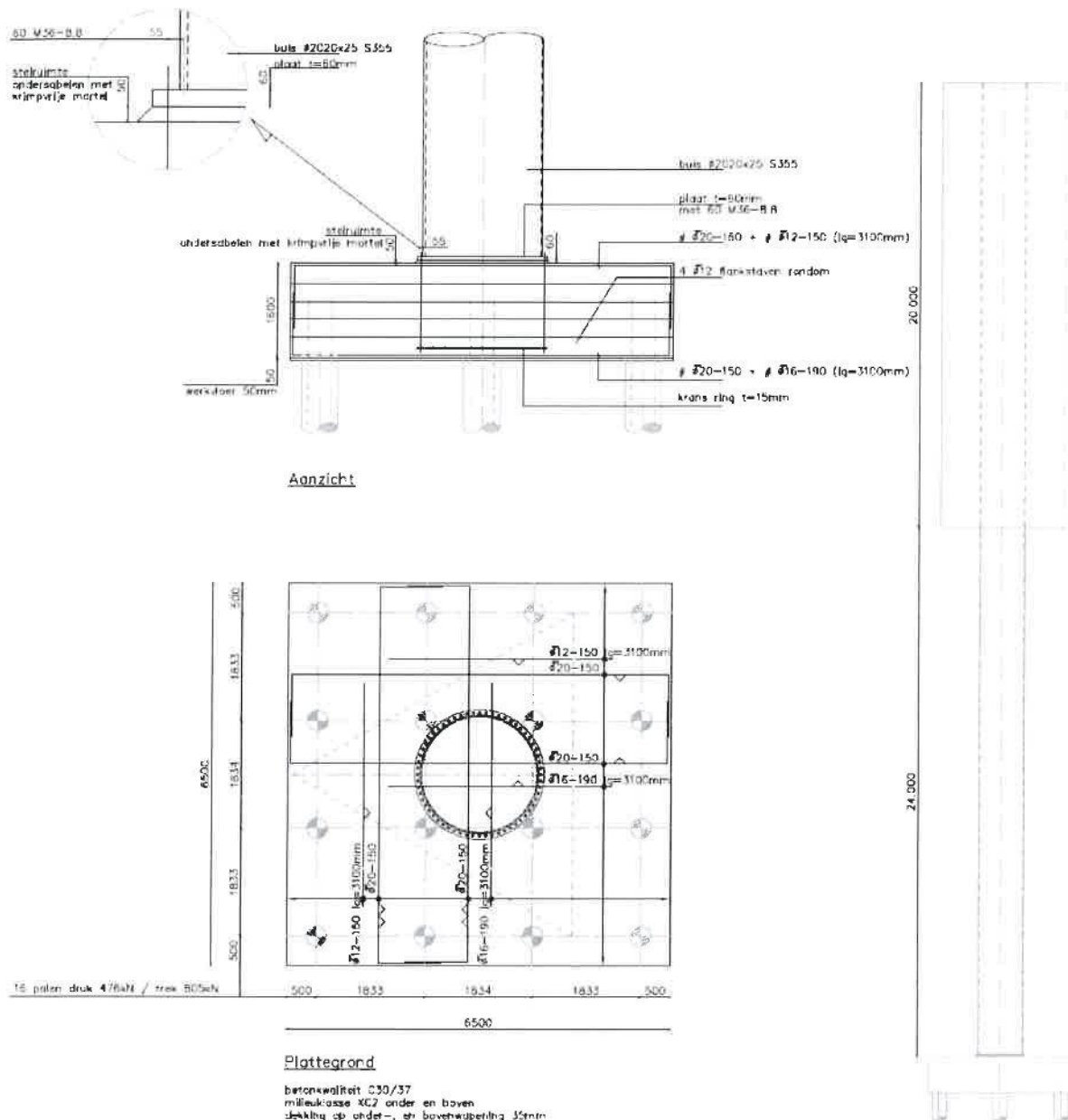
Het plan omvat de nieuwbouw van een projectmast nabij het nieuw gebouwde hotel aan de Ouwijk te Nederweert. Zie onderstaande figuur 1.



**Figuur 1: locatie nieuwe project mast Nederweert (bron Haco).**

De mast wordt ca. 44 meter hoog ten opzichte van het bestaande maaiveld. De mast wordt geplaatst op een funderingsplaat van 6,5x6,5 m<sup>2</sup>. Deze funderingsplaat is 1,6 meter dik en wordt ondersteund door 16 funderingspalen. De palen hebben een onderlinge hart op hartafstand van 1,83 m. Zie figuur 2. Als peil wordt uitgegaan van ca. 32,4 m+ NAP; ca. 0,1 m boven de gemeten maaiveldniveaus bij de naburige sonderingen.

De constructeur is uitgegaan van een paalbelasting op druk van  $F_{c,d} = 805$  kN. Als gevolg van wind worden er tevens palen op trek belast. De trekbelasting bedraagt maximaal  $F_{t,d} = 476$  kN en treedt op ter plaatse van de 4 (randpalen) tot 8 palen (1 zijde van de fundering) aan 1 zijde van de mast.



**Figuur 2: Ontwerp constructie voor projectmast (bron JV2 bouwadvies b.v.)**

## 2.2 Historie projectlocatie

Omtrent de historie van de projectlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

## 2.3 Onderzoek

Medio 2019 is door ons bureau nabij de projectlocatie een geotechnisch onderzoek verricht. Zie figuur 3.

Het geotechnisch onderzoek bestond uit een aantal diepsonderingen en een handboring. Voor een nadere beschrijving en de resultaten van dit onderzoek wordt verwezen naar rapport 02P013766-adv-01.



**Figuur 3: locatie mast (blauwe ster) op situatietekening onderzoek 02P013766**

De relevante onderzoeksresultaten DKM-01, DKM08 en DKM09 zijn in de bijlagen van dit rapport toegevoegd.

## 2.4 Omgeving

In de omgeving van de geplande mast is sprake van diverse bebouwing, waaronder het nieuw (gebouwde) hotel. De naburige bebouwing op kavel [REDACTED] is inmiddels gesloopt. Nadere gegevens omtrent de exacte afstand tot de naburige bestaande bebouwing, de aard, de conditie en funderingswijze van de bebouwing zijn ons niet bekend.

## 2.5 Tot slot

Geadviseerd wordt om genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit dit rapport wordt verder gewerkt.





### **3. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER**

#### **3.1 Hoogteligging maaiveld**

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de sonderingen 01, 08 en 09 bedroeg ten tijde van het onderzoek in 2019 ca. 32,3 m NAP. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat bijlage B.

#### **3.2 Beschrijving bodemopbouw**

Op basis van de onderzoeksresultaten en onze ervaring in de regio kan de aangetroffen grondslag als volgt geschematiseerd worden:

Onder een geroerde toplaag wordt tot een diepte van ca. 16 m+ NAP een pakket aangetroffen, bestaande uit één tot enkele meters dikke zandlagen afgewisseld door dunne zandhoudende leem- en leemhoudende zandlagen. De zandlagen zijn over het algemeen vast met sondeerweerstand van meer dan 20 MPa. De leemlagen zijn in de sondeergrafiek herkenbaar aan de scherpe teruggangen in de sondeerweerstand tot minder dan 4 MPa en een wrijvingsgetal van 2 à 4 %.

Vanaf ca. 16 NAP zijn volgens het TNO-archief een pakket met zandgrindafzettingen van de Maas te verwachten. Op deze locatie is een pakket aangetroffen met een heterogene opbouw qua draagkracht en samenstelling. De gemeten conusweerstand in het pakket variëren van 4 tot 6 MPa voor de losgepakte, leemhoudende zones tot 40 à 50 MPa in de zeer vastgepakte grove zandgrindlagen.

#### **3.3 Grondwater**

In boor- en sondeergaten werd in begin juli 2019 een grondwaterstand gepeild van ca. 29,7 m+ NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.



## 4. FUNDERING

### 4.1 Funderingswijze

Wij kunnen instemmen met de voorgestelde fundering op palen. Vanwege de relatief hoge trekbelasting zijn relatief lange palen noodzakelijk. Gezien de aangetroffen vaste zand en zandgrindlagen in de ondergrond, adviseren wij een geboord, grondverdringende paaltype. Omdat we moeizaam boorwerk verwachten, is gekozen voor een systeem met groutinjectie tijdens de boorwerkzaamheden; een met groutinjectie geboorde, grondverdringende in de grond gestorte beton paal, van het type fundex met groutinjectie of vergelijkbaar type (b.v. Hekpaal, BVS-paal, HGS-paal, Terr-econpaal).

Opmerking; de opneembaar trek per m<sup>1</sup> is bij dit paaltype 2x zo hoog als bij een standaard avegaarpaal, waardoor met rankere en kortere palen kan worden volstaan.

Bijkomend voordeel is dat door het grout, de diameter van de schacht groter is dan de gebruikte hulpbuis voor het boren. In deze rapportage is deze paalschachtdiameter gelijkgesteld aan de helft van som diameter boorbuis + diameter boorpunt.

Tijdens de uitvoering worden bij dit paaltype nagenoeg geen trillingen opgewekt en is er vanuit dit oogpunt geen risico voor schade aan bebouwing in de omgeving.

Voor het bereiken van de in dit rapport genoemde paalpuntniveaus dienen relatief vaste zand- en zandgrindlagen te worden gepasseerd. Het in te zetten materieel dient hierop te zijn afgestemd.

### 4.2 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op figuur 3.
- Resultaten grondonderzoek 02P013766 DKM-01, DKM-08 en DKM-09; zie bijlagen.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Fundering op een met groutinjectie grondverdringend geschroefde, in het werk gestorte betonpaal; type Fundex of Hekpaal met groutinjectie of vergelijkbaar.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch belast. Tevens treden er trekbelastingen op als gevolg van de windkrachten op de mast.
- De berekening van het paal draagvermogen en de vervormingen is gebaseerd op NEN 9997-1:2017 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Voor de berekening van de draagkracht zijn de navolgende factoren aangehouden.
 

- paalklasse punt	$\alpha_p = 0,63$
- paalvoetvorm	$\beta = 1,00$
- paalvoetdwarsdoorsnede	$s = 1,00$
- paalklasse schacht	$\alpha_s = 0,09$
- paalklasse schacht trek	$\alpha_t = 0,09$
- Er wordt uitgegaan van een stijve fundering en de beschikbaarheid van de 2 voldoende diepe sonderingen, om de veiligheidsfactor  $\gamma_{si}$  te bepalen.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het terrein zal niet significant worden opgehoogd of ontgraven.
- Er is niet gerekend met negatieve kleef omdat er in de toekomst geen maaiveldzakkingen van betekenis worden verwacht.
- Naar verwachting komen grindlagen voor in de zone (< 16 m NAP) waaraan de palen hun draagvermogen op druk ontleen. Het effect van de korrelgrootte is in rekening gebracht door in de berekening van het punt draagvermogen, de conusweerstand te limiteren op 20 MPa. Dit overeenkomstig NEN 9997-1:2017 artikel 7.6.2.3.





- De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

#### 4.3 Beschrijving paalsysteem

- Dit type paal Fundex / Hek / BVS / HGS / Terr-econ is een in de grond gevormde betonnen paal.
- De paal wordt gemaakt middels een stalen gladde hulpbuis.
- De hulpbuis wordt aan de onderzijde voorzien van een losse boorpunt en op maaiveld geplaatst.
- De buis wordt grondverdringend, op diepte geschroefd middels een boormoment en een axiale drukkracht onder toevoeging van groutinjectie aan de punt.
- Zodra het eindniveau is bereikt wordt de wapening in de buis afgehangen, waarna de buis wordt gevuld met beton.
- De hulpbuis wordt oscillerend getrokken waarbij de boorpunt achterblijft.
- De paal wordt afgewerkt en de stelling kan worden verplaatst.
- In beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat de stijghoogte van grondwater in de dieper gelegen watervoerende zandlagen niet hoger is dan de freatische grondwaterstand.
- Voor het opnemen van trekbelasting dienen de palen over de volledige lengte te zijn gewapend.

#### 4.4 Paalpuntniveaus

Het te kiezen paalpuntniveau is afhankelijk van de gewenste trekcapaciteit. De opgegeven verticale drukbelasting kan zondermeer op de vermelde niveaus opgenomen worden. Afhankelijk van de aan te houden paalconfiguratie voor de berekening van de trekcapaciteit, zijn in de onderstaande tabel voor 2 diameters de paalpuntniveaus aan gegeven.

Tabel 1. Paalpuntniveau.

Paaldiameter buis / punt [m]	Hoogte maaiveld <sup>1)</sup> [m NAP]	Paalpuntniveau [m NAP]	
		4-palen (1 rij)	8 palen ( 2 rijen)
0,46 / 0,56	32,3	10,0	5,5
0,54 / 0,67	32,3	11,5	7,5

1) Niveau ten tijde van onderzoek

Het verdient aanbeveling om uit te gaan van óf het hoge óf het diepe niveau. Bij combinatie van het hoge en het diepe niveau wordt namelijk geadviseerd rekening te houden met een zeker verschil in vervormingsgedrag.

#### 4.5 Draagkracht op druk

In de bijlage E zijn de berekening van de draagkracht en resultaten gepresenteerd. Voor een voldoende draagkracht dient de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner te zijn dan de draagkracht van de palen:  $F_{c,d} \leq R_{c,d}$ . Vanwege de diepe niveaus voor de trekcapaciteit, is de draagkracht op alle niveaus ruim voldoende.

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

De vermelde draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.



#### 4.6 Draagkracht op trek

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

Op basis van de gewenste trekcapaciteit van 805 kN en de paalconfiguratie waarbij dit kan optreden, zijn voor 2 paaldiameters de paalpuntniveaus bepaald. De draagkracht van een trekelement is afhankelijk van zijn positie ten opzichte van omliggende op trek belaste palen. In dit rapport is uitgegaan van een paal, die deel uit maakt van een paalpoer met 4 palen in een rij en een paalpoer met 8 palen binnen een vierkant stramien (2 rijen met 4 palen). Als onderlinge hart op hart afstand tussen de palen is 1,83 meter aangehouden conform ontwerp constructeur.

Voor een overzicht van de berekende draagvermogens per sondering, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage E.

Voor de maatgevende slechtste sondering is het resultaat van de trekcapaciteit ( $R_{trek} + G_{paal,d}$ ) weergegeven in de navolgende tabel.

Tabel 2. Draagkracht op trek.

Paalafmeting [m]	Maximale draagkracht op trek $R_{trek,d,tot}$ [kN]	
	4-paalpoer (paalpuntniveau)	8-paalpoer (paalpuntniveau)
0,46 / 0,56	819 (10,0 m NAP)	817 (5,5 m NAP)
0,54 / 0,67	829 (11,5 m NAP)	806 (7,5 m NAP)

Opgemerkt wordt dat bij geringere paalafstanden en/of intensievere paalconfiguraties het trekdraagvermogen reduceert.

#### 4.7 Vervorming

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

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

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

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

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage E.

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

#### 4.8 Veercoëfficiënt

Voor de statische secant veercoëfficiënt van de kop van een vrijstaande op druk belaste paal geldt  $k_{v,rep} = F_{c,rep} / s_{1,bgt}$ , waarbij  $s_1$  de paalkopzakking betreft als zijnde de som van  $s_{el}$ , de elastische verkorting





van de paal en  $s_b$ , de zakking van de paalpunt nodig voor het mobiliseren van het paal draagvermogen. De rekenwaarde van de veercoëfficiënt is bepaald als  $k_{v,d} = k_{v,rep} / \gamma_{m,k}$  waarbij  $\gamma_{m,k} = 1,3$ .

Bij concentraties van palen waarbij de hart-op-hart-afstand kleiner is dan tien maal de kleinste paalvoetdoorsnede, dient in principe in de paalkopzakking, de zakking te worden verdisconteerd in de lagen beneden het niveau van vier maal de kleinste dwarsafmeting van de paalpunt. Voor de veercoëfficiënt geldt in dat geval  $k_{v,rep} = F_{c,rep} / (s_{1,bgt} + s_{2,bgt})$  waarbij  $s_2$  de extra zakking is als gevolg van het groepseffect in de dieper gelegen lagen.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor de bruikbaarheidstoestand is sprake van een niet lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is ter indicatie voor sondering 01 en een paalpuntniveau van 11,5 m NAP, met intervallen van 10% de statische veerstijfheid berekend voor een belasting variërend van 10 tot 100 % van de paalcapaciteit.

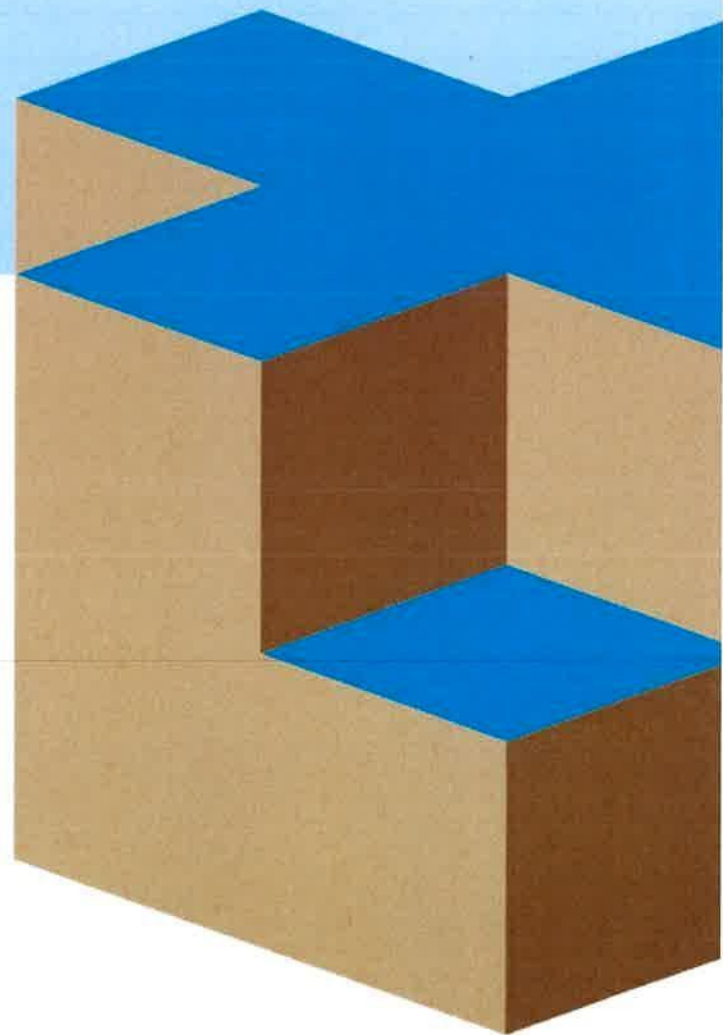
Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage E. Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde veerstijfheden zijn berekend voor een vrijstaande paal waarbij het hiervoor genoemde groepseffect niet is meegenomen.

#### 4.9 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg

Onder bijlage F zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op grondverdringende geschroefde in het werk gestorte betonnen palen algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein, de uitvoering en controle van de paalkwaliteit. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

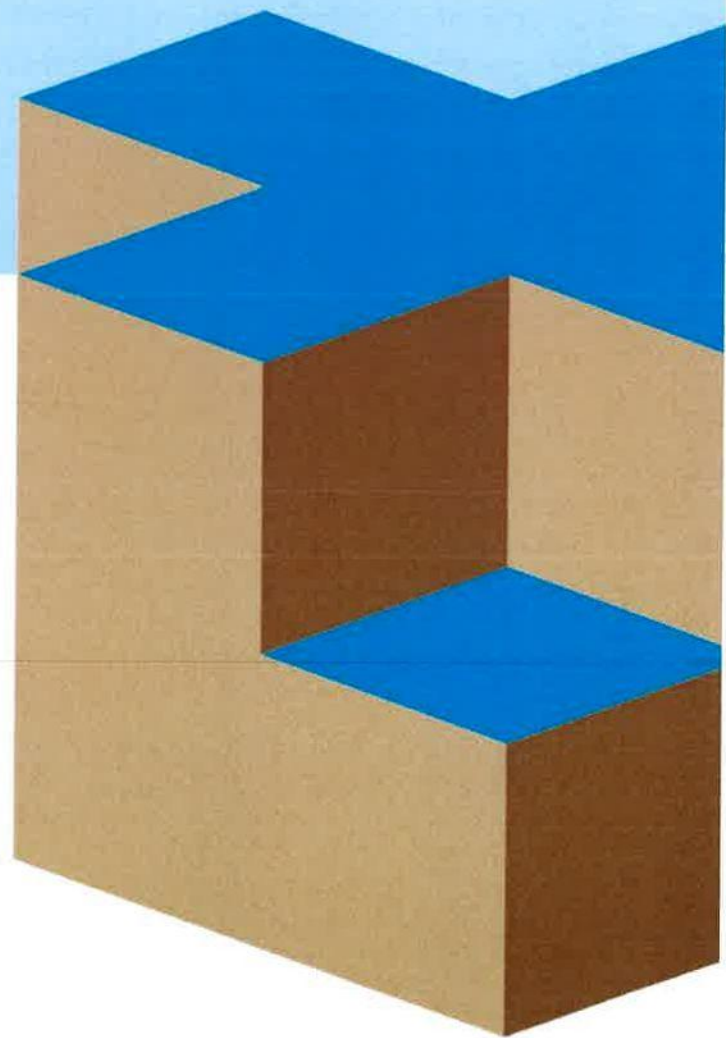
Bij toepassing van in de grond gevormde palen vindt normaliter vijf dagen na het aanbrengen van de palen een kwaliteitscontrole plaats die onder meer inhoudt dat de palen akoestisch worden doorgemeten. Deze controle kan desgewenst door ons bureau worden verzorgd.

## BIJLAGE A





## BIJLAGE B







Opdracht : 02P013766  
Project : Hotel & Foodcourt te Nederweert

### WATERPASSTAAT

Meetmethode : Uitgezet en gewaterpast middels dGPS  
Datum meting : 27 – 28 juni 2019 / 2 juli 2019  
Hoogte (Z) t.o.v. : NAP

<i>Meetpunten</i>	<i>x-coördinaat [m]</i>	<i>y-coördinaat [m]</i>	<i>z-coördinaat (hoogte) [m t.o.v. NAP]</i>
D-01	179.426	365.444	32,36
D-02	179.438	365.460	32,40
D-03	179.451	365.476	32,20
D-04	179.464	365.491	32,56
D-05	179.479	365.478	32,53
D-06	179.466	365.463	32,39
D-07	179.454	365.448	32,50
D-08	179.441	365.435	32,34
DKM-09	179.430	365.415	32,28
DKM-10	179.444	365.403	32,53
DKM-11	179.456	365.418	32,46
D-12	179.471	365.435	32,52
D-13	179.482	365.450	32,36
D-14	179.495	365.465	32,44
DKM-15	179.510	365.453	32,43
DKM-16	179.497	365.438	32,36
DKM-17	179.483	365.424	32,26
DKM-18	179.460	365.391	32,62
DKM-19	179.449	365.375	32,55
DKM-20	179.463	365.362	32,54
DKM-21	179.476	365.377	32,58
DKM-22	179.501	365.410	32,25
DKM-23	179.513	365.425	32,32

**Let op:**

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoekspunten ten opzichte van een referentiepunt. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.



Opdracht : 02P013766  
Project : Hotel & Foodcourt te Nederweert

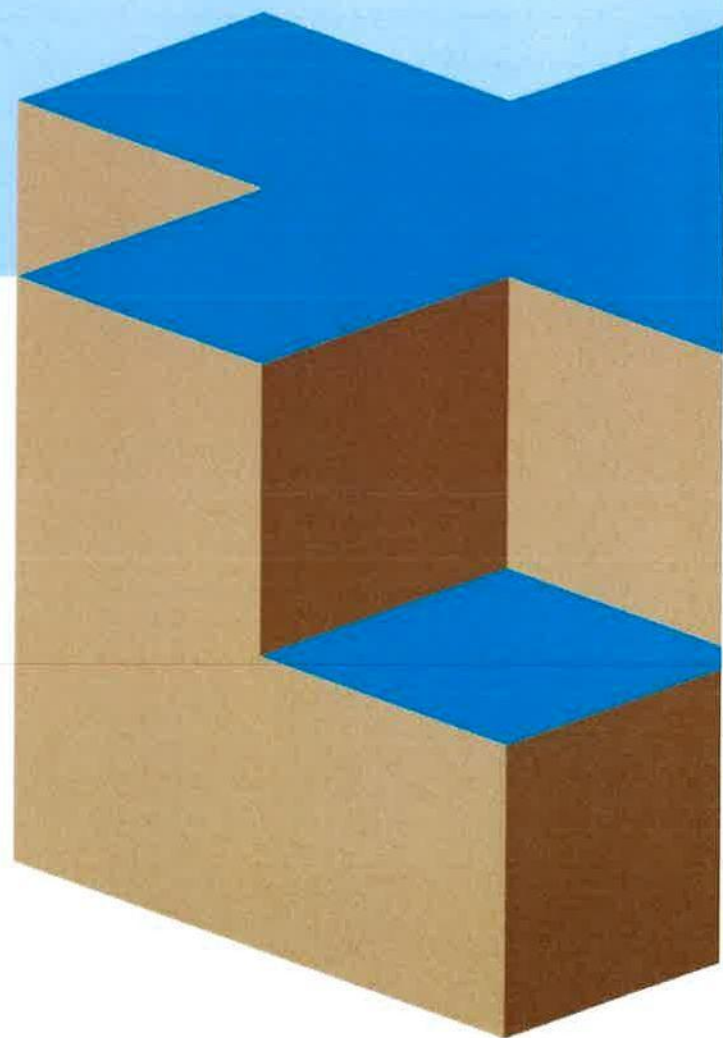
---

<i>Meetpunten</i>	<i>x-coördinaat [m]</i>	<i>y-coördinaat [m]</i>	<i>z-coördinaat (hoogte) [m t.o.v. NAP]</i>
B-01	179.482	365.450	32,36
Grondwaterstand DKM-03	(28-06-2019)		29,70
Grondwaterstand DKM-16	(02-07-2019)		29,66
Grondwaterstand DKM-22	(02-07-2019)		29,65
Grondwaterstand B-01	(02-07-2019)		29,66
Put 1	179.497	365.401	32,47
Put 2	179.528	365.389	32,48

**Let op:**

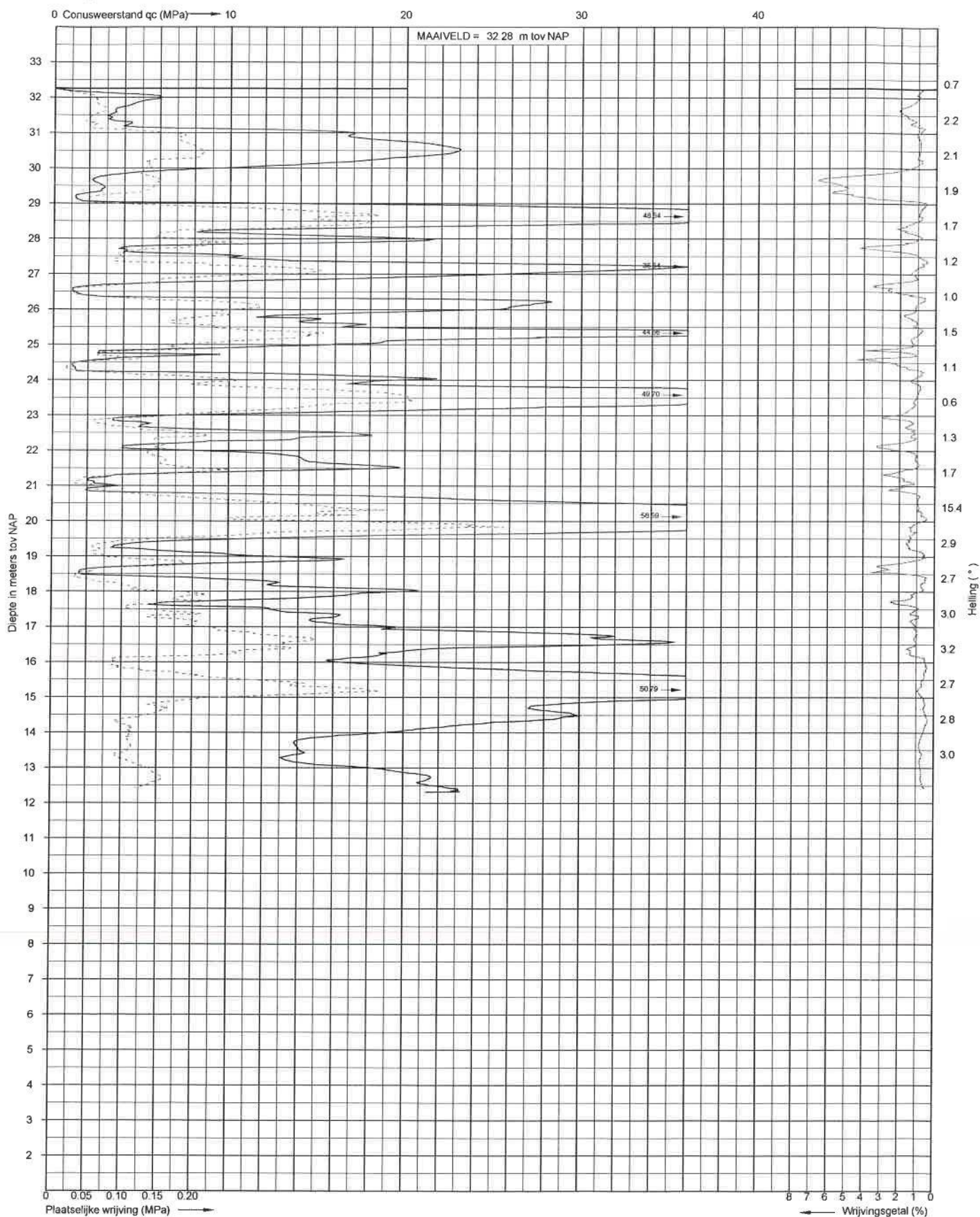
Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoekspunten ten opzichte van een referentiepunt. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

## BIJLAGE C





Opdracht: 02P013766  
Project: Hotel & Foodcourt te Nedenweert



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1  
Sonderingsklasse 3  
Conusnummer: P15-CF13-15

Uitvoerder: RLS  
Datum: 28-6-2019

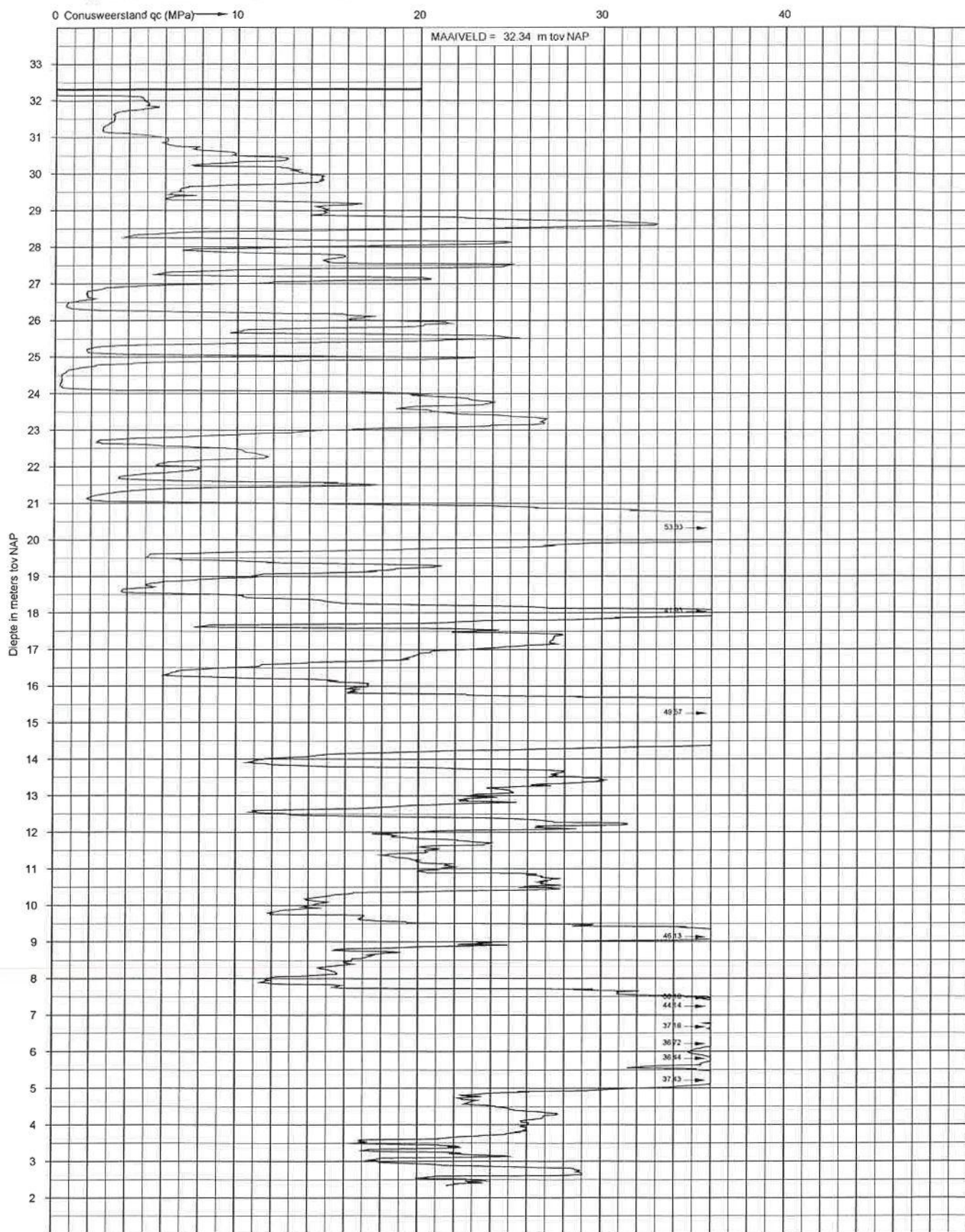
X: 179429,793  
Y: 385414,574

Sondering 9



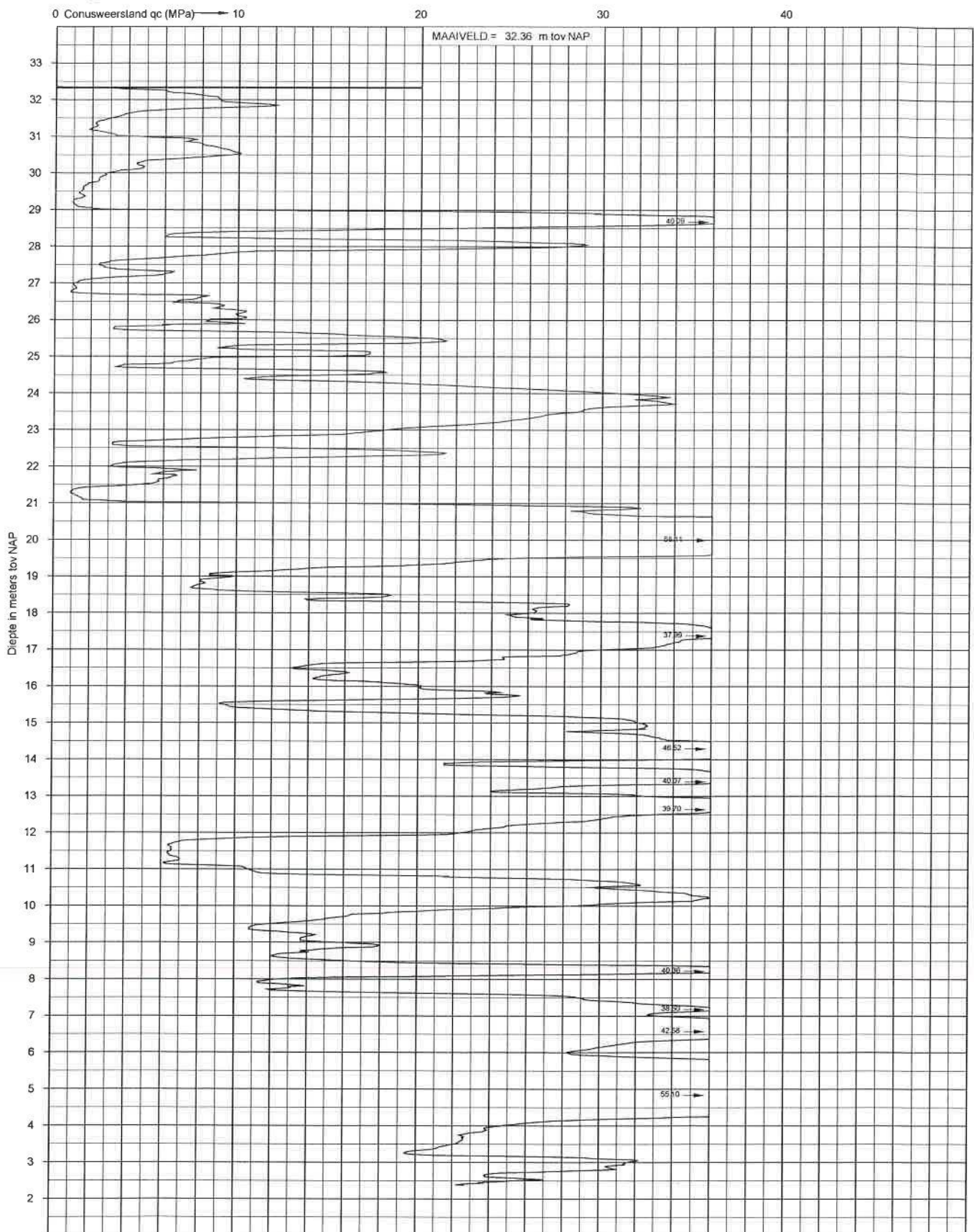


Opdracht: 02P013766  
Project: Hotel & Foodcourt te Nederweert

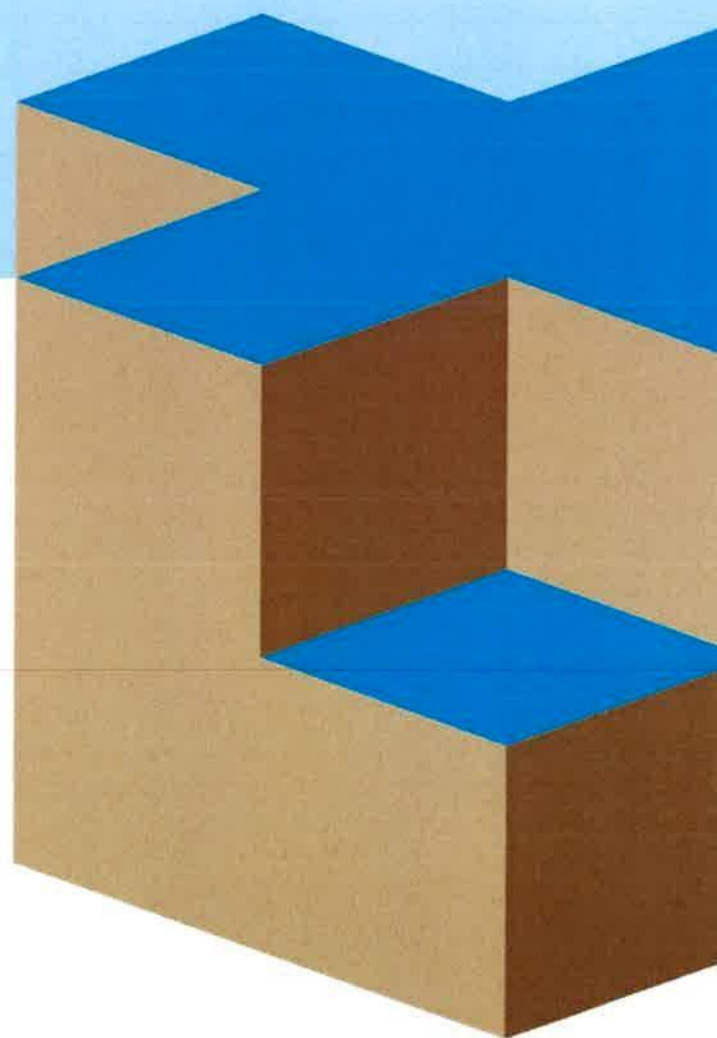




Opdracht: 02P013766  
Project: Hotel & Foodcourt te Nederweert



## BIJLAGE D







## VERKLARING CODERING BORINGEN (conform NEN 5104)

### GRIND

	grind, siltig
	grind, zwak zandig
	grind, matig zandig
	grind, sterk zandig
	grind, uiterst zandig

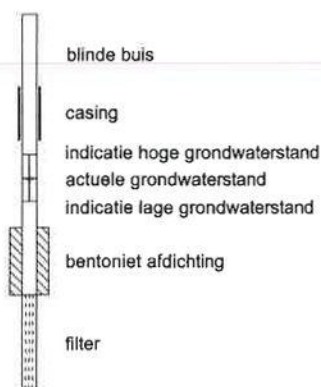
### VEEN

	veen, mineraalarm
	veen, zwak kleilig
	veen, sterk kleilig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

### KLEI

	klei, zwak siltig
	klei, matig siltig
	klei, sterk siltig
	klei, uiterst siltig
	klei, zwak zandig
	klei, matig zandig
	klei, sterk zandig

### PEILBUIS



### ZAND

	zand, kleilig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

### LEEM

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

### SLIB

	slib
--	------

### TOEVOEGINGEN

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

### GRONDMONSTERS

	geroerd monster
	ongeroerd monster

### OVERIG

	bijzonder bestanddeel
	indicatie hoge grondwaterstand
	actuele grondwaterstand
	indicatie lage grondwaterstand

## LEGENDA TEKENINGEN

### SONDERINGEN

	Sondering met meting conusweerstand
	Diepsondering met plaatselijke kleef
	Sondering met waterspanning
	Seismische sondering
	Sondering met bolconus
	Handsondering
	Slagsondering
	Niet uitgevoerde sonderingen

### BORINGEN en PEILBUIZEN

	Boring
	Boring met peilbuis
	Mechanische boring
	Niet uitgevoerde boring
	Boring eerdere fase

### MONITORING

	SCM-01 Scheurmeter
	Deformatiebout
	Trillingsmeter
	PDP- Plaatdrukproef
	ZB- Zakbaak
	WSM- Waterspanningsmeter
	HLM- Hellingmeter
	Deformatiesticker

### ANDERE SYMBOLEN

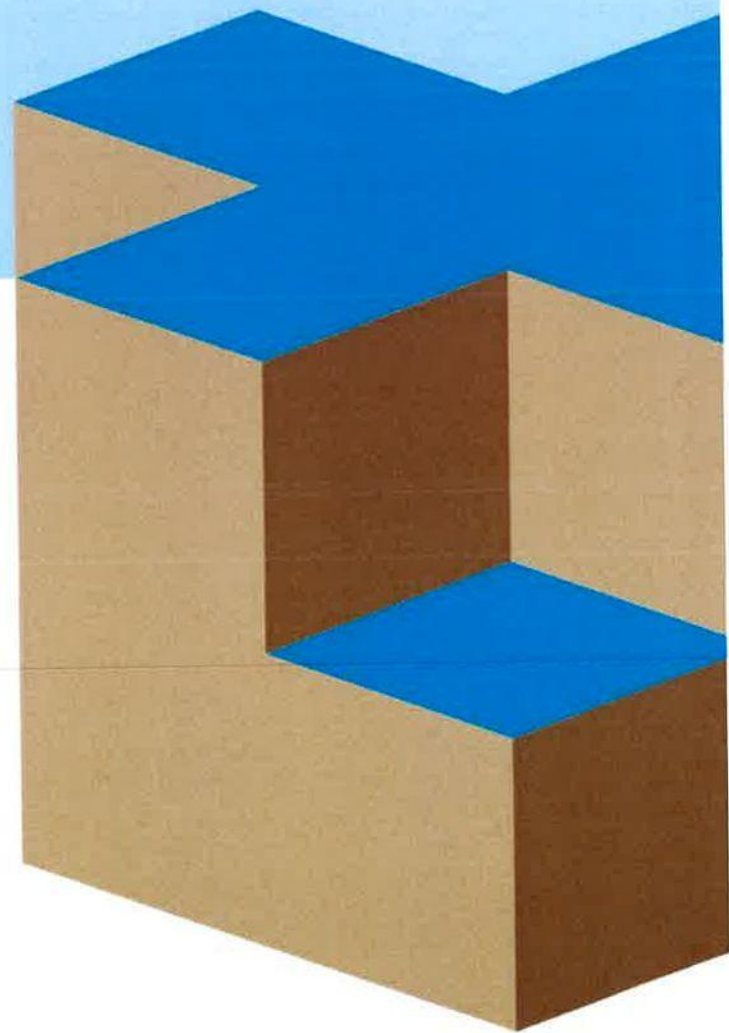
	foto 1
	Positie en richting foto
	Meetpunt
	0-punt lokaal assenstelsel

### KLEUR CODERING ONDERZOEKSFASE

	Sondering Fase 02
	Sondering Fase 03
	Sondering Fase 04



## BIJLAGE E





## Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,63$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	$\xi$ -factor	: $\xi_3 = 1,39$ ; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,009$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
Geen negatieve kleef berekend			

### Paalafmeting : 0,460/0,510/0,560 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-01	32,36	11,50	2323	4,0	974	2901
		10,00	2844	6,4	1581	3162
		7,50	3585	9,6	2362	3618
		5,50	4051	11,0	2707	4050
DKM-08	32,34	11,50	2859	8,1	2000	2769
		10,00	3023	7,9	1952	3090
		7,50	3653	10,1	2482	3610
		5,50	3927	10,2	2507	4043

### Paalafmeting : 0,540/0,605/0,670 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]
DKM-01	32,36	11,50	2941	4,2	1465	3441
		10,00	3593	6,4	2242	3751
		7,50	4553	9,4	3303	4291
		5,50	5154	10,8	3791	4805
DKM-08	32,34	11,50	3648	7,9	2801	3284
		10,00	3867	7,9	2786	3665
		7,50	4689	10,0	3538	4283
		5,50	4997	10,0	3539	4796

### Toelichting

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

**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

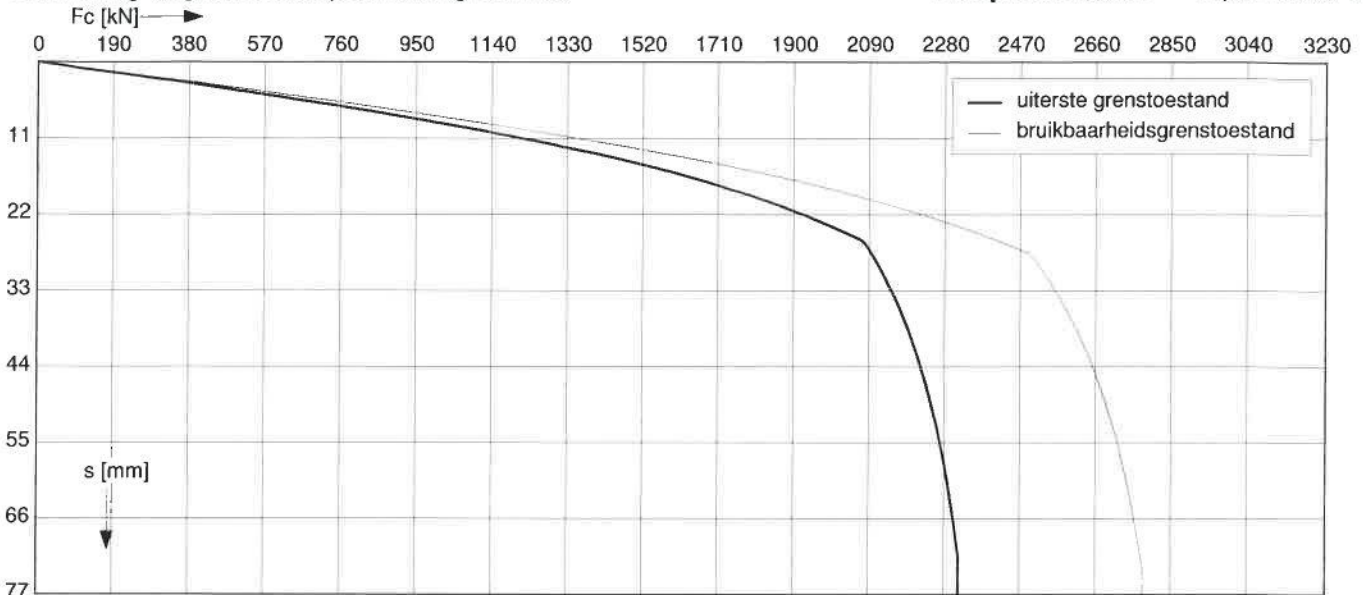
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen: DKM-01

Berekening  $s_2$  gebaseerd op sondering DKM-01

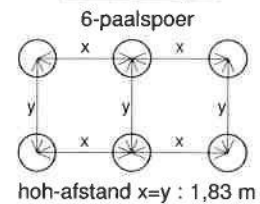
Paalafmeting : 0,460/0,510/0,560 m

Paalpuntniveau : 11,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [kN]	$S_{b;d}$ [mm]	$S_{el;d}$ [mm]	$S_{1;d}$ [mm]	$S_{2;d}$ [mm]	$S_d$ [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
2323	56,4	8,0	64,4	9,7	74,0	169
2091	11,7	6,8	18,5	8,7	27,2	181
1858	6,9	5,9	12,8	7,7	20,6	192
1626	4,4	5,1	9,6	6,8	16,3	201
1394	2,9	4,4	7,3	5,8	13,1	210
1162	2,0	3,6	5,6	4,8	10,4	218
929	1,3	2,9	4,1	3,9	8,0	227
697	0,8	2,1	2,9	2,9	5,8	235
465	0,4	1,4	1,8	1,9	3,8	245
232	0,2	0,7	0,9	1,0	1,8	243

Configuratie paalgroep  
voor bepaling  $s_2$

**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	$S_b$ [mm]	$S_{el}$ [mm]	$S_1$ [mm]	$S_2$ [mm]	$S$ [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1787	3,5	4,7	8,1	7,5	15,6	219
1608	2,7	4,2	6,8	6,7	13,5	236
1430	2,1	3,7	5,7	6,0	11,7	249
1251	1,6	3,2	4,8	5,2	10,0	262
1072	1,2	2,7	3,9	4,5	8,4	273
894	0,9	2,3	3,1	3,7	6,9	284
715	0,6	1,8	2,4	3,0	5,4	295
536	0,4	1,3	1,8	2,2	4,0	305
357	0,2	0,9	1,1	1,5	2,6	318
179	0,1	0,4	0,6	0,7	1,3	316

**Toelichting**

Paalbelasting

Rekenwaarde negatieve kleef

Netto paalbelasting

Rekenwaarde zakking boveinde paal

Rekenwaarde samendrukking diepere lagen

Rekenwaarde paalkopzakking

Representatieve statische secant veercoëfficiënt

$F_c$	[par. 7.7.1]
$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
$S_{1;d} = s_{punt;d} + S_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
$S_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
$S_d = S_{1;d} + S_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
$k_{v;rep}$ paal vrijstaand = $F_{c;rep} / s_1$	
$k_{v;rep}$ paal in groep = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	



**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

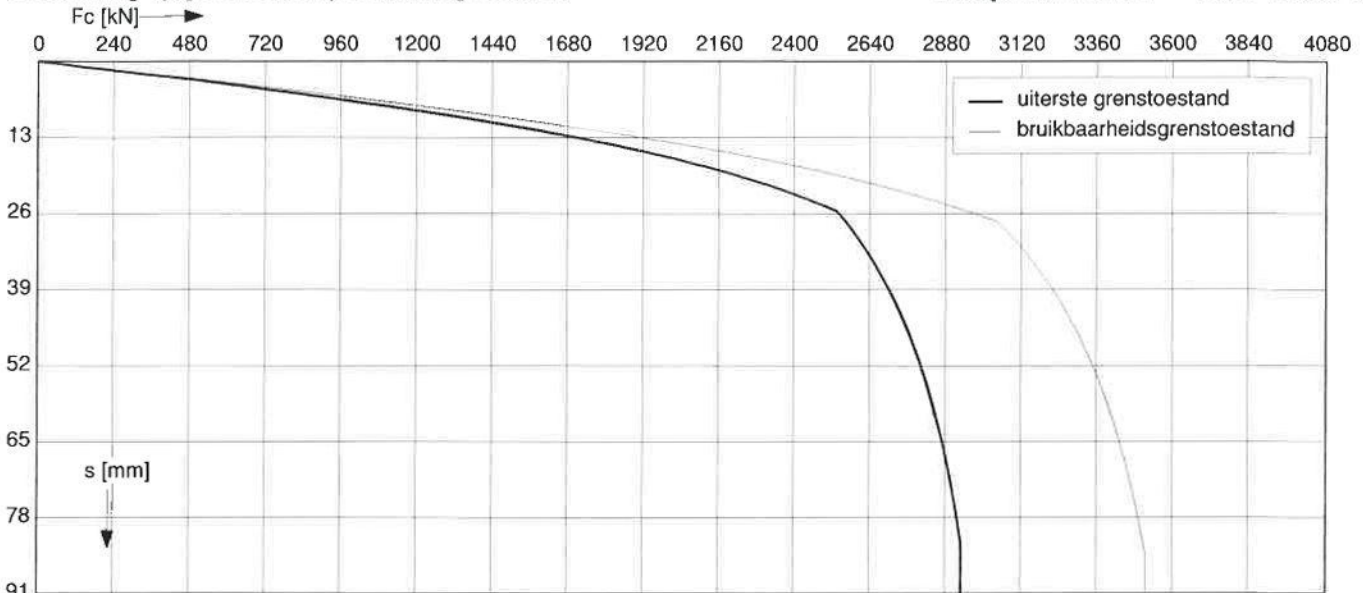
Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Sonderingen: DKM-01

Berekening  $s_2$  gebaseerd op sondering DKM-01

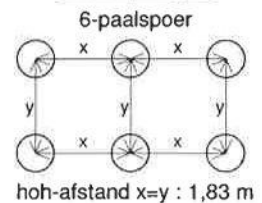
Paalafmeting : 0,540/0,605/0,670 m

Paalpuntniveau : 11,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	$s_d$ [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
2941	67,4	7,4	74,9	10,5	85,4	213
2647	17,8	6,3	24,2	9,4	33,6	231
2353	7,8	5,4	13,3	8,4	21,7	247
2059	5,0	4,7	9,7	7,3	17,1	260
1765	3,3	4,0	7,3	6,3	13,6	275
1471	2,2	3,3	5,4	5,2	10,7	288
1176	1,4	2,6	4,0	4,2	8,2	300
882	0,9	1,9	2,8	3,1	5,9	313
588	0,5	1,3	1,7	2,1	3,8	330
294	0,2	0,6	0,8	1,0	1,9	336

Configuratie paalgroep  
voor bepaling  $s_2$

**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

$F_{c;rep}$ [kN]	$s_b$ [mm]	$s_{el}$ [mm]	$s_1$ [mm]	$s_2$ [mm]	$s$ [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
2262	3,9	4,3	8,2	8,1	16,2	277
2036	3,0	3,8	6,8	7,3	14,1	300
1810	2,3	3,4	5,6	6,5	12,1	321
1584	1,8	2,9	4,7	5,6	10,3	338
1357	1,3	2,5	3,8	4,8	8,6	357
1131	1,0	2,1	3,0	4,0	7,1	374
905	0,7	1,6	2,3	3,2	5,5	390
679	0,5	1,2	1,7	2,4	4,1	407
452	0,3	0,8	1,1	1,6	2,7	429
226	0,1	0,4	0,5	0,8	1,3	437

**Toelichting**

Paalbelasting	: $F_c$	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	: $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking bovineinde paal	: $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	: $s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	: $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	: $k_{v;rep}$ paal vrijstaand = $F_{c;rep} / s_1$	
	: $k_{v;rep}$ paal in groep = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	





## Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering

### Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjetie

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
$\xi$ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,2$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s,t} = 1,35$
Bouwwerk	: stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m,var,qc} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 2$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

paalafmeting : 0,460/0,510/0,560 m

#### 6-paalspoer

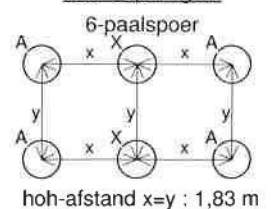
Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A	Paal X	$G_{paal;d}$ [kN]
			$R_{t;d}$ [kN]	$R_{t;d}$ [kN]	
DKM-01	32,36	11,50	756	563	53
		10,00	819	606	57
		7,50	927	680	63
		5,50	1029	749	68
DKM-08	32,34	11,50	733	553	53
		10,00	809	604	57
		7,50	930	686	63
		5,50	1031	753	68

paalafmeting : 0,540/0,605/0,670 m

#### 6-paalspoer

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A	Paal X	$G_{paal;d}$ [kN]
			$R_{t;d}$ [kN]	$R_{t;d}$ [kN]	
DKM-01	32,36	11,50	844	594	75
		10,00	915	640	80
		7,50	1036	718	88
		5,50	1150	791	95
DKM-08	32,34	11,50	818	583	75
		10,00	902	636	80
		7,50	1039	723	88
		5,50	1152	794	95

Configuratie paalgroep  
voor bepaling s2



#### Toelichting

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



**Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering**  
**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

Paaltype : **In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjetie**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,009$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
$\xi$ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,2$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m;var;q;c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 2$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

paalafmeting : **0,460/0,510/0,560 m**

**3-paalspoer**

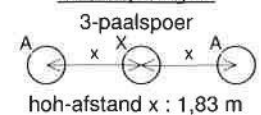
Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	Paal X $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-01	32,36	11,50	950	706	53
		10,00	1032	762	57
		7,50	1174	860	63
		5,50	1309	951	68
DKM-08	32,34	11,50	913	687	53
		10,00	1013	755	57
		7,50	1175	865	63
		5,50	1310	955	68

paalafmeting : **0,540/0,605/0,670 m**

**3-paalspoer**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	Paal X $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM-01	32,36	11,50	1095	774	75
		10,00	1190	836	80
		7,50	1354	943	88
		5,50	1510	1043	95
DKM-08	32,34	11,50	1053	754	75
		10,00	1168	828	80
		7,50	1355	948	88
		5,50	1510	1047	95

Configuratie paalgroep  
voor bepaling s2



**Toelichting**

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



### Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM-01 Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : In de grond gevormde grondverdringende betonpaal, middels een ingeschroefde stalen hulpbuis en verloren punt met groutinjectie

Paalafmeting : 0,460/0,510/0,560 m

Paalpuntniveau : 11,5 meter tov NAP

#### Correctie conusweerstand bij ontgraving

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

#### Berekening maximum puntweerstand

$$q_{b,max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem}) \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

Paalklassefactor :  $\alpha_p = 0,63$  (f)

Paalvoetvormfactor :  $\beta = 1,0$  (g)

Paalvoetdwarsdoorsnedefactor :  $s = 1,0$  (h)

Traject I / II / III : 6,6 / 6,2 / 6,1 MPa

$$q_{b,max} = 4,0 \text{ MPa}$$

#### Berekening maximum schachtwrijving

$$R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a} \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

Startdiepte schachtwrijving : 29 m tov NAP

paalklassefactor :  $\alpha_s = 0,009$  [tabel 7.e, 7.f]

$O_p$  : omtrek dwarsdoorsnede paalschacht

$\Delta L$  : traject schachtwrijving

diepte [m tov NAP]	$q_{c;z;a}$ [MPa]	$O_p$ [m]	$\Delta L$ [m]	$R_{s;cal}$ [kN]	$\Sigma R_{s;cal}$ [kN]
27,00	8,3	1,60	2,0	239	239
25,00	8,1	1,60	2,0	235	474
23,00	13,1	1,60	2,0	376	851
21,00	6,6	1,60	2,0	190	1041
19,00	14,5	1,60	2,0	419	1459
17,00	12,1	1,60	2,0	348	1808
15,00	13,1	1,60	2,0	378	2186
13,00	15,0	1,60	2,0	433	2618
11,50	13,1	1,60	1,5	282	2901

#### Berekening maximum draagkracht

$$R_{c;cal} = A_b * q_{b,max} + R_{s;cal} \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

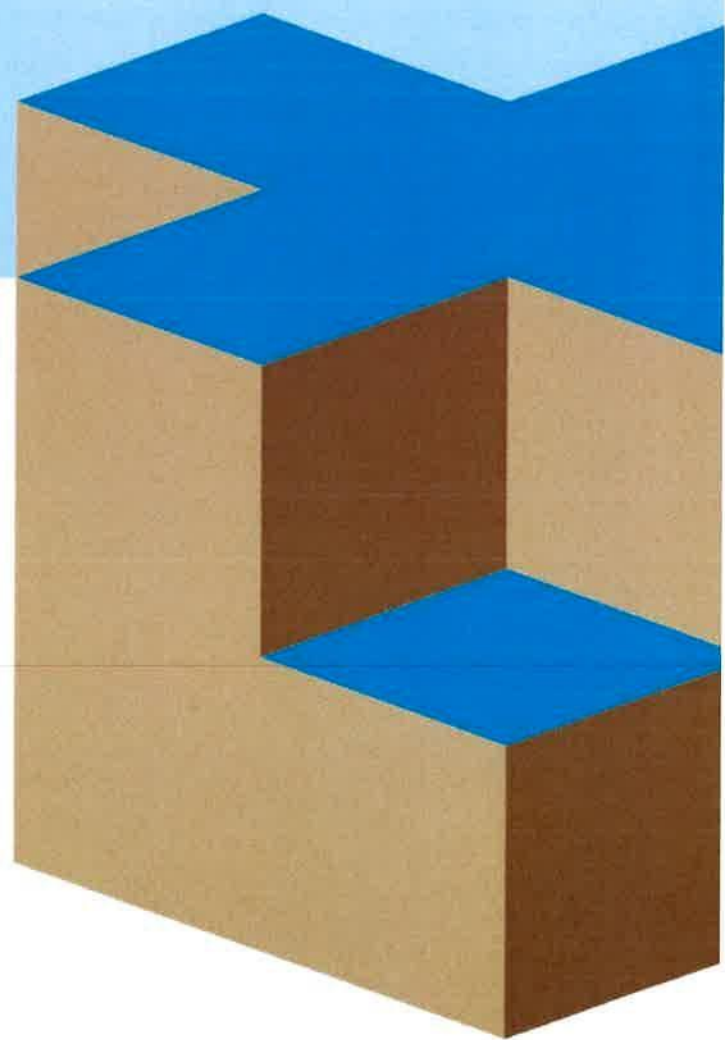
$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,2463 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 974 + 2901 = 3875 \text{ kN}$$

#### Berekening negatieve kleef

Geen negatieve kleef berekend

## BIJLAGE F







### Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

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

### Naastliggende gebouwen

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

### Werkterrein/bouwput

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

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

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

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

### Uitvoering in relatie tot bodemopbouw

De aanwezigheid van slappe lagen beneden maaiveld legt beperkingen op aan de vervaardiging van de palen. Van belang is dat de uitvoerende partij aantoonbare expertise heeft in vergelijkbare grondslag. De expertise dient eruit te bestaan dat men de betonsamenstelling en uitvoering (wijze van trekken, treksnelheid en betontoevoer) weet af te stemmen op de beperkte steundruk van de boorgatwand. Dit om 1) het beton omhoog te kunnen krijgen en het oververbruik te beperken, 2) te komen tot een schachtdoorsnede die zich laat controleren door middel van akoestisch doormeten en 3) te komen tot een paalschacht via welke de belasting op de diepere zandlagen kan worden overgedragen.

Bij dit paalttype bestaat de mogelijkheid om in de hulpbuis een prefab betonnen element te plaatsen via welke de belasting op de diepere zandlagen wordt overgedragen. In dat geval is sprake van een zogenaamde combipaal. De zorg voor wat betreft de slappe lagen is bij een combipaal minder aan de orde.

### Paalafstanden

Het maken van een paal mag de verse schacht van een naburige paal niet beïnvloeden. Wanneer twee palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd moet volgens het CROW Funderingshandboek de onderlinge hart op hart afstand in aanzet ten minste vier maal de paaldiameter bedragen met een minimum van 2 m. Een kleinere afstand is toegestaan indien de tijd tussen het maken van de nieuwe paal en de naburige paal zodanig lang is dat de naburige paal voldoende is uitgehard (minstens 20 uur). Deze richtlijnen vinden hun oorsprong in NVN 6724 "in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel" en de beoordelingsrichtlijn BRL 2356. Deze documenten sluiten voor wat betreft veel aspecten aan op de actuele uitvoeringspraktijk maar zijn formeel ingetrokken.

Bij ontbreken van uitvoeringsexpertise in relatie tot de stijfheid van de grond schrijft NEN-EN 12699 een hart op hart afstand van minimaal zes maal de paaldiameter voor. Bij grond met een lage ongedraineerde schuifsterkte ( $C_u < 50$  KPa) kan de afstand zelfs oplopen tot tien maal de paaldiameter. Tijdens de uitvoering van de palen moet het niveau van de specie in de reeds gemaakte naburige paal worden gecontroleerd. Wanneer er nazakking of oppersing wordt geconstateerd, moet een andere uitvoeringsvolgorde of een langere verhardingstijd worden aangehouden. De paal waarbij oppersing of nazakking is geconstateerd moet, indien geen vervangende paal wordt gemaakt, na verharding worden gecontroleerd.



Overige uitvoeringsaspecten

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

Vastlegging uitvoeringgegevens

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



### Controle

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

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

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

### Boortoezicht

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

### Milieu

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

### Tot slot

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar:

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

September 2021



## INPIJN-BLOKPOEL SPECIALIST IN:

Grondonderzoek  
Geotechnisch laboratoriumonderzoek  
Geotechnisch advies

Geohydrologisch advies  
Monitoring  
Milieutechniek

Voor meer informatie zie: [www.inpijn-blokpoel.com](http://www.inpijn-blokpoel.com)

### Vestiging Son

Ekkersrijt 2058  
5692 BA Son  
(0499) 47 17 92  
[post@inpijn-blokpoel.com](mailto:post@inpijn-blokpoel.com)

### Vestiging Waddinxveen

Mercuriusweg 18  
2741 TA Waddinxveen  
(0182) 61 00 13  
[west@inpijn-blokpoel.com](mailto:west@inpijn-blokpoel.com)

### Vestiging Groningen

Postbus 2601  
9704 CP Groningen  
(088) 012 18 00  
[noord@inpijn-blokpoel.com](mailto:noord@inpijn-blokpoel.com)

### Vestiging Hoofddorp

Kromme Spieringweg 250B  
2141 BR Vijfhuizen  
(023) 565 57 78  
[hoofddorp@inpijn-blokpoel.com](mailto:hoofddorp@inpijn-blokpoel.com)

