



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Feithspark 6 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27 9356 ZG Tolbert  
Netherlands  
Tel. +31 (0)594 51 68 64  
Fax +31 (0)594 51 64 79  
E-mail: [info@wiertsema.nl](mailto:info@wiertsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

## Funderingsadvies

nieuwbouw parkeergarage aan de Mayweg  
te 's-Hertogenbosch

VN-56762-2 | 25 juni 2013



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

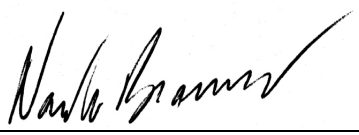
Onderwerp: nieuwbouw parkeergarage aan de Mayweg te 's-Hertogenbosch

Projectnummer: VN-56762-2

Opdrachtgever: Aan de Stegge Twello  
Postbus 69  
7390 AB Twello

Constructeur: JVZ Raadgevend Ingenieursburo BV  
Postbus 26  
7400 AA Deventer

Datum: 25 juni 2013

Opgesteld door:	ing. N. Brouwer / ing. J. Poelstra
Handtekening:	
Documentnummer:	R24207
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	ing. N. Brouwer



<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding en doel .....	4
1.2	Bestaande onderzoeksgegevens.....	4
1.3	Terreinbeschrijving .....	5
1.4	Bouwplan.....	5
1.5	Leeswijzer .....	6
<b>2</b>	<b>Bodemopbouw .....</b>	<b>7</b>
2.1	Beschrijving.....	7
2.2	Grondwaterstanden .....	7
2.3	Parameters.....	7
<b>3</b>	<b>Fundering .....</b>	<b>8</b>
3.1	Advies.....	8
3.2	Gehanteerde uitgangspunten .....	8
3.3	Draagkracht/ trekkracht .....	8
3.4	Horizontale paalbelastingen.....	9
<b>4</b>	<b>Uitvoering .....</b>	<b>11</b>
4.1	Installatie .....	11
4.2	Werkniveau.....	11
4.3	Paalschachtcontrole .....	11
<b>5</b>	<b>Slotopmerking.....</b>	<b>12</b>

## Bijlagen

1	Netto draagvermogen druk
2	Netto trekvermogen
3	Detailberekening paal draagkracht
4	Gedetailleerde samenvattingstabellen
5	Resultaten horizontale paalberekeningen
6	Resultaten berekening horizontale gronddruk op randpalen



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Aan de Stegge Twello en in overleg met JVZ Raadgevend Ingenieursburo bv te Deventer heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners bv een funderingsadvies uitgebracht ten behoeve van de nieuwbouw van een parkeergarage aan de Mayweg te 's-Hertogenbosch.

Het advies is opgesteld aan de hand van het eveneens door ons bureau uitgevoerde grondonderzoek ten behoeve van onderhavig project (zie ons rapport 'Geotechnisch onderzoek' VN-56762-1 R21204, d.d. 19 november 2012). Dit grondonderzoek heeft bestaan uit het verrichten van 27 sonderingen (DKM001 t/m D008, D010 t/m D027 en D029) en een handboring (B001).

De werkzaamheden zijn verricht in aanvulling op de eveneens door ons bureau uitgevoerde oriënterende advieswerkzaamheden zie onze memo met opdrachtnummer VN-54973-1, d.d. 17 november 2011 en ons funderingsadvies VN-54973-2 R18788, d.d. 23 april 2012. In de memo is voor prefab betonnen heipalen de draagkracht weergegeven. In het oriënterende funderingsadvies is in verband met trillingsgevoelige belendingen (woningen aan de Mayweg) een fundering op trillingsvrij aan te brengen palen is uitgewerkt.

Onderliggend advies behandelt de draagkracht van grondverwijderende in de grond gevormde avegaarpalen. Dit advies vervangt het eerder uitgebrachte funderingsadvies VN-56762-1 R22058, d.d. 1 februari 2013 waarin van zowel voor grondverwijderende als grondverdringende in de grond gevormde palen de draagkracht was bepaald.

Volgens opgave van de opdrachtgever is er sprake van vervuilde grond. Bij ons bureau zijn over de aard en omvang van deze vervuiling geen gegevens bekend, ook zijn voor onderhavige situatie geen verdere milieukundige voorwaarden bekend voor het toe te passen paalsysteem.

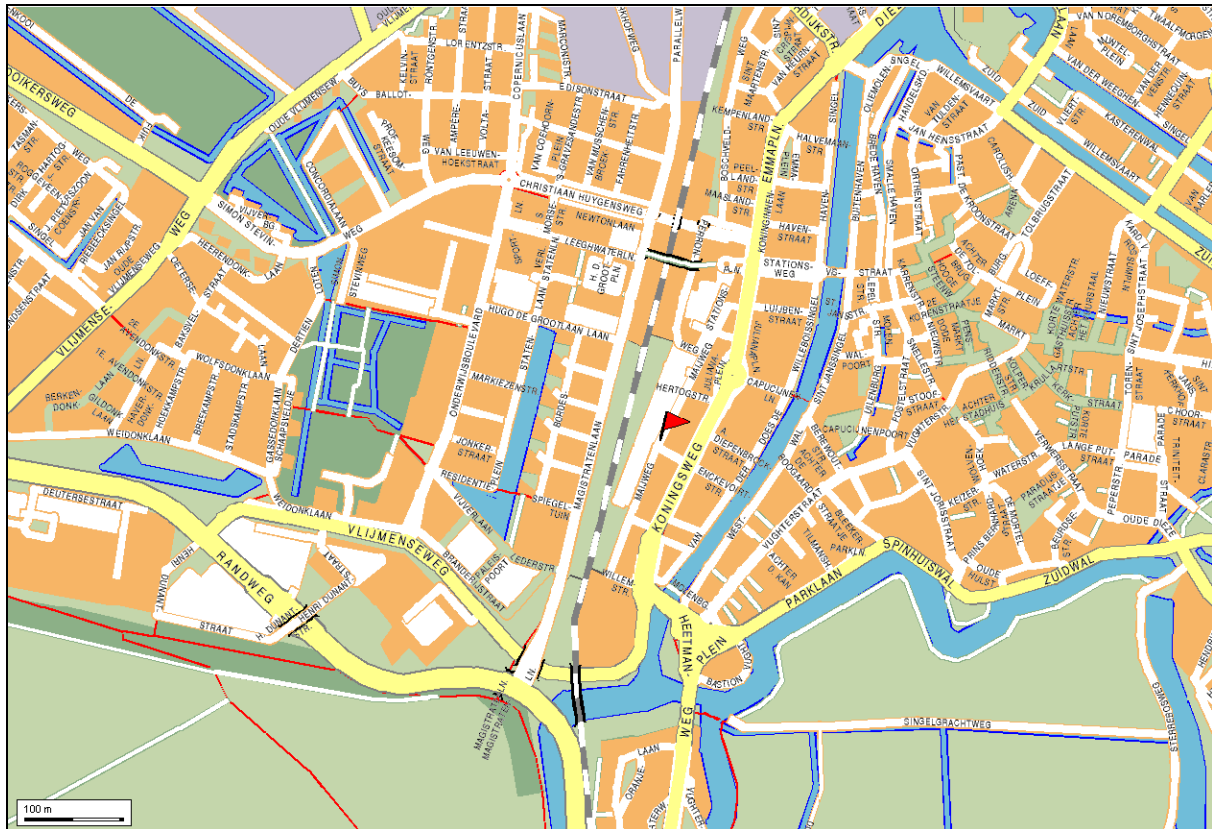
## 1.2 Bestaande onderzoeksgegevens

Dit funderingsadvies is tot stand gekomen op basis van de volgende gegevens:

- ▲ Door Koops Grondmechanica uitgevoerd oriënterend grondonderzoek met opdrachtnummer 11-3232, d.d. 25 augustus 2011. Dit onderzoek heeft bestaan uit 5 sonderingen (D01 t/m D05) en 5 handboringen (HB1 t/m 5) op de beoogde projectlocatie;
- ▲ Door ons bureau uitgevoerd grondonderzoek met opdrachtnummer VN-56762-1, d.d. 19 november 2012;
- ▲ Door opdrachtgever aangeleverde projectgegevens (zie §1.4).

### 1.3 Terreinbeschrijving

De bouwlocatie is gelegen nabij station 's-Hertogenbosch, tussen het spoor en de Mayweg (zie situering in figuur 1.1).

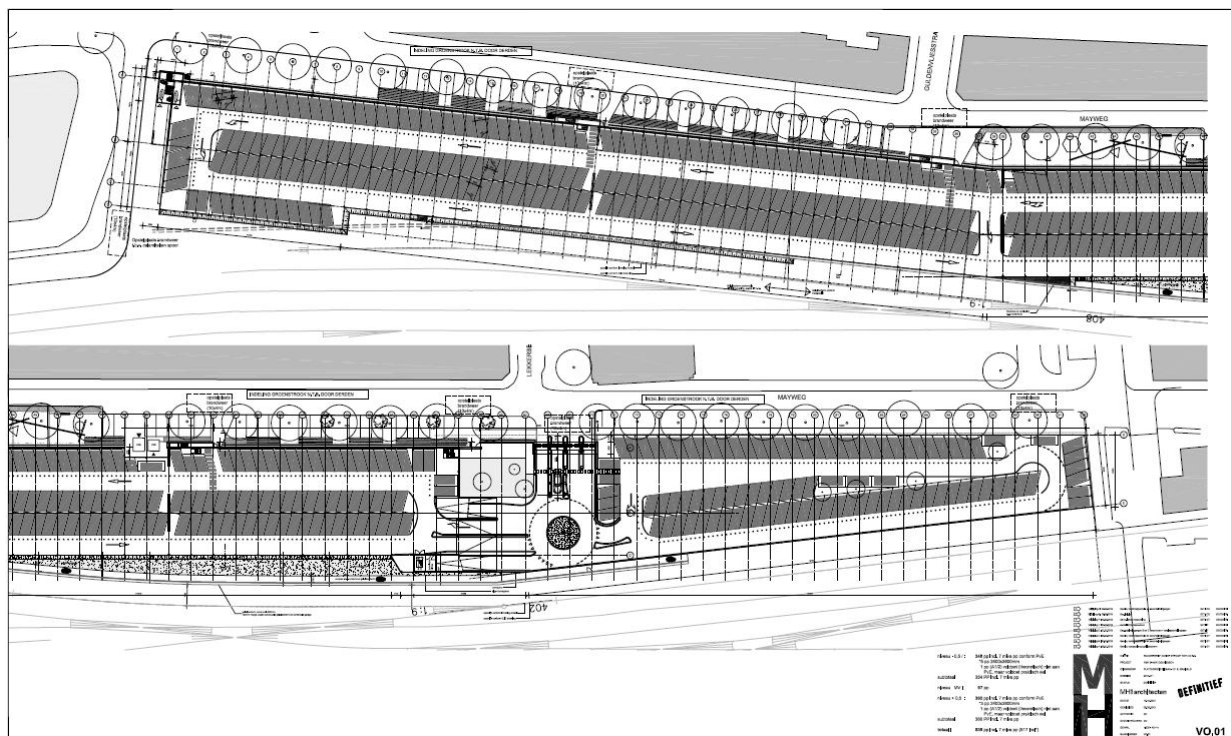


Figuur 1.1 Situering bouw- onderzoekslocatie

Tijdens het grondonderzoek varieerden de maaiveldhoogten te plaatse van de sonderingen en boringen tussen circa N.A.P. +6,78 m en +6,65 m. In dit advies wordt uitgegaan van een geschat gemiddeld maaiveldniveau van N.A.P. +6,7 m.

### 1.4 Bouwplan

Het plan omvat de aanleg van een parkeergarage. De onderste parkeerlaag wordt verdiept aangelegd. Het gebouw beslaat een te bebouwen oppervlakte van ongeveer 24 m × 330 m. Er is sprake van de realisatie van 1 bouwlaag. Het gebouw wordt opgetrokken met een stalen hoofdconstructie. Van de verdiept aan te leggen onderste parkeerlaag bedraagt de bovenkant bestrating circa N.A.P. +5,345 m. In figuur 1.2 is de indeling van de parkeergarage weergegeven.



Figuur 1.2 Indeling parkeergarage

Langs de Maijweg zal de gedeeltelijk verdiepte parkeergarage worden voorzien van grondkerende prefab keerwanden achter de gevelkolommen.

## 1.5 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk volgt in het tweede hoofdstuk de beschrijving van de bodemopbouw. In hoofdstuk 3 wordt de funderingswijze besproken. In hoofdstuk 4 staat de uitvoering beschreven. Tot slot staan in hoofdstuk 5 de slotopmerkingen.

In de bijlagen zijn de overzichten met netto draagvermogens, detailberekening paal draagkracht, de gedetailleerde samenvattingstabellen en de resultaten van de horizontale paalberekeningen opgenomen.



## 2 Bodemopbouw

### 2.1 Beschrijving

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieerde ten tijde van het grondonderzoek van N.A.P. +6,78 m tot +6,65 m.

Het grondonderzoek toont vanaf maaiveld tot N.A.P. +2 m à +1 m een humeus, leemhoudend zandpakket met een zeer losse tot losse pakking. Dan volgt tot N.A.P. +1,0 m à -1,5 m een samendrukbare laag vermoedelijk bestaand uit klei. Vervolgens wordt tot circa N.A.P. -5 m een pakket waargenomen dat naar verwachting bestaat uit los gepakte siltige zanden. Tenslotte wordt tot het maximaal verkende niveau van N.A.P. -13 m een overwegend vast tot zeer vast gepakt zandpakket aangetroffen. De conusweerstand in dit pakket lopen op tot waarden van zeker 30 MPa. In dit pakket komen lokaal scherpe insnijdingen voor in de conusweerstand (tot 2MPa). Deze insnijdingen duiden op de aanwezigheid van kleiige en/of leemhoudende lagen.

### 2.2 Grondwaterstanden

De grondwaterstand werd op 6 november 2012 ter plaatse van boring B001 vastgesteld op een niveau van circa 2,2 m- maaiveld, dit komt ongeveer overeen met een niveau van N.A.P. +4,6 m. Deze waarneming is een momentopname en zegt niets over het verloop van de grondwaterstand over een langere periode.

### 2.3 Parameters

Het bodemprofiel is als volgt geschematiseerd, waarbij is uitgegaan van een bodemprofiel overeenkomend met sondering D005 (maatgevend voor onderhavige situatie).

Tabel 2.1 Geschematiseerd bodemprofiel

Diepte t.o.v. N.A.P. [m]		Grondsoort	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{\text{mod Menard}}$ [MN/m <sup>3</sup> ]
Maaiveld (+6,8)	+1,0	Zand, toplaag	19	27,5	-	2.000
+1,0	-1,5	Klei	15	22,5	1	2.000
-1,5	-5,0	Zand, siltig	19	27,5	-	4.000
-5,0	-15,0	Zand, vast	21	35	-	30.000

$\gamma_{\text{sat}}$  = volumegewicht van met water verzadigde grond;

$\varphi'$  = hoek van inwendige wrijving (gedraineerd);

$c'$  = gedraineerde cohesie;

$E_{\text{mod Menard}}$  = gemiddelde horizontale beddingconstante, inclusief schelpwerking.



## 3 Fundering

### 3.1 Advies

Gezien het aangetroffen bodemprofiel, met los gepakte lagen tot N.A.P. -5 m, adviseren wij de nieuwbouw op palen te funderen. Vanwege trillingsgevoelige belendingen in de omgeving gaat de voorkeur van de opdrachtgever uit naar de toepassing van een fundering op een trillingsvrij aan te brengen palen. In aanmerking komen zowel grondverdringende als grondverwijderende palen. Bij toepassing van grondverwijderende palen (type avegaar) dient rekening te worden gehouden met het risico op welvorming tijdens installatie uit een geheel of gedeeltelijk ontgraven bouwput.

De optredende paal drukbelastingen variëren van circa 200 tot 650 kN (rekenwaarde). Op de paalkop kan een horizontale belasting van circa 40 kN tot 60 kN optreden ten gevolge van botsen. De grondkerende keerwand kan ten gevolge van botsen worden belast tot 75 kN.

In onderhavig advies is op verzoek van de opdrachtgever alleen een fundering op avegaarpalen beschouwd. Bij een grondverwijderende in de grond gevormde avegaarpaal wordt een avegaar met een holle buis, op diepte geschroefd waarna er onder druk mortel of beton door de buis naar beneden wordt gebracht onder gelijktijdig trekken van de avegaar. De toepassing van dit paaltype heeft als voordeel dat trillings- en geluidshinder tot een minimum worden beperkt.

### 3.2 Gehanteerde uitgangspunten

Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- ▲ het project valt in de geotechnische categorie 2;
- ▲ de constructie is beschouwd als zijnde een niet-stijf bouwwerk;
- ▲ het optreden van negatieve kleef is in rekening gebracht tot een niveau van circa N.A.P. +1,0 m à -1,5 m, ondanks het verdiept aanleggen van de parkeervoorziening. Dit in verband met de aanwezigheid van samendrukbare lagen tot voorgenoemd niveau. Een extra bovenbelasting, bijvoorbeeld als gevolg van een terreinophoging, is niet in rekening gebracht;
- ▲ toetsing volgens uiterste grenstoestand houdt in dat voldaan moet worden aan:  $F_{c;d} \leq R_{c,netto;d}$  voor drukpalen en  $F_{t;d} \leq R_{t;d}$  voor trekpalen. Met betrekking tot de vervorming zal in de regel de bruikbaarheidsgrenstoestand volgens NEN 9997-1+C1 bepalend zijn. Deze vervormingen zijn, gezien de zeer geringe vervorming van de palen niet maatgevend;
- ▲ de nieuwbouw wordt niet onderkelderd.

### 3.3 Draagkracht/ trekkracht

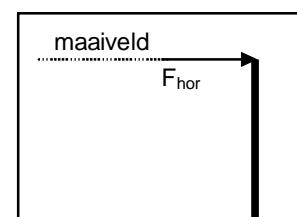
In de tabel in bijlage 1 staat per sondeerpunt, paal(schacht)afmeting en paalpuntniveau de maximale rekenwaarde van de grondmechanische draagkracht aangegeven. Tevens is de maximale rekenwaarde van de maximaal opneembare grondmechanische trekkracht aangegeven (in bijlage 2).



De in de tabellen genoemde rekenwaarden zijn opgebouwd uit de punt- en schachtweerstand en verminderd met de negatieve kleeftbelasting. De berekeningen zijn uitgevoerd conform Eurocode 7 (NEN 9997-1+C1). De genoemde draagkrachten (druk) gelden voor verticaal en centrisc op druk belaste palen. De opgegeven trekdraagvermogens gelden voor alleenstaande, quasi-statisch (wisselend op druk en trek) belaste palen. In bijlage 3 is een detailberekening van de draagkracht (druk) weergegeven, inclusief het last-zakkingsgedrag. Bijlage 4 toont de gedetailleerde samenvattingstabellen. Opgemerkt dient te worden dat de palen niet zijn gecontroleerd op de slankheid en de maximale (beton)spanning in de paalschacht.

### 3.4 Horizontale paalbelastingen

Volgens opgave van de constructeur worden op de funderingspalen naast verticale drukbelasting tevens horizontale krachten uitgeoefend, waarbij in de palen buigende momenten ontstaan, terwijl een uitbuiging van de paalschacht plaatsvindt.



Er is gebruik gemaakt van het computerprogramma D-SheetPiling versie 9.2 van Delft Geosystems, waarbij de paal wordt beschouwd als een verend ondersteunde ligger. De dwarskrachten, momenten en verplaatsingen zijn berekend (elastoplastisch, 1-dimensionaal). Gerekend is met representatieve parameters voor zowel de grond als de palen. Op verzoek van de constructie-adviseur is de berekening uitgevoerd voor palen waarvan de verbinding tussen de paalkop en de bovenliggende constructie zowel rotatievast en translatievrij is, als een verbinding die rotatievrij en translatievrij is.

Aangezien momenteel geen genormeerde berekeningen voorhanden zijn voor de horizontale paalbelastingen, zijn traditionele methoden gebruikt. Hierbij is gerekend met representatieve krachten en niet met rekenwaarden. Daarnaast geldt dat de berekende waarden gelden voor een statische belastingsituatie.

In overleg met de constructeur is aangenomen dat er avegaarpalen  $\varnothing$  350 mm en  $\varnothing$  450 mm worden toegepast, met een puntniveau van tenminste N.A.P. -6,0 m. Vanuit de bovenbouw zullen op de palen  $\varnothing$  350 mm horizontale krachten van ongeveer 40 kN (representatieve waarde) op de paalkop optreden. Op de palen  $\varnothing$  450 mm kunnen horizontale krachten van ongeveer 60 kN (representatieve waarde) op de paalkop optreden. In de volgende tabel 3.1 zijn de gehanteerde paalgegevens aangegeven. Met betrekking tot de staalkwaliteit en elasticiteitsmodulus is een aanname gedaan.

Tabel 3.1 Paalgegevens

		Avegaarpaal	Avegaarpaal
Paaldiameter	[mm]	$\varnothing$ 350	$\varnothing$ 450
Traagheidsmoment	[mm <sup>4</sup> ]	$7,366 \times 10^8$	$20,129 \times 10^8$
Elasticiteitsmodulus (gescheurde betondoorsnede B35)	[N/mm <sup>2</sup> ]	$10,00 \times 10^3$	$10,00 \times 10^3$
Buigstijfheid (gescheurde betondoorsnede B35)	[kNm <sup>2</sup> ]	$7,366 \times 10^3$	$20,129 \times 10^3$
Elasticiteitsmodulus (ongescheurde betondoorsnede B35)	[N/mm <sup>2</sup> ]	$31,00 \times 10^3$	$31,00 \times 10^3$
Buigstijfheid (ongescheurde betondoorsnede B35)	[kNm <sup>2</sup> ]	$22,835 \times 10^3$	$62,400 \times 10^3$



Als maatgevende situatie is een berekening verricht voor een alleenstaande paal die loodrecht op de as wordt belast door een horizontale kracht.

Tabel 3.2 Resultaten paalberekening Ø350 mm

Avegaarpalen Ø 350 mm	Inheiveau (in m tov N.A.P.)	Max. dwars- kracht (kN)	Max. moment (kNm)	Max. verplaat- sing (mm)
Gescheurd kop rotatie vrij	-6,0	40	37,6	22,6
Gescheurd kop rotatie vast	-6,0	40	36,8	6,1
Ongesch. kop rotatie vrij	-6,0	40	39,1	11,7
Ongesch. kop rotatie vast	-6,0	40	44,9	4,1

Tabel 3.3 Resultaten paalberekening Ø450 mm

Avegaarpalen Ø 450 mm	Inheiveau (in m tov N.A.P.)	Max. dwars- kracht (kN)	Max. moment (kNm)	Max. verplaat- sing (mm)
Gescheurd kop rotatie vrij	-6,0	60	72,5	30,4
Gescheurd kop rotatie vast	-6,0	60	75,8	9,6
Ongesch. kop rotatie vrij	-6,0	60	76,8	17,3
Ongesch. kop rotatie vast	-6,0	60	94,3	6,7

Van de uitgevoerde paalberekeringen zijn het verloop van de momenten, dwarskrachten en verplaatsingen in de paal weergegeven in bijlage 5.

De berekende horizontale gronddruk ter plaatse van de grondkerende prefab keerwanden is opgenomen in bijlage 6.



## 4 Uitvoering

### 4.1 Installatie

Bij het op diepte brengen van de avegaarpalen adviseren wij een zo laag mogelijke schraapfactor te hanteren. Op deze wijze wordt de hoeveelheid af te voeren grond, alsmede de ontspanning in de ondergrond tot een minimum beperkt. De schraapfactor is het aantal omwentelingen van de avegaar dat nodig is om de avegaar over de lengte van  $1 \times$  de spoed te doen zakken.

### 4.2 Werkniveau

In het algemeen kan worden gesteld dat, teneinde ieder risico op welvorming te voorkomen, grondverwijderende paalsystemen gemaakt dienen te worden vanaf een zodanig werkniveau dat de stijghoogte van het grondwater in dieper gelegen watervoerende lagen niet reikt tot boven de grondwaterstand in bovenliggende lagen en/of het werkniveau. Dit geldt alleen over het traject van de toe te passen paallengte. Van een dergelijke situatie kan sprake zijn indien in de grond gevormde palen worden geplaatst vanuit bijvoorbeeld een ontgraven bouwput of in poldersituaties.

Wij adviseren dan ook alvorens een dergelijk paaltype wordt aangebracht de stijghoogten van de watervoerende lagen te verifiëren, opdat tijdig op eventueel nadelige gevolgen kan worden ingespeeld. Dit kan bijvoorbeeld middels het opvragen van stijghoogtegegevens van in de nabijheid van het werk aanwezige peilbuizen welke door TNO worden beheerd. Tevens is het plaatsen van een één of meer peilfilters op het werk zelf een zeer nauwkeurige optie om informatie omtrent de heersende stijghoogtes te verkrijgen. Eventueel kan het achterhalen van deze gegevens ook door ons bureau worden verzorgd.

### 4.3 Paalschachtcontrole

Na installatie van in de grond gevormde palen (zoals het type avegaarpaal) adviseren wij de paalschachten op afwijkingen te laten controleren middels het uitvoeren van akoestische doormetingen. Dergelijke metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden uitgevoerd.

Zoals reeds aangegeven in H3 'Bodemopbouw' kenmerkt de bodemopbouw zich door de aanwezigheid van los gepakte toplagen, waaronder een zandige kleilaag van N.A.P. +1,0 m tot -1,5 m. Bij de toepassing van een grondverwijderend paalsysteem, zoals het type avegaarpaal, in de aangetroffen bodemopbouw kan de aanwezigheid van slappe lagen resulteren in afwijkingen van de paalschacht. De palen kunnen mogelijk enigszins 'uitdijen' in de kleilagen. Dit uitdijen zal resulteren in een toename van het betonverbruik en een discontinuïteit in de paalschacht. Echter, het uitdijen van de paal heeft geen nadelige gevolgen voor de functionaliteit van de paal.



## 5 Slotopmerking

Indien in de loop van het project veranderingen optreden in het beschreven bouwplan of in de in dit advies gehanteerde uitgangspunten verzoeken wij u contact met ons bureau op te nemen, zodat wij ons rapport hierop kunnen toetsen.



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS  


# Bijlage 1



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

**OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN; AVEGAARPALEN**

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld		R <sub>c; netto;d</sub> [kN]			
	niveau	paalpunt niveau	a300	a350	a400	a450
1	6.77	-5.00	218	300	396	505
		-5.50	195	275	371	488
		-6.00	378	516	670	843
		-6.50	499	687	907	1158
2	6.74	-5.00	317	463	618	790
		-5.50	461	642	854	1096
		-6.00	535	727	837	807
		-6.50	442	456	568	730
3	6.77	-6.00	295	406	534	680
		-6.50	333	481	669	889
		-7.00	640	863	1119	1409
4	6.74	-5.00	382	520	680	866
		-5.50	388	531	694	879
		-6.00	385	523	683	864
		-6.50	442	594	770	969
5	6.76	-5.50	347	512	694	893
		-6.00	376	526	701	900
		-6.50	497	563	592	715
		-7.00	317	434	571	727
DKM001	6.71	-6.00	236	342	482	658
-6.50		362	492	639	806	
-7.00		431	615	848	1142	
D002	6.70	-6.00	546	657	794	918
		-6.50	407	559	731	925
		-7.00	340	456	590	742
D003	6.69	-6.00	269	356	455	566
		-6.50	280	367	467	586
		-7.00	332	435	551	680
D004	6.75	-5.00	234	316	412	523
		-5.50	338	453	585	733
		-6.00	350	464	595	741
		-6.50	502	629	806	1004
D005	6.72	-6.00	277	372	486	626
		-6.50	550	729	932	1160
		-7.00	650	887	1172	1510
DKM006	6.72	-5.50	448	600	775	972
		-6.00	446	593	760	948
		-6.50	664	885	1138	1421
		-7.00	711	952	1233	1558
D007	6.69	-6.00	327	446	584	743
		-6.50	436	582	750	938
		-7.00	597	807	1049	1328
D008	6.71	-6.50	296	405	530	672
		-7.00	616	852	1126	1439
		-7.50	668	903		
D010	6.71	-5.00	185	292	433	603
		-5.50	363	449	591	754
		-6.00	335	457	597	756
		-6.50	352	476	616	772
D011	6.73	-5.00	260	348	448	560
		-5.50	277	368	472	591
		-6.00	519	692	890	1113
		-6.50	627	834	1071	1336
DKM012	6.74	-6.00	125	184	259	350
		-6.50	198	271	355	450
		-7.00	270	399	558	750



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		$R_{c; netto;d}$ [kN]			
	niveau	niveau	a300	a350	a400	a450
D013	6.77	-5.50	213	296	381	479
		-6.00	231	308	396	494
		-6.50	241	317	404	501
		-7.00	280	387	516	663
D014	6.70	-6.00	230	302	382	472
		-6.50	437	580	743	926
		-7.00	718	983	1265	1430
D015	6.70	-6.00	219	301	403	522
		-6.50	515	680	873	1090
		-7.00	510	676	869	1096
D016	6.75	-6.00	177	281	410	567
		-6.50	630	879	1149	1451
		-7.00	675	911	1183	1490
D017	6.78	-6.00	270	365	482	628
		-6.50	421	564	699	862
		-7.00	415	553	710	837
DKM018	6.75	-6.00	233	338	470	627
		-6.50	323	436	565	712
		-7.00	522	718	944	1201
D019	6.72	-6.00	237	334	447	565
		-6.50	377	515	679	870
		-7.00	550	729	936	831
DKM020	6.72	-5.00	490	553	719	904
		-5.50	422	563	725	906
		-6.00	327	429	545	674
		-6.50	703	967	1272	1590
D021	6.66	-5.50	464	657	890	1151
		-6.00	535	727	949	1141
		-6.50	462	590	728	916
		-7.00	434	580	747	935
D022	6.73	-6.50	223	325	415	496
		-7.00	238	325	432	553
		-7.50	235	321	420	533
DKM023	6.65	-5.50	299	425	573	739
		-6.00	303	428	590	792
		-6.50	593	815	1073	1366
		-7.00	618	845	1107	1404
DKM024	6.70	-5.00	387	495	643	815
		-5.50	360	487	632	796
		-6.00	345	461	594	744
		-6.50	477	654	865	1114
D025	6.75	-5.50	244	373	532	720
		-6.00	461	621	805	1016
		-6.50	653	880	1147	1452
		-7.00	719	963	1241	1556
DKM026	6.73	-5.50	445	600	779	981
		-6.00	521	707	926	1178
		-6.50	713	955	1074	1193
		-7.00	579	754	970	1225
D027	6.68	-5.50	405	574	775	1008
		-6.00	602	820	1071	1358
		-6.50	645	876	1143	1445
		-7.00	671	906	1177	1483
D029	6.71	-5.50	449	610	797	1008
		-6.00	446	607	799	1027
		-6.50	689	928	1202	1511
		-7.00	715	958	1236	1549



# Bijlage 2



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



**OVERZICHT NETTO TREKDRAAGVERMOGEN (wisselend); AVEGAARPALEN**

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c; netto; d}$ [kN]			
			a300	a350	a400	a450
1	6.77	-5.00	54	65	77	89
		-5.50	64	76	90	103
		-6.00	74	89	104	119
		-6.50	86	102	120	137
2	6.74	-5.00	43	52	62	72
		-5.50	54	66	77	90
		-6.00	66	79	93	108
		-6.50	78	93	109	126
3	6.77	-6.00	59	71	83	96
		-6.50	70	84	99	114
		-7.00	82	98	115	132
4	6.74	-5.00	50	60	71	83
		-5.50	62	74	87	101
		-6.00	74	88	103	119
		-6.50	85	102	119	137
5	6.76	-5.50	34	42	50	59
		-6.00	46	55	66	77
		-6.50	57	69	82	95
		-7.00	69	83	97	113
DKM001	6.71	-6.00	64	77	90	104
		-6.50	75	90	106	122
		-7.00	87	104	121	140
D002	6.70	-6.00	54	65	77	89
		-6.50	66	79	93	107
		-7.00	77	93	109	125
D003	6.69	-6.00	63	76	89	103
		-6.50	72	87	101	117
		-7.00	81	97	113	131
D004	6.75	-5.00	66	79	93	107
		-5.50	76	90	106	121
		-6.00	87	103	121	138
		-6.50	97	116	135	154
D005	6.72	-6.00	74	88	103	119
		-6.50	83	100	116	134
		-7.00	95	113	132	152
DKM006	6.72	-5.50	61	73	85	99
		-6.00	72	86	101	117
		-6.50	84	100	117	135
		-7.00	96	114	133	153
D007	6.69	-6.00	59	71	83	96
		-6.50	70	84	99	114
		-7.00	82	98	114	132
D008	6.71	-6.50	64	77	91	105
		-7.00	75	90	106	122
		-7.50	87	104	122	140
		-5.00	36	44	53	62
D010	6.71	-5.50	47	57	68	79
		-6.00	59	71	83	97
		-6.50	71	85	99	115
		-5.00	54	65	77	89
D011	6.73	-5.50	64	76	90	103
		-6.00	73	88	103	118
		-6.50	85	102	119	136
		-6.00	56	67	79	92
DKM012	6.74	-6.50	64	77	90	105
		-7.00	73	87	103	118



---

**OVERZICHT NETTO TREKDRAAGVERMOGEN (wisselend); AVEGAARPALEN**


---

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c, netto; d}$ [kN]			
			a300	a350	a400	a450
D013	6.77	-5.50	54	66	77	90
		-6.00	63	76	89	103
		-6.50	73	87	102	117
		-7.00	80	96	112	129
D014	6.70	-6.00	68	82	96	111
		-6.50	76	91	107	123
		-7.00	87	104	122	140
D015	6.70	-6.00	66	79	92	107
		-6.50	74	88	103	119
		-7.00	85	102	119	137
D016	6.75	-6.00	52	63	74	86
		-6.50	62	74	87	101
		-7.00	73	88	103	119
D017	6.78	-6.00	53	64	76	88
		-6.50	64	77	90	105
		-7.00	76	91	106	123
DKM018	6.75	-6.00	64	77	90	104
		-6.50	74	88	104	119
		-7.00	85	101	118	136
D019	6.72	-6.00	66	79	93	108
		-6.50	75	90	105	121
		-7.00	87	104	121	139
DKM020	6.72	-5.00	73	88	102	118
		-5.50	85	101	118	136
		-6.00	97	115	134	153
		-6.50	107	127	148	169
D021	6.66	-5.50	42	51	61	71
		-6.00	54	65	76	89
		-6.50	65	78	92	107
		-7.00	77	92	108	124
D022	6.73	-6.50	44	54	64	75
		-7.00	56	68	80	93
		-7.50	68	82	96	111
DKM023	6.65	-5.50	61	73	86	99
		-6.00	72	87	101	117
		-6.50	84	100	117	135
		-7.00	96	114	133	153
DKM024	6.70	-5.00	49	59	70	81
		-5.50	60	72	85	98
		-6.00	71	85	99	114
		-6.50	82	98	115	132
D025	6.75	-5.50	54	65	77	89
		-6.00	64	77	91	105
		-6.50	76	91	107	123
		-7.00	88	105	122	141
DKM026	6.73	-5.50	61	73	86	99
		-6.00	73	87	102	117
		-6.50	84	101	118	135
		-7.00	96	114	133	153
D027	6.68	-5.50	62	74	87	100
		-6.00	73	88	103	118
		-6.50	85	101	119	136
		-7.00	97	115	134	154
D029	6.71	-5.50	59	71	83	96
		-6.00	71	85	99	114
		-6.50	82	98	115	132
		-7.00	94	112	131	150



# Bijlage 3



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

**DETAIL BER. DRAAGVERMOGEN a450; D029; N.A.P.-6.00****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : D029
- gehanteerde paal : A450
- paalpuntniveau : N.A.P.-6.00 m
- traject positieve kleef : N.A.P. -1.50 m  
tot: N.A.P. -6.00 m

**Maximale draagkracht van de paalpunt**

De maximale puntweerstand volgens art. 7.6.2.3 (e) bedraagt :

$$q_{b;max} = 0.5 * \alpha_p * \beta * s * ((q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem})/2 + q_{c;III;gem})$$

$$= 10.324 \text{ MPa}$$

waarin :	in dit geval :
$q_{c;I;gem}$ = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I	= 23.82 MPa
$q_{c;II;gem}$ = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject II	= 23.80 MPa
$q_{c;III;gem}$ = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject III	= 2.00 MPa
$\alpha_p$ = paalklassefactor	= 0.80 -
$\beta$ = factor voor de paalvoetvorm	= 1.00 -
$\varphi$ = hoek van de inwendige wrijving	= 40.0 -
$r$ = verhouding b/a	= 1.00 -
$s$ = factor voor de vorm van de voet	= 1.00 -

Voor een uitgebreide beschrijving van het bepalen van de gemiddelde conusweerstand in de gebieden I, II en III wordt verwezen naar art. 7.6.2.3 (e) in de norm.

De maximale draagkracht van de paalpunt volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{b;cal;max;i} = A_b * q_{b;max;i}$$

$$= 1642 \text{ kN}$$

waarin :	in dit geval :
$A_b$ = oppervlak van de paalvoet	= 0.1590 m <sup>2</sup>

**Maximale paalschachtwrijving**

De maximale paalschachtwrijving volgens art. 7.6.2.3 (i) bedraagt:

$$q_{s;max;z} = \alpha_s * q_{c;z;a}$$

De maximale schachtwrijvingskracht volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{s;cal;max;i} = O_{s;\Delta l;gem} * \sum q_{s;max;z;i} * d_z$$

$$= 335 \text{ kN}$$



**Per laag**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Nr Laag	Nivo [m]	$O_{s;gem}$ [m <sup>2</sup> ]	$\alpha_s$	Perc. [%]	$q_{c;z;ia}$ [MPa]	$q_{s;max}$ [MPa]	$d_z$ [m]	$R_{c;cal}$ [kN]
--	-1.50	--	--	--	--	--	--	--
1 Zand - Zwak siltig - Kleiig	-5.00	1.41	0.0060	100	7.66	0.046	3.50	227.5
2 Zand - Schoon - Vast	-6.00	1.41	0.0060	100	12.71	0.076	1.00	107.8
totaal		1.41	0.0060		8.79	0.053	4.50	335.4

**Maximale draagkracht**

De maximale draagkracht van de paal volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{c;cal;i} = R_{b;cal;max;i} + R_{s;cal;max;i}$$

$$= 1977 \text{ kN } (=1642 + 335)$$

De representatieve waarde van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 7.6.2.3 bedraagt:

$$R_{c;k} = \min(R_{c;cal;gem} / x_3 \text{ (gem)}, R_{c;cal;min} / x_4 \text{ (min)})$$

$$= 1424 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

$$\xi_3 \text{ (gem)} = \text{factor volgens art. A.3.3.3} = 1.39 \text{ -}$$

$$\xi_4 \text{ (min)} = \text{factor volgens art. A.3.3.3} = 1.39 \text{ -}$$

Voor de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 2.4.7.3.3 worden aangehouden :

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_R$$

$$= 1186 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

$$\gamma_R = \text{partiële weerstandsfactor volgens art. A.3.3.2}$$

$$\text{tabel A.6, A.7 of A.8} = 1.20 \text{ -}$$



**DETAIL BER. NEGATIEVE KLEEF a450; D029; N.A.P.-6.00****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering	: D029
- gehanteerde paal	: A450
- paalpuntniveau	: N.A.P. -6.00 m
- paalkopniveau	: N.A.P. 6.00 m
- traject negatieve kleef	: N.A.P. 6.71 m
	tot : N.A.P. -0.50 m
- $P_{sur;rep}$	: 13.49 kN/m <sup>2</sup>

**Berekening negatieve kleef**

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleefbelasting v.e. alleenstaande paal volgens art. 7.3.2.2 (d) bedraagt:

$$F_{nk;rep} = O_{s;gem} * \sum d_j * K_{0;j;k} * \tan \delta_{j;k} * (\sigma'_{v;j-1;rep} + \sigma'_{v;j;rep}) / 2.0$$

$$= -159.6 \text{ kN}$$

waarin :

$O_{s;gem}$	= omtrek van de dwarsdoorsnede van de paalschacht
$d_j$	= de dikte van de grondlaag i
$K_{0;j;k}$	= de representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i
$\delta_{j;rep}$	= de representatieve waarde van de wrijvingshoek
$\sigma'_{v;j;rep}$	= de representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag j

**Per laag**

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Nr	Laag	Nivo [m]	Hoogte [m]	$O_{s;gem}$ [m <sup>1</sup> ]	$K_{0;j} * \tan(\delta_i)$	$\sigma'_{v;j;rep}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
--	----	6.00	--	--	--	13.49
1	Zand - Sterk siltig - Kleiig	4.50	1.50	1.41	0.33	41.99
2	Zand - Sterk siltig - Kleiig	1.50	3.00	1.41	0.33	74.99
3	Klei - Organisch - Matig	-0.50	2.00	1.41	0.25	86.99

**Rekenwaarde**

De rekenwaarde van de maximale negatieve kleefbelasting van een alleenstaande paal bedraagt :

$$F_{nk;d} = F_{nk;rep} * \gamma_{f;nk} = -159.6 \text{ kN}$$

waarin :

$\gamma_{f;nk}$	= belastingfactor voor de negatieve kleef (art. 7.3.2.2 (b))
-----------------	---

in dit geval :

1.0 -

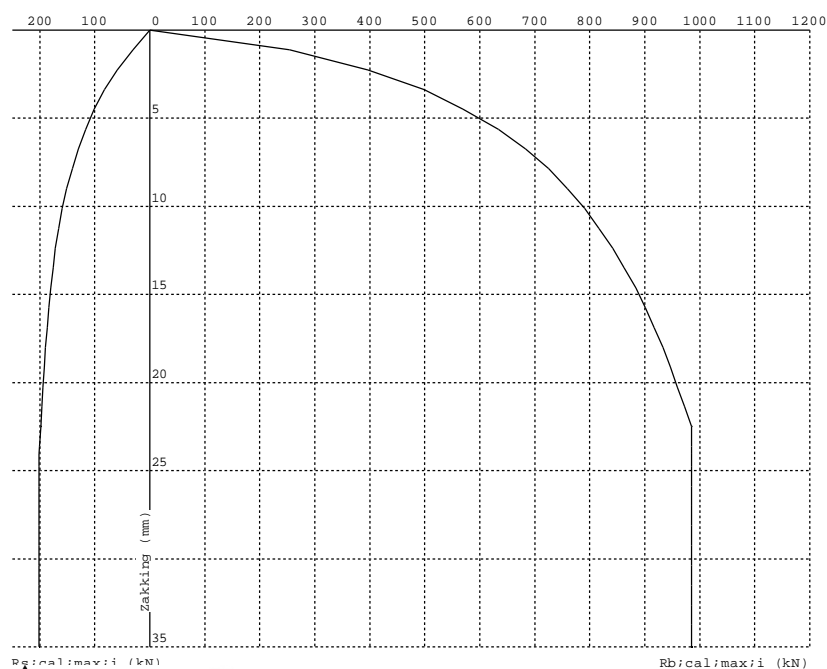


**LAST\_ZAKKINGSDIAGRAM a450****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : D029
- gehanteerde paal : A450
- paalpuntniveau : N.A.P. -6.00 m

**Last-zakkingsgedrag paal**

paalzakking (mm)					draagvermogen 1B (kN)					paalzakking (mm)					draagvermogen 2 (kN)					
voet		kop		punt	wrijving	totaal	voet		kop		punt	wrijving	totaal	voet		kop		punt	wrijving	totaal
0.0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	0
1.1	2.2	254	31	285	1.1	2.4	305	37	342	2.2	3.9	396	59	455	2.2	4.3	476	71	546	
2.2	3.9	396	59	455	3.4	5.5	499	82	581	3.4	5.9	499	82	581	3.4	5.9	598	99	697	
3.4	5.5	499	82	581	4.5	7.0	570	101	671	4.5	7.5	570	101	671	4.5	7.5	684	121	805	
4.5	7.0	570	101	671	5.6	8.4	634	116	750	5.6	8.9	634	116	750	5.6	8.9	761	139	900	
5.6	8.4	634	116	750	6.7	9.7	683	130	813	6.7	10.3	683	130	813	6.7	10.3	820	156	975	
6.7	9.7	683	130	813	7.9	11.0	725	141	866	7.9	11.7	725	141	866	7.9	11.7	870	169	1039	
7.9	11.0	725	141	866	9.0	12.3	760	151	911	9.0	13.0	760	151	911	9.0	13.0	912	182	1093	
9.0	12.3	760	151	911	10.1	13.6	790	159	950	10.1	14.3	790	159	950	10.1	14.3	949	191	1140	
10.1	13.6	790	159	950	11.2	14.8	816	166	982	11.2	15.6	816	166	982	11.2	15.6	980	199	1179	
11.2	14.8	816	166	982	12.4	16.1	841	172	1013	12.4	16.8	841	172	1013	12.4	16.8	1010	206	1216	
12.4	16.1	841	172	1013	13.5	17.3	862	176	1038	13.5	18.1	862	176	1038	13.5	18.1	1035	211	1246	
13.5	17.3	862	176	1038	14.6	18.5	884	180	1064	14.6	19.3	884	180	1064	14.6	19.3	1060	216	1276	
14.6	18.5	884	180	1064	15.7	19.7	900	183	1084	15.7	20.5	900	183	1084	15.7	20.5	1081	220	1301	
15.7	19.7	900	183	1084	16.9	20.9	917	187	1103	16.9	21.7	917	187	1103	16.9	21.7	1100	224	1324	
16.9	20.9	917	187	1103	18.0	22.1	933	190	1123	18.0	22.9	933	190	1123	18.0	22.9	1120	228	1347	
18.0	22.1	933	190	1123	19.1	23.3	947	192	1139	19.1	24.1	947	192	1139	19.1	24.1	1136	231	1366	
19.1	23.3	947	192	1139	20.2	24.5	960	194	1154	20.2	25.3	960	194	1154	20.2	25.3	1151	233	1385	
20.2	24.5	960	194	1154	21.4	25.6	972	196	1169	21.4	26.5	972	196	1169	21.4	26.5	1167	236	1403	
21.4	25.6	972	196	1169	22.5	26.8	985	198	1184	22.5	27.7	985	198	1184	22.5	27.7	1182	238	1420	
22.5	26.8	985	198	1184	22.5	26.8	985	198	1184	22.5	27.7	985	198	1184	22.5	27.7	1182	238	1420	
22.5	26.8	985	198	1184	23.6	28.0	985	200	1186	23.6	28.8	985	200	1186	23.6	28.8	1182	241	1423	
23.6	28.0	985	200	1186	24.1	28.4	985	201	1186	24.1	29.3	985	201	1186	24.1	29.3	1182	241	1424	
24.1	28.4	985	201	1186	112.5	116.8	985	201	1186	112.5	117.7	985	201	1186	112.5	117.7	1182	241	1424	
112.5	116.8	985	201	1186																

**Last-zakkingsdiagram grenstoestand 1B**

**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS



# Bijlage 4



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



**SAMENVATTINGSTABEL Ø300****Uitgangspunten**

- paal	:	A300
- paaltype	:	Avegaarpaal
- schachtafmeting	:	300 mm
Paalklassefactor $\alpha_p$	:	0.80
Factor $\alpha_s$ (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.006 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Factor $\xi_{gem}$	:	1.39
Factor $\xi_{min}$	:	1.39

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_b$ [kN]	$R_s$ [kN]	$R_{ccg}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
1	6.77	-5.50	352.2	114.8	466.9	280.1	-84.8	195.4
		-6.00	619.9	151.7	771.6	463.0	-84.8	378.2
		-6.50	779.3	194.1	973.5	584.1	-84.8	499.3
2	6.74	-5.50	796.7	143.3	939.9	564.0	-103.2	460.8
		-6.00	878.2	185.7	1063.9	638.3	-103.2	535.2
		-6.50	680.8	228.1	908.9	545.3	-103.2	442.2
3	6.77	-6.00	550.4	82.8	633.2	379.9	-84.7	295.3
		-6.50	570.8	125.2	696.0	417.6	-84.7	332.9
		-7.00	1039.8	167.6	1207.4	724.5	-84.7	639.8
4	6.74	-5.50	653.2	120.4	773.7	464.2	-76.7	387.5
		-6.00	605.8	162.9	768.7	461.2	-76.7	384.5
		-6.50	658.7	205.3	864.0	518.4	-76.7	441.7
5	6.76	-6.00	751.1	96.1	847.3	508.4	-132.3	376.1
		-6.50	910.0	138.5	1048.6	629.1	-132.3	496.9
		-7.00	567.4	180.9	748.3	449.0	-132.3	316.7
DKM001	6.71	-6.50	607.8	104.9	712.7	427.6	-65.2	362.4
		-7.00	679.4	147.3	826.8	496.1	-65.2	430.8
D002	6.70	-6.50	702.6	83.8	786.4	471.8	-65.0	406.9
		-7.00	548.1	126.2	674.3	404.6	-65.0	339.6
D003	6.69	-6.50	346.9	227.8	574.7	344.8	-65.0	279.8
		-7.00	403.1	259.4	662.5	397.5	-65.0	332.5
D004	6.75	-5.50	501.5	203.8	705.3	423.2	-85.1	338.1
		-6.00	481.1	243.7	724.8	434.9	-85.1	349.8
		-6.50	697.0	281.6	978.6	587.2	-85.1	502.1
D005	6.72	-6.50	742.6	269.8	1012.4	607.4	-57.1	550.3
		-7.00	866.7	312.2	1178.8	707.3	-57.1	650.2
DKM006	6.72	-6.00	622.8	229.6	852.3	511.4	-65.5	445.9
		-6.50	944.4	272.0	1216.3	729.8	-65.5	664.3
		-7.00	979.6	314.4	1294.0	776.4	-65.5	710.9
D007	6.69	-6.50	629.8	219.5	849.3	509.6	-73.4	436.2
		-7.00	855.6	261.9	1117.5	670.5	-73.4	597.1
D008	6.71	-7.00	1017.4	135.5	1152.9	691.7	-75.3	616.5
		-7.50	1060.3	177.9	1238.2	742.9	-75.3	667.7
D010	6.71	-5.50	661.6	88.2	749.8	449.9	-86.6	363.3
		-6.00	572.4	130.6	703.0	421.8	-86.6	335.2
		-6.50	558.6	173.0	731.6	438.9	-86.6	352.4
D011	6.73	-5.50	372.3	193.9	566.2	339.7	-62.7	277.0
		-6.00	741.1	229.1	970.2	582.1	-62.7	519.5
		-6.50	877.6	271.5	1149.1	689.4	-62.7	626.8
DKM012	6.74	-6.50	365.6	116.8	482.4	289.5	-91.0	198.4
		-7.00	453.7	148.8	602.5	361.5	-91.0	270.5



**SAMENVATTINGSTABEL Ø300**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_b$ [kN]	$R_s$ [kN]	$R_{ccg}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
D013	6.77	-6.00	327.9	188.9	516.8	310.1	-79.0	231.1
		-6.50	310.8	222.3	533.0	319.8	-79.0	240.9
		-7.00	349.2	249.1	598.3	359.0	-79.0	280.0
D014	6.70	-6.50	600.4	236.8	837.2	502.3	-65.0	437.4
		-7.00	1029.4	276.0	1305.4	783.2	-65.0	718.3
D015	6.70	-6.50	722.5	226.2	948.6	569.2	-53.9	515.3
		-7.00	671.6	268.3	939.9	563.9	-53.9	510.1
D016	6.75	-6.50	1027.3	152.8	1180.1	708.0	-78.4	629.7
		-7.00	1060.3	195.2	1255.5	753.3	-78.4	674.9
D017	6.78	-6.50	630.4	197.1	827.5	496.5	-75.9	420.6
		-7.00	579.1	239.5	818.6	491.2	-75.9	415.3
DKM018	6.75	-6.50	506.8	156.1	662.9	397.8	-75.1	322.7
		-7.00	800.9	195.0	995.9	597.5	-75.1	522.5
D019	6.72	-6.50	562.3	226.3	788.5	473.1	-96.5	376.7
		-7.00	809.8	268.4	1078.2	646.9	-96.5	550.5
DKM020	6.72	-5.50	607.4	260.9	868.2	520.9	-98.9	422.1
		-6.00	406.8	303.3	710.1	426.1	-98.9	327.2
		-6.50	996.6	340.5	1337.2	802.3	-98.9	703.4
D021	6.66	-6.00	882.1	151.4	1033.4	620.1	-84.8	535.2
		-6.50	717.0	193.8	910.8	546.5	-84.8	461.7
		-7.00	629.2	236.2	865.4	519.3	-84.8	434.4
D022	6.73	-7.00	478.2	57.9	536.1	321.7	-83.6	238.1
		-7.50	430.5	100.3	530.8	318.5	-83.6	234.9
DKM023	6.65	-6.00	619.7	42.3	661.9	397.2	-94.4	302.7
		-6.50	1060.3	84.7	1144.9	687.0	-94.4	592.5
		-7.00	1060.3	127.1	1187.4	712.4	-94.4	618.0
DKM024	6.70	-5.50	566.5	184.4	750.9	450.5	-90.1	360.4
		-6.00	502.1	223.3	725.3	435.2	-90.1	345.1
		-6.50	679.4	265.3	944.8	566.9	-90.1	476.8
D025	6.75	-6.00	715.2	199.7	914.9	548.9	-87.8	461.1
		-6.50	991.8	242.1	1233.9	740.3	-87.8	652.5
		-7.00	1060.3	284.5	1344.8	806.9	-87.8	719.0
DKM026	6.73	-6.00	782.4	230.7	1013.1	607.8	-87.2	520.6
		-6.50	1060.3	273.1	1333.4	800.0	-87.2	712.8
		-7.00	795.6	315.5	1111.1	666.7	-87.2	579.5
D027	6.68	-6.00	1031.3	74.9	1106.2	663.7	-61.4	602.3
		-6.50	1060.3	117.3	1177.6	706.5	-61.4	645.2
		-7.00	1060.3	159.7	1220.0	732.0	-61.4	670.6
D029	6.71	-6.00	696.9	223.6	920.5	552.3	-106.4	445.9
		-6.50	1060.3	266.0	1326.3	795.8	-106.4	689.4
		-7.00	1060.3	308.4	1368.7	821.2	-106.4	714.8



**SAMENVATTINGSTABEL Ø350****Uitgangspunten**

- paal	:	A350
- paaltype	:	Avegaarpaal
- schachtafmeting	:	350 mm
Paalklassefactor $\alpha_p$	:	0.80
Factor $\alpha_s$ (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.006 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Factor $\xi_{gem}$	:	1.39
Factor $\xi_{min}$	:	1.39

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_b$ [kN]	$R_s$ [kN]	$R_{ccg}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
1	6.77	-5.50	489.0	133.9	622.9	373.7	-98.9	274.9
		-6.00	847.3	177.0	1024.3	614.6	-98.9	515.7
		-6.50	1082.9	226.5	1309.4	785.6	-98.9	686.8
2	6.74	-5.50	1103.9	167.1	1271.0	762.6	-120.4	642.2
		-6.00	1195.4	216.6	1412.0	847.2	-120.4	726.8
		-6.50	695.2	266.1	961.3	576.8	-120.4	456.4
3	6.77	-6.00	744.4	96.6	841.0	504.6	-98.8	405.8
		-6.50	820.5	146.1	966.6	579.9	-98.8	481.2
		-7.00	1407.2	195.5	1602.7	961.6	-98.8	862.9
4	6.74	-5.50	893.1	140.5	1033.6	620.2	-89.5	530.7
		-6.00	830.4	190.0	1020.4	612.2	-89.5	522.8
		-6.50	899.8	239.5	1139.3	683.6	-89.5	594.1
5	6.76	-6.00	1022.4	112.1	1134.5	680.7	-154.3	526.4
		-6.50	1034.1	161.6	1195.7	717.4	-154.3	563.1
		-7.00	769.1	211.1	980.2	588.1	-154.3	433.8
DKM001	6.71	-6.50	824.2	122.4	946.6	568.0	-76.1	491.9
		-7.00	979.5	171.9	1151.4	690.9	-76.1	614.8
D002	6.70	-6.50	960.9	97.7	1058.6	635.2	-75.8	559.4
		-7.00	739.7	147.2	886.9	532.2	-75.8	456.4
D003	6.69	-6.50	471.9	265.8	737.7	442.6	-75.8	366.8
		-7.00	548.7	302.6	851.3	510.8	-75.8	434.9
D004	6.75	-5.50	682.6	237.8	920.4	552.2	-99.3	452.9
		-6.00	654.9	284.3	939.2	563.5	-99.3	464.2
		-6.50	885.5	328.5	1214.0	728.4	-99.3	629.1
D005	6.72	-6.50	1010.8	314.7	1325.5	795.3	-66.6	728.7
		-7.00	1225.0	364.2	1589.2	953.5	-66.6	886.9
DKM006	6.72	-6.00	847.7	267.8	1115.5	669.3	-76.4	592.9
		-6.50	1285.4	317.3	1602.7	961.6	-76.4	885.2
		-7.00	1346.8	366.8	1713.5	1028.1	-76.4	951.7
D007	6.69	-6.50	857.2	256.1	1113.3	668.0	-85.6	582.4
		-7.00	1182.1	305.6	1487.7	892.6	-85.6	807.0
D008	6.71	-7.00	1407.8	158.1	1565.9	939.5	-87.8	851.7
		-7.50	1443.2	207.6	1650.7	990.4	-87.8	902.6
D010	6.71	-5.50	813.0	102.9	915.8	549.5	-101.0	448.5
		-6.00	777.3	152.3	929.6	557.8	-101.0	456.8
		-6.50	759.1	201.8	960.9	576.5	-101.0	475.5
D011	6.73	-5.50	508.4	226.2	734.6	440.7	-73.1	367.6
		-6.00	1008.7	267.3	1276.0	765.6	-73.1	692.5
		-6.50	1195.6	316.7	1512.3	907.4	-73.1	834.3
DKM012	6.74	-6.50	492.7	136.3	629.0	377.4	-106.2	271.2
		-7.00	667.7	173.6	841.4	504.8	-106.2	398.6



**SAMENVATTINGSTABEL Ø350**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_b$ [kN]	$R_s$ [kN]	$R_{ccg}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
D013	6.77	-6.00	446.3	220.4	666.7	400.0	-92.1	307.9
		-6.50	423.0	259.3	682.3	409.4	-92.1	317.3
		-7.00	508.1	290.7	798.7	479.2	-92.1	387.1
D014	6.70	-6.50	817.2	276.3	1093.5	656.1	-75.8	580.3
		-7.00	1443.2	322.0	1765.2	1059.1	-75.8	983.3
D015	6.70	-6.50	975.0	263.9	1238.8	743.3	-62.8	680.5
		-7.00	918.2	313.0	1231.3	738.8	-62.8	675.9
D016	6.75	-6.50	1438.7	178.3	1617.0	970.2	-91.4	878.7
		-7.00	1443.2	227.8	1670.9	1002.6	-91.4	911.1
D017	6.78	-6.50	857.7	230.0	1087.7	652.6	-88.6	564.0
		-7.00	790.1	279.5	1069.6	641.7	-88.6	553.2
DKM018	6.75	-6.50	689.9	182.1	872.0	523.2	-87.6	435.6
		-7.00	1115.8	227.5	1343.3	806.0	-87.6	718.4
D019	6.72	-6.50	782.3	264.0	1046.3	627.8	-112.5	515.2
		-7.00	1089.8	313.2	1402.9	841.8	-112.5	729.2
DKM020	6.72	-5.50	826.7	304.3	1131.0	678.6	-115.4	563.3
		-6.00	553.7	353.8	907.6	544.5	-115.4	429.2
		-6.50	1405.8	397.3	1803.1	1081.9	-115.4	966.5
D021	6.66	-6.00	1200.6	176.6	1377.2	826.3	-99.0	727.3
		-6.50	922.8	226.1	1148.9	689.3	-99.0	590.4
		-7.00	856.4	275.6	1132.0	679.2	-99.0	580.2
D022	6.73	-7.00	637.4	67.6	704.9	423.0	-97.6	325.4
		-7.50	580.7	117.0	697.8	418.7	-97.6	321.1
DKM023	6.65	-6.00	847.6	49.3	896.9	538.2	-110.2	428.0
		-6.50	1443.2	98.8	1541.9	925.2	-110.2	815.0
		-7.00	1443.2	148.3	1591.4	954.9	-110.2	844.7
DKM024	6.70	-5.50	771.0	215.1	986.1	591.7	-105.1	486.6
		-6.00	683.4	260.5	943.8	566.3	-105.1	461.2
		-6.50	954.9	309.5	1264.4	758.7	-105.1	653.6
D025	6.75	-6.00	973.5	232.9	1206.5	723.9	-102.5	621.4
		-6.50	1355.6	282.4	1638.0	982.8	-102.5	880.4
		-7.00	1443.2	331.9	1775.1	1065.0	-102.5	962.6
DKM026	6.73	-6.00	1079.5	269.1	1348.7	809.2	-101.7	707.5
		-6.50	1443.2	318.6	1761.8	1057.1	-101.7	955.3
		-7.00	1057.4	368.1	1425.5	855.3	-101.7	753.5
D027	6.68	-6.00	1398.4	87.4	1485.8	891.5	-71.6	819.8
		-6.50	1443.2	136.8	1580.0	948.0	-71.6	876.4
		-7.00	1443.2	186.3	1629.5	977.7	-71.6	906.1
D029	6.71	-6.00	957.3	260.8	1218.1	730.8	-124.1	606.8
		-6.50	1443.2	310.3	1753.5	1052.1	-124.1	928.0
		-7.00	1443.2	359.8	1803.0	1081.8	-124.1	957.7



**SAMENVATTINGSTABEL Ø400****Uitgangspunten**

- paal	:	A400
- paaltype	:	Avegaarpaal
- schachtafmeting	:	400 mm
Paalklassefactor $\alpha_p$	:	0.80
Factor $\alpha_s$ (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.006 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Factor $\xi_{gem}$	:	1.39
Factor $\xi_{min}$	:	1.39

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden			
	niveau	niveau	$R_b$ [kN]	$R_s$ [kN]	$R_{ccg}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]	
1	6.77	-5.50	654.2	153.0	807.2	484.3	-113.0	371.3	
		-6.00	1103.5	202.3	1305.8	783.5	-113.0	670.5	
		-6.50	1441.2	258.9	1700.1	1020.0	-113.0	907.0	
2	6.74	-5.50	1461.5	191.0	1652.5	991.5	-137.6	853.9	
		-6.00	1376.3	247.6	1623.9	974.3	-137.6	836.8	
		-6.50	871.3	304.1	1175.4	705.2	-137.6	567.7	
3	6.77	-6.00	967.6	110.4	1078.0	646.8	-112.9	533.9	
		-6.50	1135.6	166.9	1302.5	781.5	-112.9	668.6	
		-7.00	1830.0	223.5	2053.5	1232.1	-112.9	1119.2	
4	6.74	-5.50	1166.5	160.6	1327.1	796.3	-102.2	694.0	
		-6.00	1091.5	217.1	1308.7	785.2	-102.2	682.9	
		-6.50	1179.6	273.7	1453.3	872.0	-102.2	769.7	
5	6.76	-6.00	1334.3	128.2	1462.5	877.5	-176.4	701.1	
		-6.50	1095.4	184.7	1280.1	768.1	-176.4	591.7	
		-7.00	1004.5	241.3	1245.8	747.5	-176.4	571.1	
DKM001	6.71	-6.50	1070.3	139.9	1210.2	726.1	-87.0	639.2	
		-7.00	1361.8	196.4	1558.2	934.9	-87.0	848.0	
D002	6.70	-6.50	1250.5	111.7	1362.2	817.3	-86.6	730.7	
		-7.00	960.0	168.3	1128.3	677.0	-86.6	590.4	
D003	6.69	-6.50	619.5	303.8	923.2	553.9	-86.7	467.3	
		-7.00	716.6	345.8	1062.4	637.5	-86.7	550.8	
D004	6.75	-5.50	891.6	271.8	1163.3	698.0	-113.5	584.5	
		-6.00	855.3	324.9	1180.3	708.2	-113.5	594.7	
		-6.50	1156.5	375.4	1532.0	919.2	-113.5	805.7	
D005	6.72	-6.50	1320.3	359.7	1679.9	1008.0	-76.1	931.8	
		-7.00	1663.2	416.2	2079.4	1247.7	-76.1	1171.5	
DKM006	6.72	-6.00	1105.7	306.1	1411.8	847.1	-87.3	759.8	
		-6.50	1678.9	362.6	2041.5	1224.9	-87.3	1137.6	
		-7.00	1780.7	419.2	2199.8	1319.9	-87.3	1232.6	
D007	6.69	-6.50	1119.6	292.7	1412.3	847.4	-97.8	749.5	
		-7.00	1562.7	349.2	1911.9	1147.2	-97.8	1049.3	
D008	6.71	-7.00	1863.2	180.7	2043.8	1226.3	-100.3	1126.0	
D010	6.71	-5.50	1060.5	117.5	1178.0	706.8	-115.4	591.4	
		-6.00	1013.4	174.1	1187.5	712.5	-115.4	597.1	
		-6.50	989.2	230.6	1219.8	731.9	-115.4	616.5	
D011	6.73	-5.50	667.3	258.5	925.8	555.5	-83.5	471.9	
		-6.00	1317.5	305.4	1623.0	973.8	-83.5	890.2	
		-6.50	1561.6	362.0	1923.6	1154.2	-83.5	1070.6	
DKM012	6.74	-6.50	638.0	155.7	793.7	476.2	-121.4	354.9	
		-7.00	933.8	198.5	1132.2	679.3	-121.4	558.0	



**SAMENVATTINGSTABEL Ø400**

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_b$ [kN]	$R_s$ [kN]	$R_{ccg}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
D013	6.77	-6.00	583.0	251.9	834.8	500.9	-105.3	395.6
		-6.50	552.5	296.4	848.8	509.3	-105.3	404.0
		-7.00	702.5	332.2	1034.6	620.8	-105.3	515.5
D014	6.70	-6.50	1067.3	315.8	1383.1	829.9	-86.6	743.3
		-7.00	1885.0	368.0	2253.0	1351.8	-86.6	1265.2
D015	6.70	-6.50	1273.4	301.5	1575.0	945.0	-71.8	873.2
		-7.00	1209.5	357.8	1567.2	940.3	-71.8	868.5
D016	6.75	-6.50	1885.0	203.8	2088.7	1253.2	-104.5	1148.7
		-7.00	1885.0	260.3	2145.3	1287.2	-104.5	1182.7
D017	6.78	-6.50	1071.4	262.8	1334.2	800.5	-101.2	699.3
		-7.00	1032.0	319.4	1351.4	810.8	-101.2	709.6
DKM018	6.75	-6.50	901.0	208.1	1109.2	665.5	-100.1	565.4
		-7.00	1480.7	260.0	1740.7	1044.4	-100.1	944.4
D019	6.72	-6.50	1044.2	301.7	1345.9	807.5	-128.6	678.9
		-7.00	1416.6	357.9	1774.5	1064.7	-128.6	936.1
DKM020	6.72	-5.50	1079.8	347.8	1427.6	856.6	-131.8	724.7
		-6.00	723.2	404.4	1127.6	676.6	-131.8	544.7
		-6.50	1885.0	454.0	2339.0	1403.4	-131.8	1271.6
D021	6.66	-6.00	1568.1	201.9	1770.0	1062.0	-113.1	948.9
		-6.50	1143.6	258.4	1402.0	841.2	-113.1	728.1
		-7.00	1118.6	314.9	1433.6	860.1	-113.1	747.0
D022	6.73	-7.00	828.1	77.2	905.3	543.2	-111.5	431.7
		-7.50	752.6	133.8	886.3	531.8	-111.5	420.3
DKM023	6.65	-6.00	1136.2	56.3	1192.5	715.5	-125.9	589.6
		-6.50	1885.0	112.9	1997.8	1198.7	-125.9	1072.8
		-7.00	1885.0	169.4	2054.4	1232.6	-125.9	1106.7
DKM024	6.70	-5.50	1007.1	245.8	1252.9	751.7	-120.1	631.6
		-6.00	892.6	297.7	1190.2	714.1	-120.1	594.0
		-6.50	1288.0	353.8	1641.8	985.1	-120.1	865.0
D025	6.75	-6.00	1271.1	266.2	1537.3	922.4	-117.1	805.3
		-6.50	1784.6	322.8	2107.3	1264.4	-117.1	1147.3
		-7.00	1885.0	379.3	2264.3	1358.6	-117.1	1241.4
DKM026	6.73	-6.00	1430.3	307.6	1737.8	1042.7	-116.3	926.4
		-6.50	1619.6	364.1	1983.7	1190.2	-116.3	1073.9
		-7.00	1390.0	420.7	1810.7	1086.4	-116.3	970.1
D027	6.68	-6.00	1822.3	99.8	1922.1	1153.3	-81.9	1071.4
		-6.50	1885.0	156.4	2041.3	1224.8	-81.9	1143.0
		-7.00	1885.0	212.9	2097.9	1258.7	-81.9	1176.9
D029	6.71	-6.00	1269.5	298.1	1567.5	940.5	-141.8	798.7
		-6.50	1885.0	354.6	2239.6	1343.8	-141.8	1201.9
		-7.00	1885.0	411.2	2296.1	1377.7	-141.8	1235.9



**SAMENVATTINGSTABEL Ø450****Uitgangspunten**

- paal	:	A450
- paaltype	:	Avegaarpaal
- schachtafmeting	:	450 mm
Paalklassefactor $\alpha_p$	:	0.80
Factor $\alpha_s$ (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.006 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Factor $\xi_{gem}$	:	1.39
Factor $\xi_{min}$	:	1.39

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_b$ [kN]	$R_s$ [kN]	$R_{c,cg}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
1	6.77	-5.50	852.7	172.1	1024.9	614.9	-127.1	487.8
		-6.00	1388.9	227.6	1616.5	969.9	-127.1	842.8
		-6.50	1851.1	291.2	2142.3	1285.4	-127.1	1158.3
2	6.74	-5.50	1869.8	214.9	2084.6	1250.8	-154.8	1096.0
		-6.00	1324.2	278.5	1602.7	961.6	-154.8	806.9
		-6.50	1132.5	342.1	1474.7	884.8	-154.8	730.0
3	6.77	-6.00	1220.0	124.2	1344.2	806.5	-127.0	679.5
		-6.50	1505.8	187.8	1693.6	1016.1	-127.0	889.1
		-7.00	2308.3	251.4	2559.7	1535.8	-127.0	1408.8
4	6.74	-5.50	1476.4	180.7	1657.1	994.2	-115.0	879.2
		-6.00	1387.2	244.3	1631.4	978.9	-115.0	863.8
		-6.50	1498.4	307.9	1806.3	1083.8	-115.0	968.7
5	6.76	-6.00	1687.2	144.2	1831.3	1098.8	-198.4	900.4
		-6.50	1314.3	207.8	1522.1	913.2	-198.4	714.8
		-7.00	1271.3	271.4	1542.7	925.6	-198.4	727.2
DKM001	6.71	-6.50	1348.5	157.4	1505.9	903.5	-97.8	805.7
		-7.00	1845.9	221.0	2066.9	1240.2	-97.8	1142.3
D002	6.70	-6.50	1578.3	125.7	1704.0	1022.4	-97.4	924.9
		-7.00	1209.0	189.3	1398.2	838.9	-97.4	741.5
D003	6.69	-6.50	797.5	341.7	1139.2	683.5	-97.5	586.0
		-7.00	907.0	389.0	1296.0	777.6	-97.5	680.1
D004	6.75	-5.50	1128.4	305.7	1434.1	860.5	-127.7	732.8
		-6.00	1082.5	365.5	1448.1	868.8	-127.7	741.2
		-6.50	1463.7	422.4	1886.1	1131.7	-127.7	1004.0
D005	6.72	-6.50	1670.9	404.6	2075.6	1245.3	-85.6	1159.7
		-7.00	2191.9	468.2	2660.1	1596.1	-85.6	1510.4
DKM006	6.72	-6.00	1400.2	344.3	1744.5	1046.7	-98.2	948.5
		-6.50	2124.8	407.9	2532.7	1519.6	-98.2	1421.4
		-7.00	2288.3	471.6	2759.9	1655.9	-98.2	1557.7
D007	6.69	-6.50	1417.0	329.3	1746.2	1047.7	-110.0	937.7
		-7.00	2003.3	392.9	2396.2	1437.7	-110.0	1327.7
D008	6.71	-7.00	2382.5	203.2	2585.8	1551.5	-112.9	1438.6
D010	6.71	-5.50	1340.8	132.2	1473.1	883.8	-129.9	754.0
		-6.00	1280.8	195.9	1476.7	886.0	-129.9	756.1
		-6.50	1243.5	259.5	1502.9	901.8	-129.9	771.9
D011	6.73	-5.50	850.8	290.8	1141.6	685.0	-94.0	591.0
		-6.00	1667.5	343.6	2011.1	1206.7	-94.0	1112.7
		-6.50	1976.4	407.2	2383.6	1430.2	-94.0	1336.2
DKM012	6.74	-6.50	802.0	175.2	977.2	586.3	-136.6	449.8
		-7.00	1255.0	223.3	1478.2	886.9	-136.6	750.4



**SAMENVATTINGSTABEL Ø450**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_b$ [kN]	$R_s$ [kN]	$R_{ccg}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
D013	6.77	-6.00	737.8	283.4	1021.2	612.7	-118.4	494.3
		-6.50	699.2	333.4	1032.6	619.6	-118.4	501.1
		-7.00	928.8	373.7	1302.5	781.5	-118.4	663.1
D014	6.70	-6.50	1350.9	355.3	1706.1	1023.7	-97.4	926.2
		-7.00	2132.5	414.0	2546.5	1527.9	-97.4	1430.5
D015	6.70	-6.50	1611.7	339.2	1950.9	1170.5	-80.8	1089.8
		-7.00	1558.8	402.5	1961.3	1176.8	-80.8	1096.0
D016	6.75	-6.50	2385.6	229.2	2614.9	1568.9	-117.6	1451.4
		-7.00	2385.6	292.8	2678.5	1607.1	-117.6	1489.5
D017	6.78	-6.50	1331.4	295.7	1627.1	976.3	-113.9	862.4
		-7.00	1226.1	359.3	1585.4	951.3	-113.9	837.4
DKM018	6.75	-6.50	1139.5	234.1	1373.7	824.2	-112.6	711.6
		-7.00	1897.0	292.5	2189.6	1313.7	-112.6	1201.1
D019	6.72	-6.50	1351.4	339.4	1690.8	1014.5	-144.7	869.8
		-7.00	1224.2	402.7	1626.9	976.1	-144.7	831.5
DKM020	6.72	-5.50	1366.6	391.3	1757.9	1054.7	-148.3	906.4
		-6.00	915.4	454.9	1370.3	822.2	-148.3	673.8
		-6.50	2385.6	510.8	2896.5	1737.9	-148.3	1589.6
D021	6.66	-6.00	1887.3	227.1	2114.4	1268.6	-127.3	1141.4
		-6.50	1447.4	290.7	1738.1	1042.8	-127.3	915.6
		-7.00	1415.8	354.3	1770.1	1062.0	-127.3	934.8
D022	6.73	-7.00	1043.8	86.9	1130.6	678.4	-125.4	553.0
		-7.50	946.6	150.5	1097.0	658.2	-125.4	532.8
DKM023	6.65	-6.00	1493.2	63.4	1556.6	934.0	-141.7	792.3
		-6.50	2385.6	127.0	2512.6	1507.6	-141.7	1365.9
		-7.00	2385.6	190.6	2576.3	1545.8	-141.7	1404.1
DKM024	6.70	-5.50	1274.6	276.6	1551.1	930.7	-135.1	795.5
		-6.00	1129.7	334.9	1464.5	878.7	-135.1	743.6
		-6.50	1683.4	398.0	2081.4	1248.8	-135.1	1113.7
D025	6.75	-6.00	1613.8	299.5	1913.3	1148.0	-131.7	1016.2
		-6.50	2276.1	363.1	2639.2	1583.5	-131.7	1451.8
		-7.00	2385.6	426.7	2812.4	1687.4	-131.7	1555.7
DKM026	6.73	-6.00	1835.5	346.0	2181.5	1308.9	-130.8	1178.1
		-6.50	1797.2	409.6	2206.8	1324.1	-130.8	1193.3
		-7.00	1787.3	473.2	2260.5	1356.3	-130.8	1225.5
D027	6.68	-6.00	2304.5	112.3	2416.8	1450.1	-92.1	1358.0
		-6.50	2385.6	175.9	2561.6	1537.0	-92.1	1444.9
		-7.00	2385.6	239.6	2625.2	1575.1	-92.1	1483.0
D029	6.71	-6.00	1642.0	335.4	1977.3	1186.4	-159.6	1026.9
		-6.50	2385.6	399.0	2784.6	1670.8	-159.6	1511.2
		-7.00	2385.6	462.6	2848.2	1708.9	-159.6	1549.4



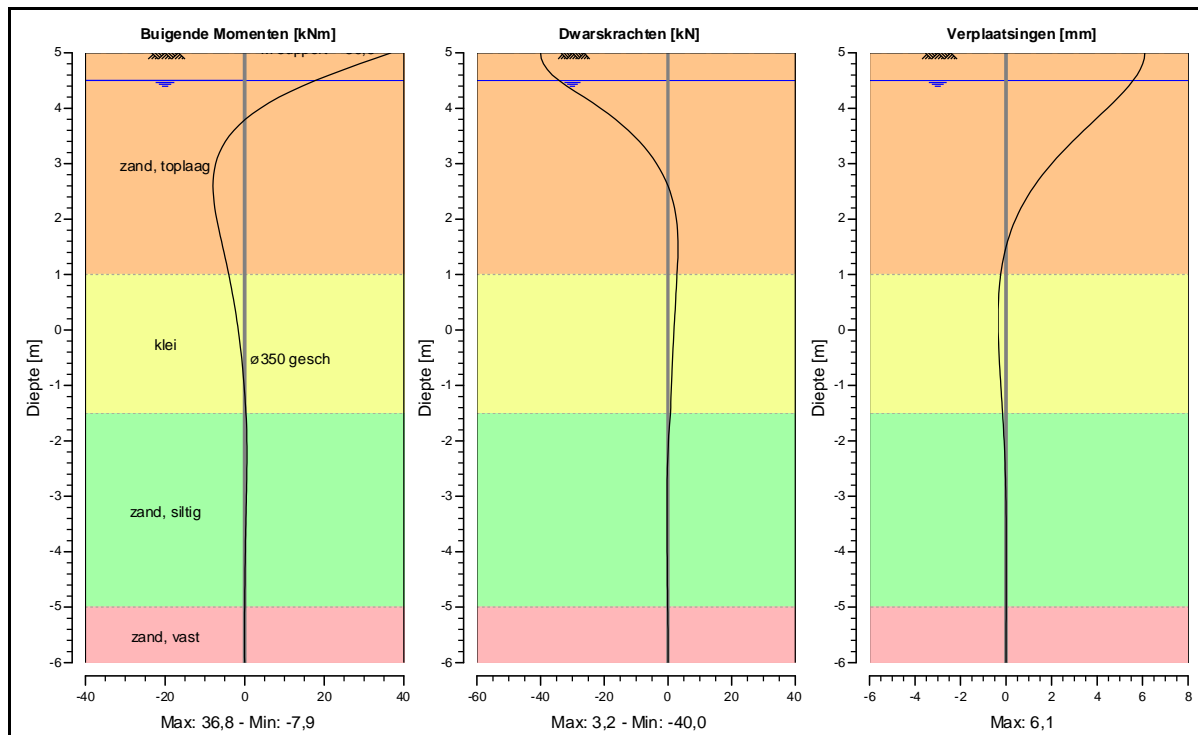


# Bijlage 5

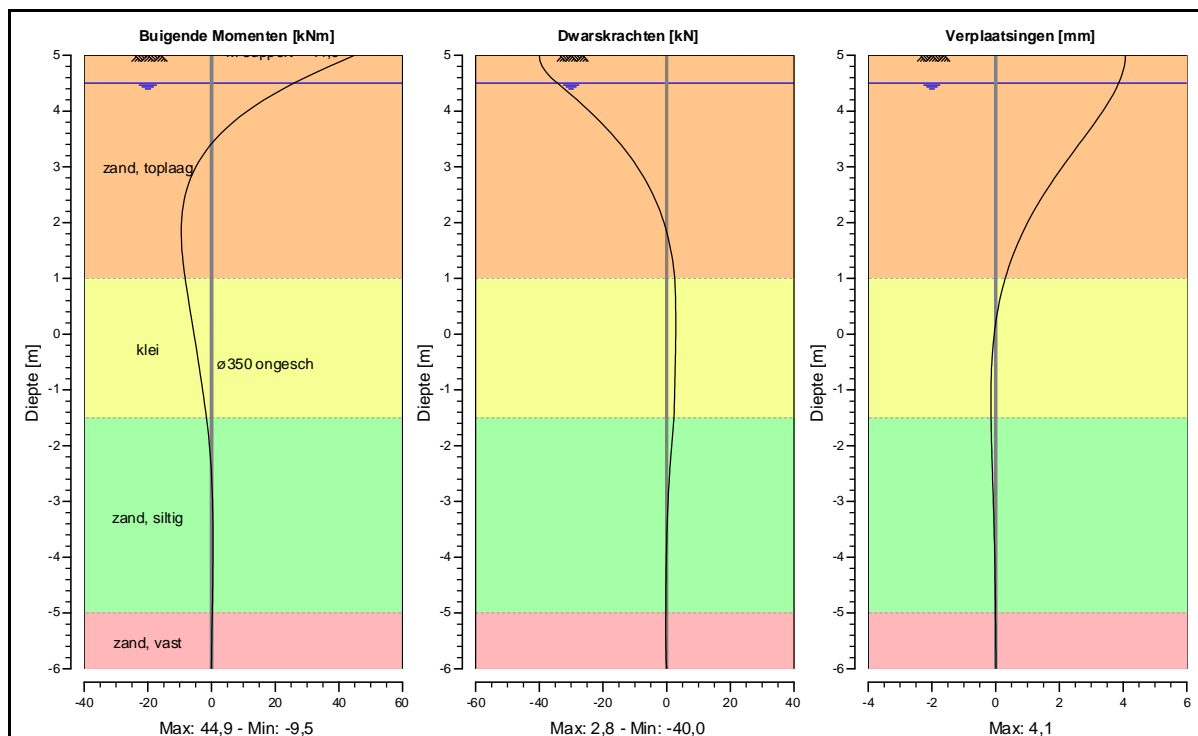


  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## Resultaten horizontale paalberekeningen avegaar $\varnothing 350\text{mm}$



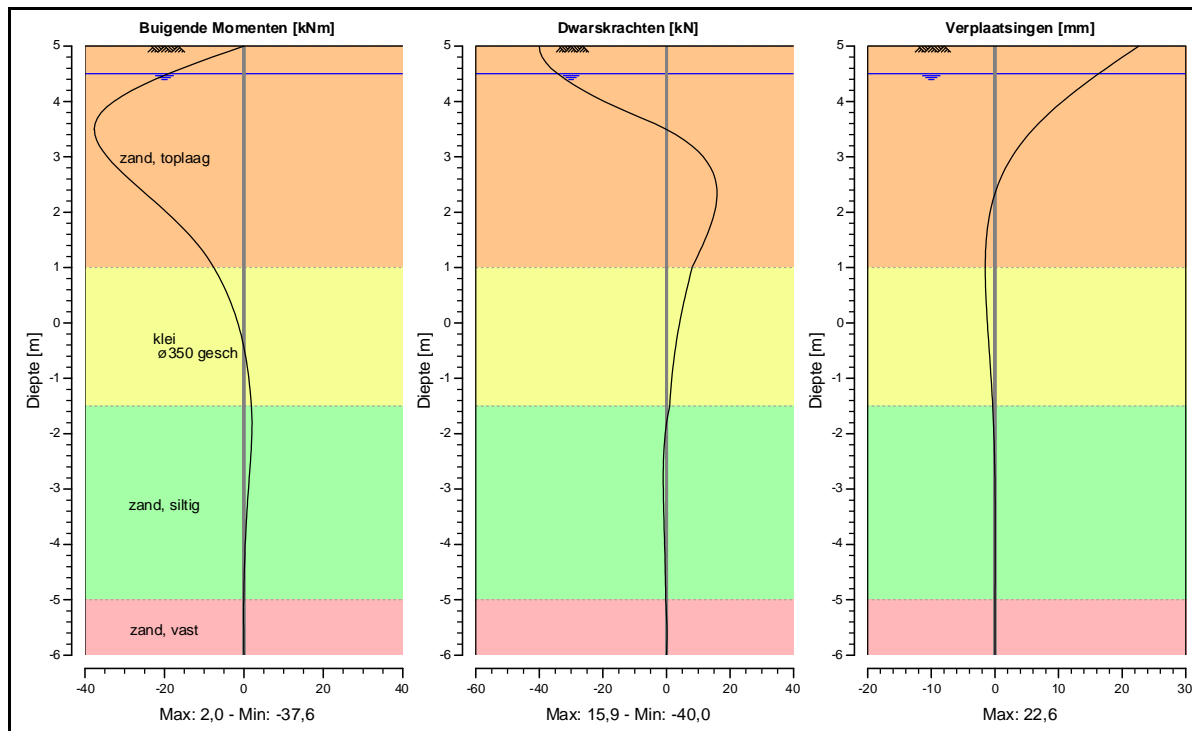
Figuur 1 Rotatievast gescheurd



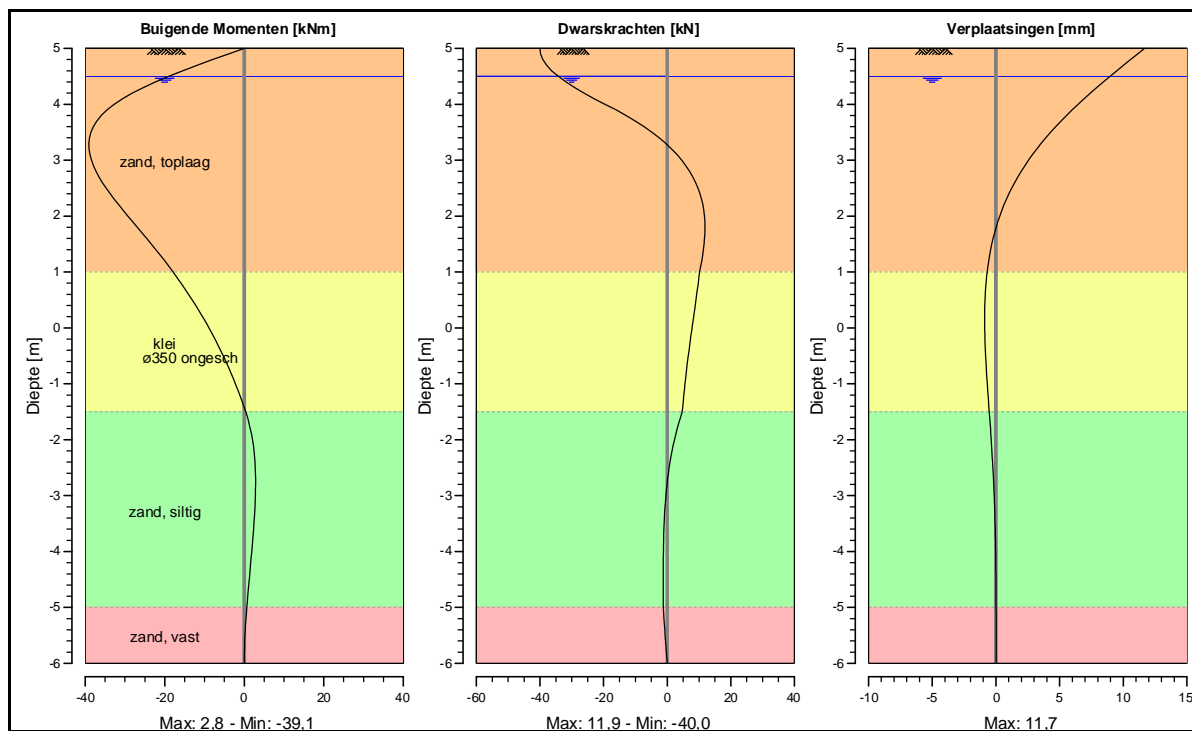
Figuur 2 Rotatievast ongescheurd



Vervolg resultaten horizontale paalberekeningen avegaar Ø350mm



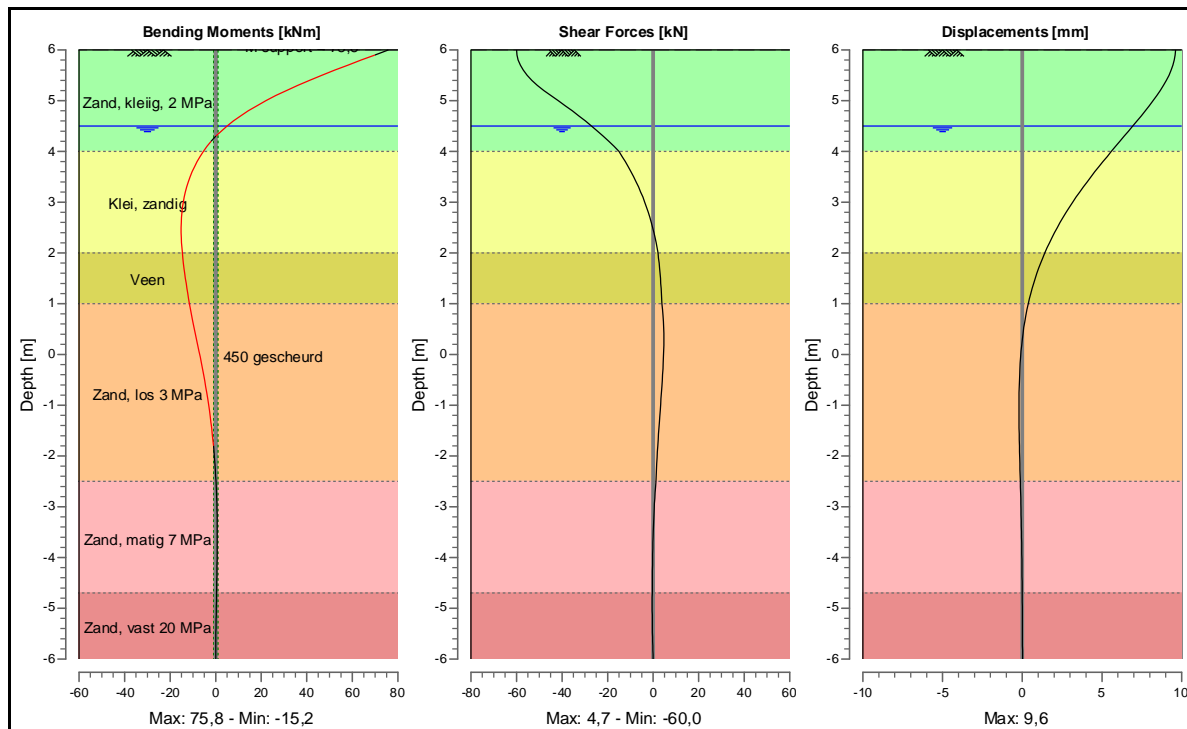
Figuur 3 Rotatievrij gescheurd



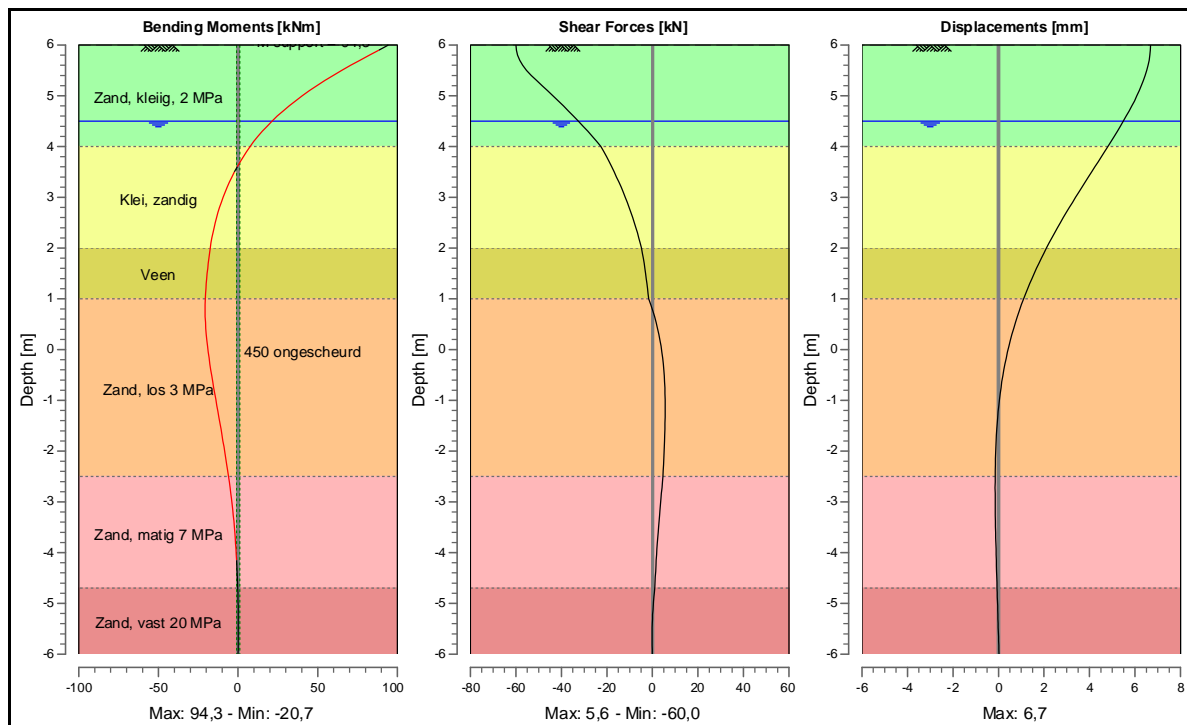
Figuur 4 Rotatievrij ongesch



## Resultaten horizontale paalberekeningen avegaar $\varnothing 450\text{mm}$



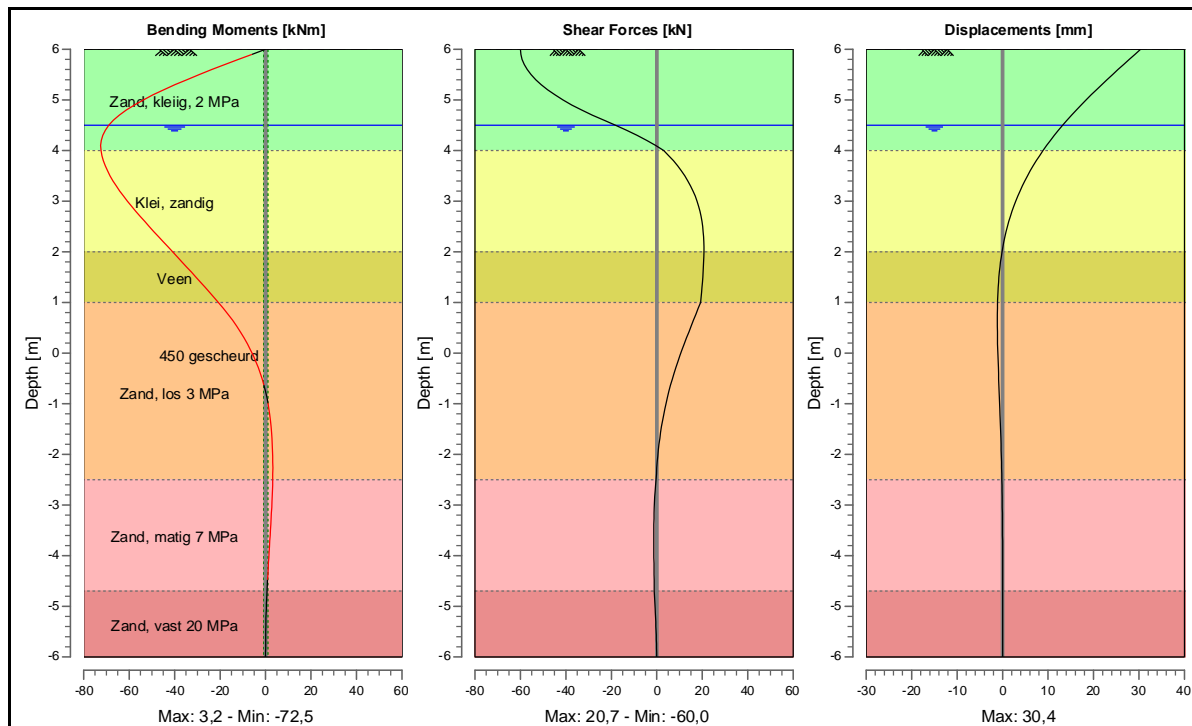
Figuur 1 Rotatievast gescheurd



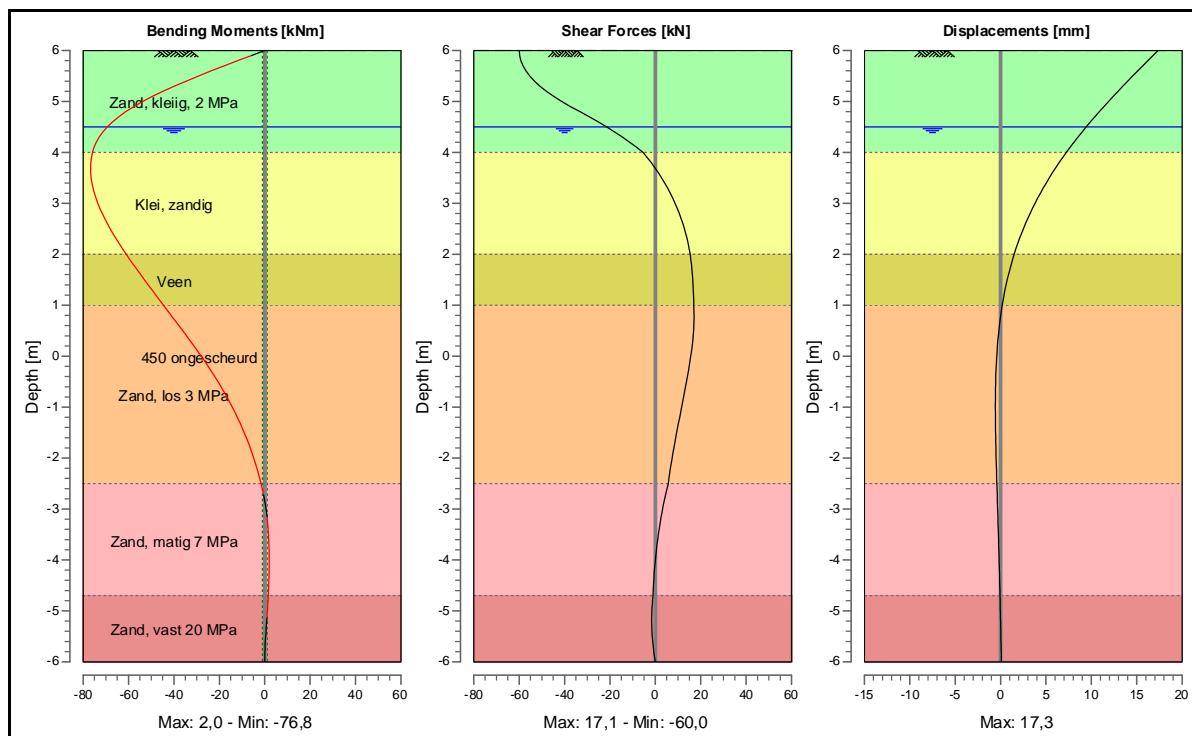
Figuur 2 Rotatievast ongescheurd



Vervolg resultaten horizontale paalberekeningen avegaar Ø450mm



Figuur 3 Rotatievrij gescheurd



Figuur 4 Rotatievrij ongescheurd



# Bijlage 6

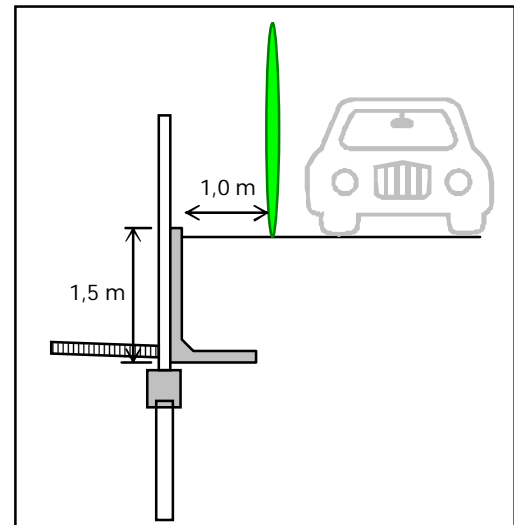


  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## Resultaten berekening horizontale gronddruk op randpalen



Figuur 1 snede uit visualisatie P+R Majweg



Figuur 2 schets doorsnede grondkerende wand

Een deel van de parkeergarage wordt voorzien van een halfhoge grondkerende wand (zie figuur 1). Deze keerwand bestaat uit prefab betonelementen met een hoogte van 1,5 m en een lengte van 2,0 m. De bovenkant van deze wand komt iets boven de Mayweg (Peil +0,05 m). De onderkant van de wand komt op ongeveer op Peil -1,45 m.

### Stabiliteit

Een keerwand moet grondmechanisch op 3 stabiliteitsaspecten worden gecontroleerd, namelijk:

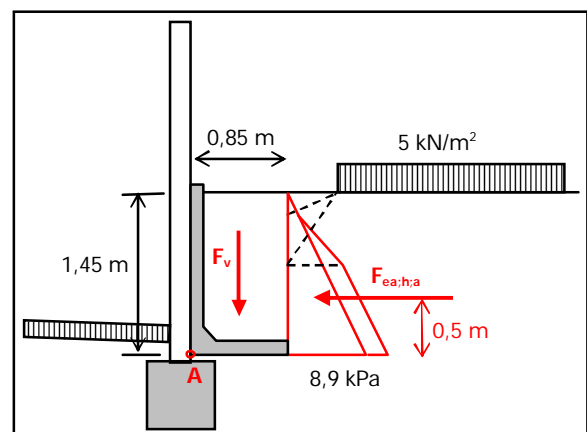
1. Horizontaal afschuiven
2. Kantelen
3. Maximale gronddruk

Ad 1: De keerwand wordt aan de voorzijde tegen gehouden door de gevelkolommen en de prefab betonvloer van de parkeergarage. Voor de berekening wordt er vanuit gegaan dat deze prefab vloer aansluit op de prefab keerwanden. Van horizontaal afschuiven kan in dat geval geen sprake zijn.

Ad 2: Kantelen van de keerwand kan optreden als het aandrijvend moment ten gevolge van de horizontale gronddruk  $F_{ea;h;a}$  groter is dan het weerstandmoment ten gevolge van het eigen gewicht + verticale grondbelasting  $F_v$  (zie figuur 3).

Aandrijvend moment om A:

- De permanente gronddruk op 1,9 m- mv  
 $= K_{ea;h;a} * h * \gamma = 0,30 * 1,45 \text{ m} * 17 \text{ kN/m}^3$   
 $= 7,4 \text{ kN/m}^2$
- De veranderlijke gronddruk op 1,9 m- mv  
 $= K_{ea;h;a} * P = 0,30 * 5 \text{ kN/m}^2 = 1,5 \text{ kN/m}^2$



Figuur 3 grondbelastingen



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS



De rekenwaarde van de horizontale gronddruk op de wand komt hiermee uit op:  
 $F_{ea;h;a;d} = 1,2 * (\frac{1}{2} * 1,45 \text{ m} * 7,4 \text{ kN/m}^2) + 1,5 * (\frac{3}{4} * 1,45 \text{ m} * 1,5 \text{ kN/m}^2) = 8,9 \text{ kN/m}^1$   
 $\rightarrow M_{ea;d} \approx 0,5 \text{ m} * 8,9 \text{ kN/m}^1 = 4,5 \text{ kNm/m}^1$

Weerstandmoment om A:

- Gewicht keermuur  $\approx 0,08 * (1,5 + 0,85) * 25 \text{ kN/m}^3 = 4,7 \text{ kN/m}^1$
- Gewicht grond =  $1,37 * 0,77 * 17 \text{ kN/m}^3 = 17,9 \text{ kN/m}^1$
- $\rightarrow M_{v;d} \approx 0,9 * (0,20 \text{ m} * 4,7 \text{ kN} + 0,45 \text{ m} * 17,9 \text{ kN}) = 8,1 \text{ kNm/m}^1$

UC:  $M_{ea;d} / M_{v;d} = 4,5 / 8,1 = 0,55 \leq 1,0 \rightarrow$  voldoet ruim

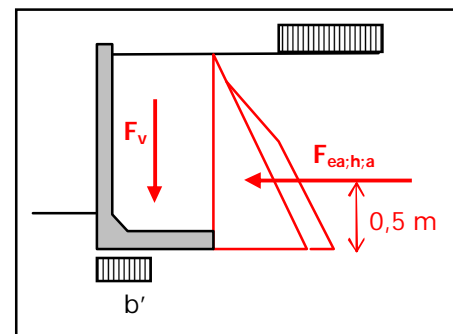
### Ad 3: Maximale gronddruk

Ten gevolge van de horizontale gronddruk tegen de keermuur, (excentrische belasting) wordt slechts een effectieve breedte  $b'$  van de voetplaat belast (zie figuur 4).

$$b' = B - 2 * e_B$$

$$e_B = M_{ea;d} / F_{v;d} = 4,5 \text{ kNm} / 0,9 * (4,7 + 17,9) = 0,22 \text{ m}$$

$$b' = 0,85 - 2 * 0,22 = 0,41 \text{ meter}$$



$$\sigma_{\max} = F_{v;d} / A = 1,2 * (4,7 + 17,8) / (1,0 * 0,41) = 65,9 \text{ kN/m}^2/\text{m}^1$$

Figuur 4 maximale gronddruk

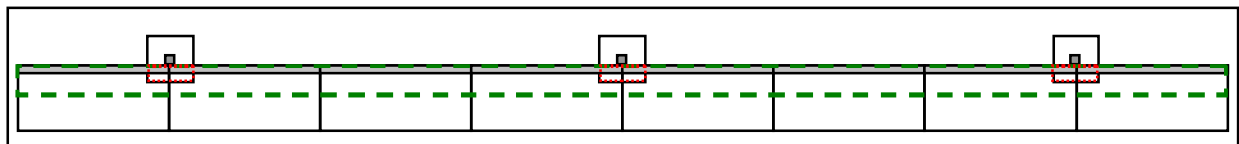
De gronddekking naast de keermuur is gelijk aan  $0,08 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 + 0,12 \text{ m} * 17 \text{ kN/m}^3 = 4,0 \text{ kN/m}^2$ . De draagkracht van de ondergrond is gelijk aan  $\sigma_{\max;d} = 86 \text{ kN/m}^2/\text{m}^1$

U.C:  $65,9 / 86 = 0,76 \leq 1,0 \rightarrow$  voldoet

De berekende zettingen komen uit op 15 tot 20 mm, afhankelijk van de verdichtingsgraad van de ondergrond en uitgezonderd uitvoeringszettingen.

### Uitvoering

De keermuren komen gedeeltelijk boven de poeren (zie figuur 5). Ten gevolge van de optredende maximale gronddruk zal de aangevulde grond (groene streeplijn) willen gaan zetten. Ter plaatse van de poeren (rode stippellijn) zal de ondergrond die zettingen niet kunnen volgen. Daarom zal tussen de poeren en de keermuren voldoende ruimte worden gehouden (en worden opgevuld met een elastisch materiaal) zodat de keermuur niet op de poeren kan gaan rusten.



Figuur 5 bovenaanzicht keermuren met weergave effectieve breedte van de keermuur



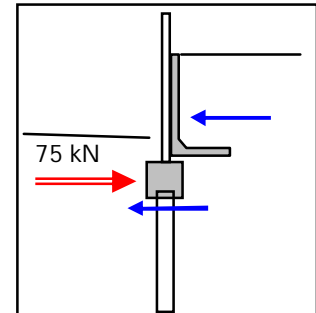
### Aanrijdbelasting

Vanaf de parkeergarage moet rekening worden gehouden met een aanrijdbelasting van 75 kN. Dit is een kortdurende belasting met weinig vervorming tot gevolg. Omdat het een calamiteit betreft, mag gerekend worden met een partiële belastingfactor van 1,0.

De maximale opneembare gronddruk van de aangevulde grond achter de keerwand is ongeveer gelijk aan:

$$F_{ea,h;p,rep} = \frac{1}{2} h * K_{ea,p} * h * \gamma = \frac{1}{2} * 1,5 * 3,0 * 1,5 * 17 = 57,4 \text{ kN/m}^1$$

De aanrijdbelasting zal deels worden opgenomen door de achterliggende grond, maar ook door de funderingspoeren en de palen. De grootte van de belasting die door de palen wordt opgenomen is afhankelijk van het verschil in veerstijfheid van de beide onderdelen.



Figuur 6 botsbelasting

Voor de stijfheid van de grond mag gerekend worden met  $k_{h;1} = 12.000 \text{ kN/m}^3/\text{m}^1$  uitgaande van een dynamische belasting en weinig verdichte grond. De horizontale beddingconstante van de palen is globaal  $10.000 \text{ kN/m}^3$  per paal. Hierin is de stijfheid van de palen, uitgaande van een gescheurde doorsnede, meegenomen.

Bij de aanrijdbelasting van 75 kN op een kolom boven een paal, zal naar verwachting globaal  $12/(12+10) * 75 \text{ kN} \approx 41 \text{ kN}$  worden opgenomen door de grond en  $10/(12+10) * 75 \text{ kN} \approx 34 \text{ kN}$  door de paal. Voor een meer nauwkeurige inschatting van de verhouding van de kracht die wordt opgenomen door de grond en de palen, adviseren wij de constructeur om een verenmodel van de constructie door te (laten) rekenen.

