



Hoekselijn

Geotechnische aspecten geluidsschermen

Documentnummer

R.2015.064.HL

BIS-nummer

2009-049-V

Datum

11 december 2015

Opdrachtgever

Projectbureau Hoekselijn

Opsteller

Ir. D. Wilschut

Autorisatie

B. Bul



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Lage schermen	4
2.1	Geometrie en belastingen	4
2.2	Berekening Type 1 Poerfundering	5
2.3	Type 2 Buispaalfundering	6
3	Hoge schermen	8
3.1	Geometrie en belastingen.	8
3.2	Berekening horizontaal evenwicht	9
3.3	Verticaal draagvermogen	11
	Bijlage 1 Geometrie lage schermen	12
	Bijlage 2 Berekening laag scherm type 1	14
	Bijlage 3 Berekening Laagscherm type 2	15



1 Inleiding

Het project Hoekse Lijn betreft de ombouw van de spoorlijn Schiedam - Hoek van Holland tot een lightrail verbinding die wordt aangesloten op het metronetwerk van Rotterdam. Voor dit project zijn ook geluidsschermen benodigd.

Dit rapport bevat de geotechnische adviezen van de fundering van de geluidsschermen.

2 Lage schermen

2.1 Geometrie en belastingen

De fundering van het de lagen schermen type 1 en 2 zijn doorgerekend, naar aanleiding van de gewijzigde geometrie, waarbij een extra plint is toegevoegd. Zie ook bijlage 1.

Type 1 is gefundeerd op een betonpoer, terwijl type 2 wordt gemonteerd op een buispaal.

Tabel 2.1 Geometrie scherm

	Referentiepeil	BS
Maaiveld links	-0,68	m ref
Maaiveld rechts	-0,18	m ref
BK scherm	1	m ref
BK poer	-0,54	m ref
OK poer	-1,44	m ref
H.O.H, poeren	6	m
Mobiel rechts	4	kPa
Mobiel links	4	kPa

Voor de mobiele belasting is alleen de belasting van voetgangers dicht langs het scherm meegenomen. De treinbelasting op de sporen hebben een te grote afstand tot de plint van het scherm en zijn daarom niet maatgevend.

Tabel 2.2 Belastingen BK poer/paal

	BGT	UGT hoog	
Eigen gewicht scherm	5,6	8,4	kN/m
Wind belasting	0,84	1,26	kPa
Toevallige lijnlast	0	0	kN/m
$F_{c,v}$	33,6	50,4	kN
$F_{c,h}$ naar rechts	7,8	11,6	kN
Grond hor tegen plint	7,9	9,4	kN
Totaal $F_{c,hor}$	15,6	21,1	kN
M_x bk poer wind of lijnlast	6,0	9,0	kNm
M_x bk poer gronddruk plint	1,4	2,1	kNm
Totaal M_x	7,4	11,1	kNm



2.2 Berekening Type 1 Poerfundering

Uit enkele oriënterende berekeningen volgt de geometrie zoals opgenomen in Tabel 2.3. De poer is dus groter dan weergegeven in bijlage 1.

Tabel 2.3 Gegevens poer

Dikte funderingsplaat	0,35	m
Breedte	1,50	m
Lengte	1,50	m
Totale hoogte poer	0,90	m
Schacht breedte	0,45	m
Schacht lengte	0,35	m
VG beton	25	kN/m ³
VG grond op plaat	18	kN/m ³

Tabel 2.4 Verticale belastingen

	BGT	UGT laag	UGT hoog	
Eigen gewicht poer	21,9	19,7	29,5	kN
Grond vert op plaat	24,9	22,4	33,6	kN
Verticaal op poer	33,6	30,2	50,4	kN
Verticaal totaal	80,3	72,3	113,5	kN

Tabel 2.5 Horizontale belastingen

	BGT	UGT hoog	
Grond hor tegen plint	7,9	9,4	kN
Kracht uit stijl	13,9	20,8	kN
Totaal	21,7	30,2	kN

Tabel 2.6 Momenten tov ok poer

	BGT	UGT hoog	
Uit stijl	13,0	19,5	kNm
Uit grond tegen plint	8,5	12,7	kNm
Totaal	21,5	32,2	kNm

De stabiliteit en de veiligheid tegen groundbreuk is doorgerekend met methode Prandtl conform NEN 9997-1. Daaruit volgt dat de windbelasting maatgevend is. De gekozen constructie blijkt te voldoen.

Voor de poeren die op de EPS constructie staan zijn de contactspanningen onder de poer berekend:

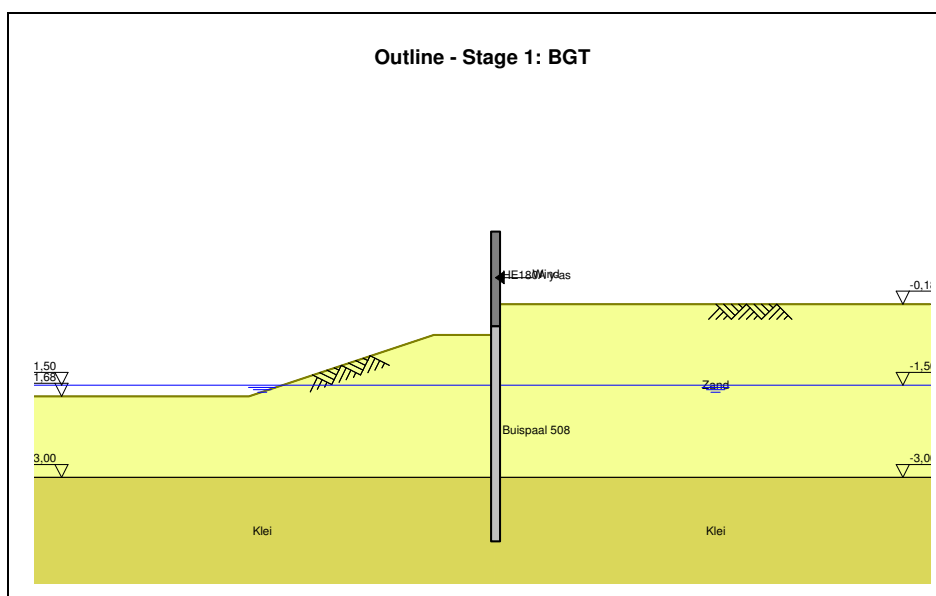
Langdurend 35,7 kPa

Kortdurend 81,4 kPa

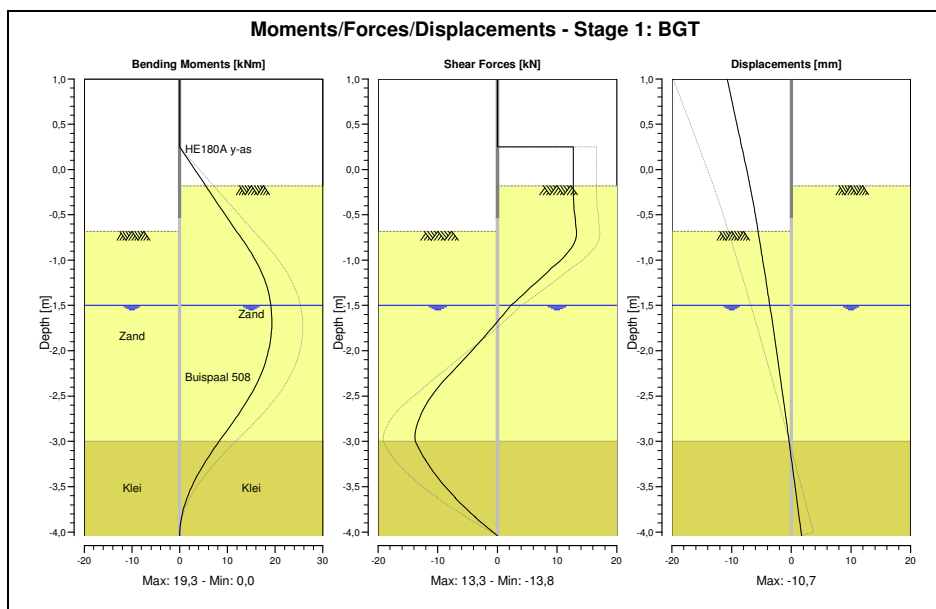
Dit is toelaatbaar voor EPS150.

2.3 Type 2 Buispaalfundering

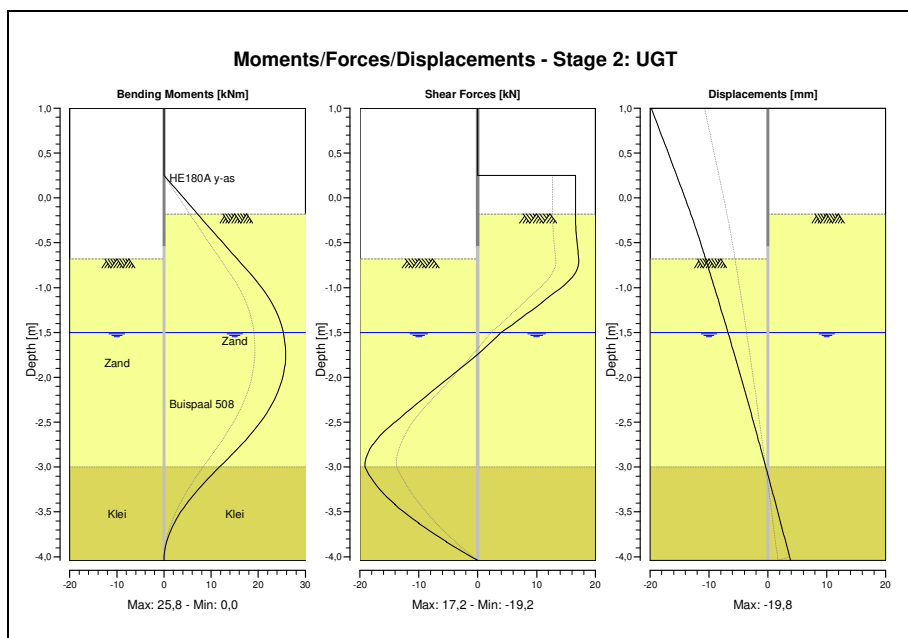
Uit enkele oriënterende berekeningen volgt dat een buispaal met een diameter 508 mm met een lengte van 3,5 m voldoet. In de berekening is uitgegaan van een wanddikte van 10 mm. De funderingsbuis is dus langer dan aangegeven in bijlage 1. De belastingen volgen uit tabel 2.



Figuur 2.1 Schema berekening



Figuur 2.2 Resultaten BGT



Figuur 2.3 Resultaten UGT

Tabel 2.7 Resultaten laag scherm

Situatie	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mobilisatie [%]
BGT	-10,7	19,3	-13,8	41,5
UGT		25,8	-19,2	47,5
Max	-10,7	25,8	-19,2	47,5

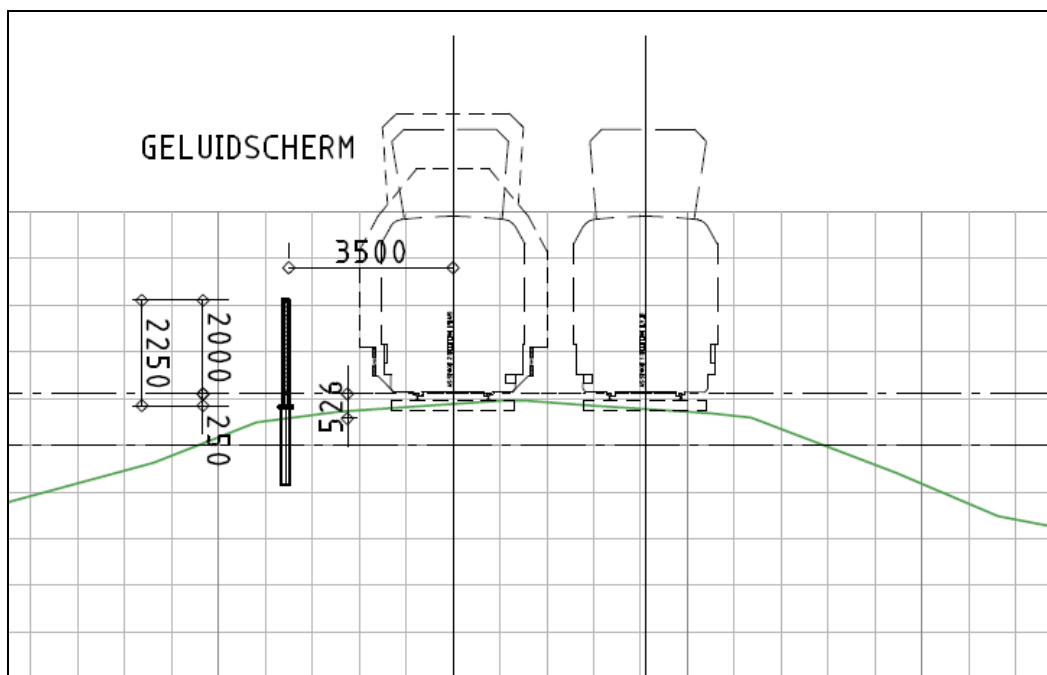
Als indicatie van de stijfheid zijn op het niveau van de koppeling op de fundering: BS -0,54 m de krachten en vervormingen in de BGT opgegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2.8 Stijfheid fundering hoog scherm op BS -0,54 m

Hor. belasting	12,7 kN
Moment uit belasting	10,0 kNm
Verplaatsing	5,9 mm
Rotatie	1:500

3 Hoge schermen

3.1 Geometrie en belastingen.



Figuur 1 Plaats hoge scherm

Bovenste deel van stijl: HE180A

Hierbij de reactiekrachten voor het scherm op +1,500 vanuit hart spoor op 3500mm.
Schermhoogte 2000mm en hart-op-hart stijlen 2500mm

Tabel 3.1 Plaats van schermen

Locatie	Zijde van het spoor	Km van	Km tot	Hoogte tov BS [m]	Hoogte tov MV [m]	Afstand spooras [m]	Lengte [m]
Schiedam	Zuid	1,32	1,42	2	2,25	3,5	100
Vlaardingen	Noord	4,83	5,25	2	2,25	3,5	270 of 420

Uitgangspunt voor de berekeningen zijn de volgende belastingen:

Tabel 3.2: Belastingen

	BGT	UGT hoog	
EG bovenbouw	13,3	20	kN
F_h	10	15	kN
M_x bk poer	10	15	kNm
Aangrijpingspunt wind tov bk poer	1,0	1,0	m

De aangehouden peilen zijn:

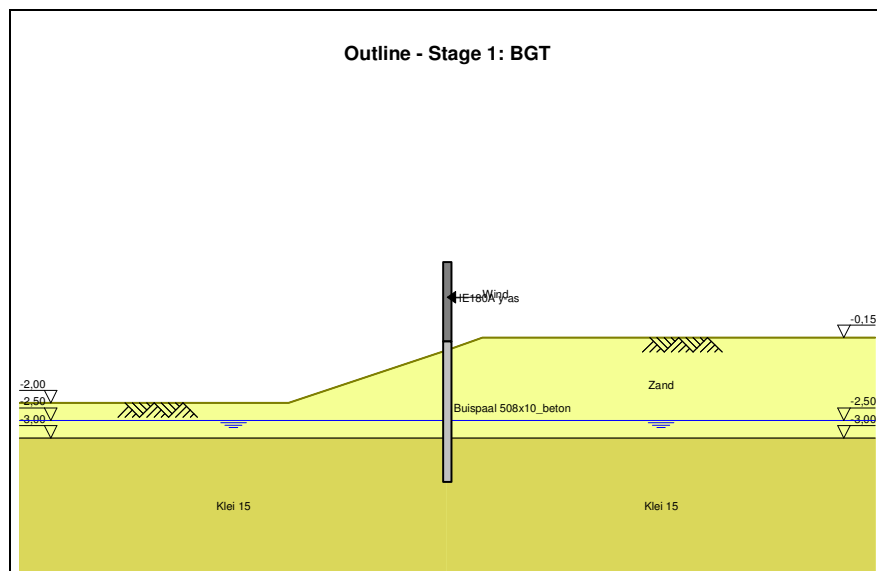
Tabel 3.3: Peilen tov BS

BK paal	-0,25
BK scherm	2,00
Aangrijpingspunt wind	+1,00
Maaiveld rond funderingspaal	-0.53
OK paal	-4,25

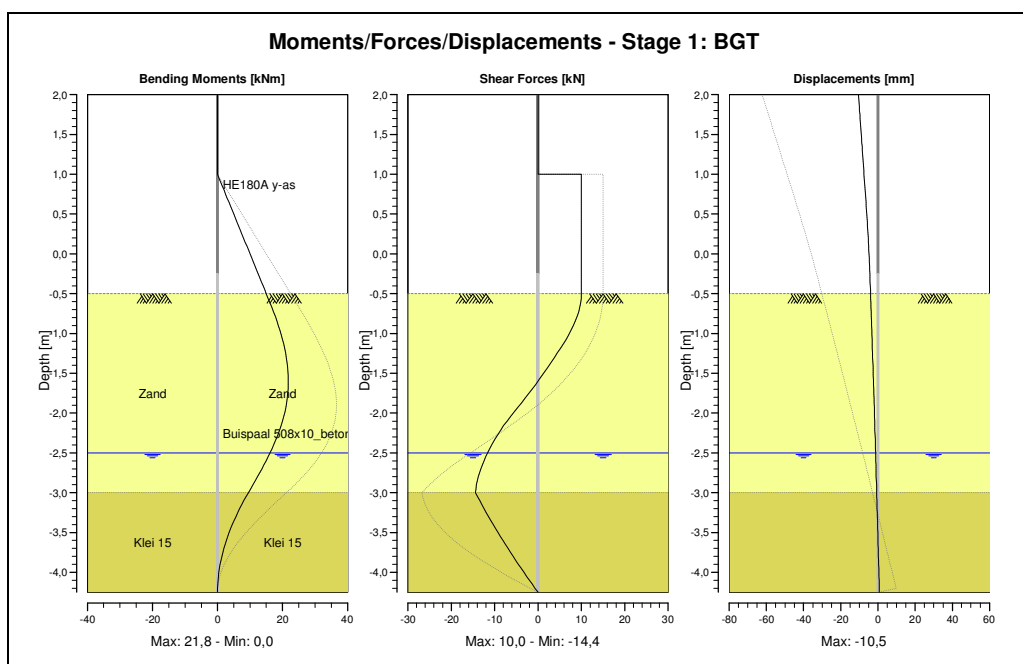
Voor de fundering is uitgegaan van een stalen paal met uitwendige diameter van 508 mm en een wanddikte van 10 mm, gevuld met beton. Hiervoor geldt een stijfheid EI van $1,478 \cdot 10^5 \text{ kNm}^2$.

3.2 Berekening horizontaal evenwicht

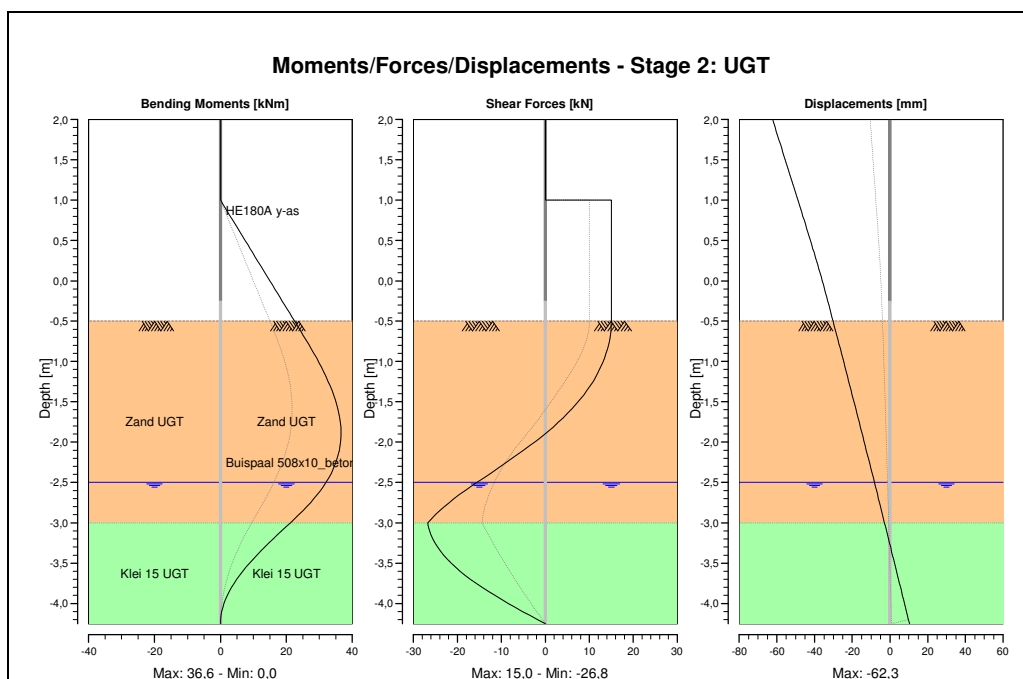
De horizontale stabiliteit van het scherm is doorgerekend met D-Sheetpiling. De constructie wordt beschouwd als elastisch ondersteunde ligger.



Figuur 3.1 Schematisering constructie



Figuur 3.2 Resultaten hoog scherm BGT



Figuur 3.3 Resultaten hoog scherm UGT

Tabel 3.4 Resultaten hoog scherm

Situatie	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mobilisatie [%]
BGT	-10,5	21,8	-14,4	30,9
UGT		36,6	-26,8	46,8
Max	-10,5	38,2	-26,8	46,8

Als indicatie van de stijfheid zijn op het niveau van de koppeling op de fundering: BS -0,25 m de krachten en vervormingen in de BGT opgegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.5 Stijfheid fundering hoog scherm op BS -0,25 m

Wind belasting	10 kN
Moment uit windbelasting	12,5 kNm
Verplaatsing	4,4 mm
Rotatie	1:641

3.3 Verticaal draagvermogen

Omdat een korte paal wordt toegepast moeten de verticale belastingen worden opgenomen door kleef langs de paalschacht. Het benodigde draagvermogen is berekend met de slibformule, waarbij de kleef langs de paalschacht is bepaald.

Tabel 3.6 Draagvermogen buispaal

Bk laag m tov BS	Grondsoort	Yeff	Sk kPa	Sk;gem kPa	Kleef kN
-0,5	zand	18	0,0		
-2,5	zand	10	36,0	18,0	14,4
-3	klei	5	41,0	38,5	7,6
-4,25	klei	5	47,3	44,1	22,2
Totaal	Fr;max				44,2

De maximale kleef aan de buitenzijde van de paal is : $R_{c,max} = 44,2$ kN

De rekenwaarde van de kleef aan de buitenzijde van de paal is $R_{v;d} = 44,2/1,2/1,32 = 27,9$ kN

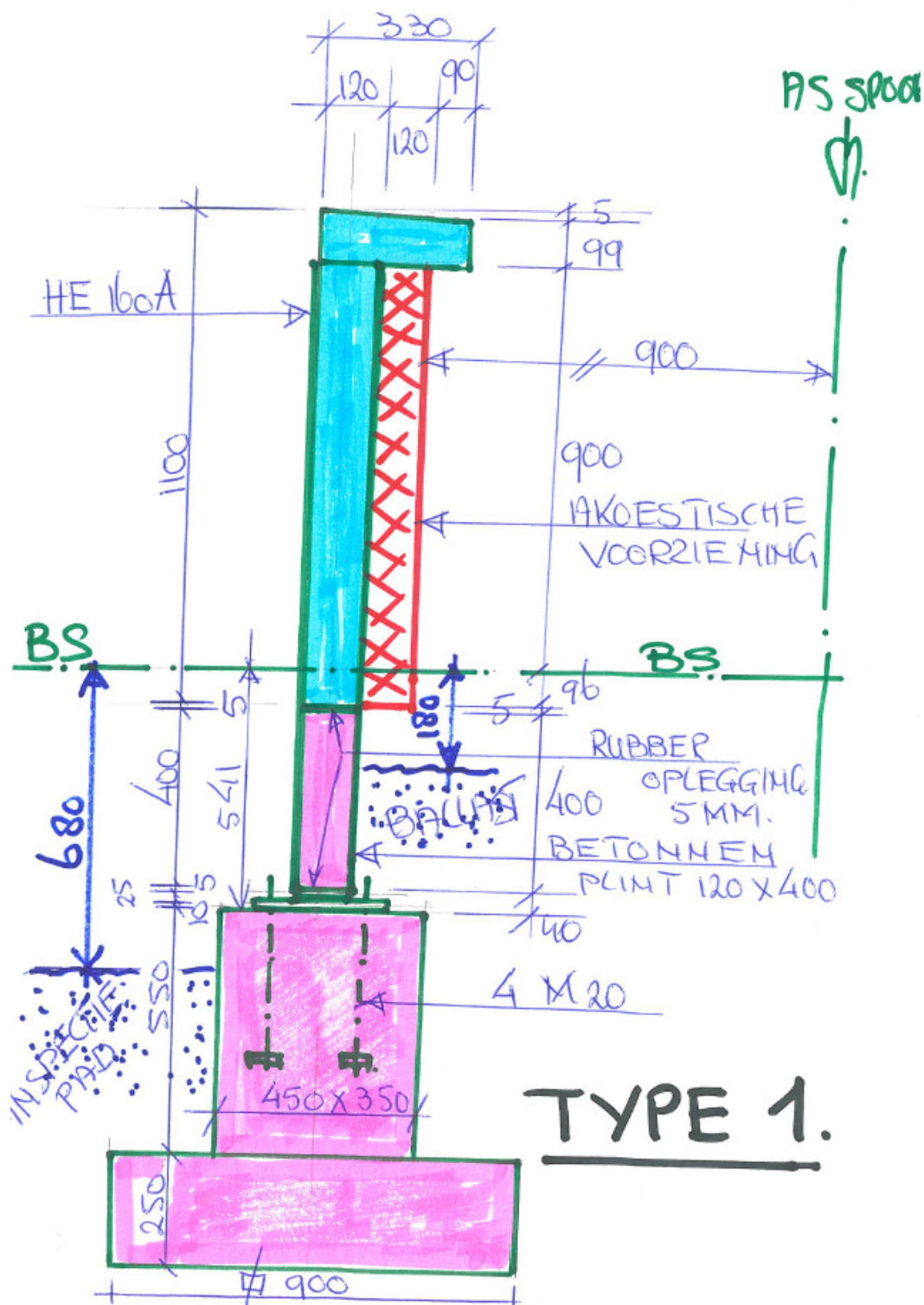
De puntweerstand is hierbij verwaarloosd.

De verticale belasting is $V_d = 20$ kN.

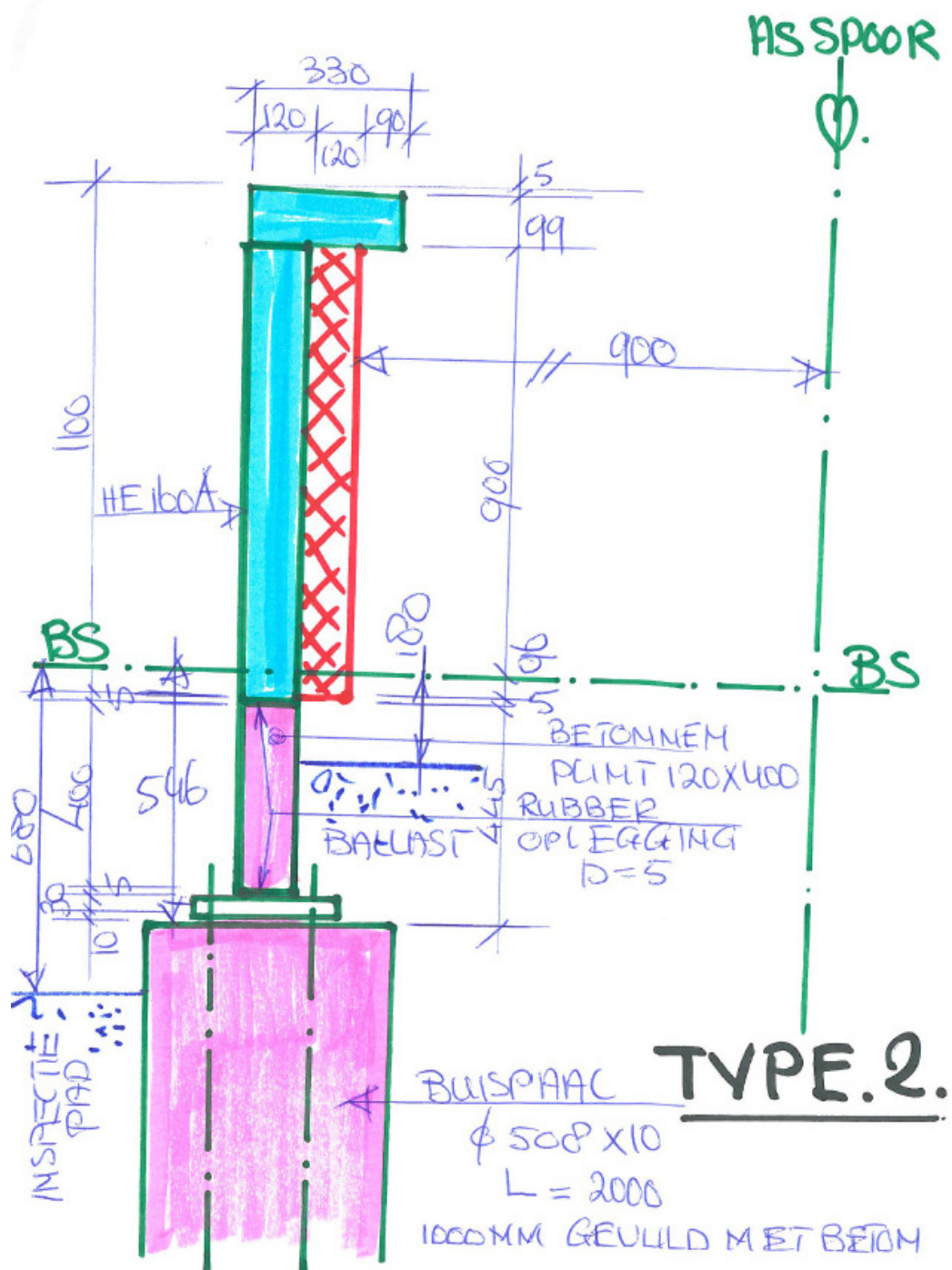
$$R_{v;d} > V_d$$

Conclusie: De voorgestelde constructie voldoet.

Bijlage 1 Geometrie lage schermen



TYPE 1.





Bijlage 2 Berekening laag scherm type 1

Ingenieursbureau						
Fundering op staal NEN 9997-1 gedraineerd Prandtl			Versie nov13			
Project	HL geluidsscherm wind		Datum en tijd: 13-05-15 10:16			
Dossier	2009-049					
Adviseur	DW					
GEGEVENS FUNDERING						
Maaiveld	-0,68	m tov NAP				
Grondwater	-2,5	m tov NAP				
Taludhoek B	0	DEG				
Aanlegpeil	-1,44	m tov NAP				
B	1,5	m				
L	1,5	m				
MATERIAAL FACTOREN						
$Y_{m,fi}$	1,15					
$Y_{m,coh}$	1,6					
$Y_{m,y}$	1,1					
BELASTINGEN						
V_d	72,3	kN	$e_{v,B}$	0,00	m	
			$e_{v,L}$	0,00	m	
$H_{B,d}$	21,1	kN	$e_{h,B}$	0,00	m	
$H_{L,d}$	0,0	kN	$e_{h,L}$	0,00	m	
$M_{S,B,d}$	32,2	kNm	$M_{S,B,d,totaal}$	32,2	kNm	
$M_{S,L,d}$	0,0	kNm	$M_{S,L,d,totaal}$	0,0	kNm	
Invloedsdiepte			Fundering voldoet			
Zeb' geschat	1,41	[-] Ingevoerd	Bef	0,61	m	
Zeb' vlg norm	1,41	[-] vlg. 6.5.2.2.d	Lef	1,50	m	
Parameters meerlagen systeem volgens 6.5.2.2.n						
BK laag m tov NAP	Grond soort	Y kN/m ³	Fi rep DEG	Coh rep kPa	Fi d DEG	Coh d kPa
-0,68	Zand	17	30,0	0,0	26,7	0,0
-1,70	Zand	20	30,0	0,0	26,7	0,0
-2,50	Klei	15	20,0	5,0	17,6	3,1
-6,00	Veen	11	15,0	10,0	13,1	6,3
-10,00	-	10	20,0	5,0	17,6	3,1
-10,00	-	10	20,0	5,0	17,6	3,1
-10,00	-	10	20,0	5,0	17,6	3,1
-10,00	-	10	0,0	0,0	0,0	0,0
-10,00	-	10	0,0	0,0	0,0	0,0
-10,00	-	10	0,0	0,0	0,0	0,0
-10,00	-	10	0,0	0,0	0,0	0,0
-10,00	-	10	0,0	0,0	0,0	0,0
-10,00	-	10	0,0	0,0	0,0	0,0
-10,00	-	10	0,0	0,0	0,0	0,0
-10,00	-	10	0,0	0,0	0,0	0,0
-10,00	Onderzijde grondprofiel					
Equivalente waarden			30,7	0,0	26,7	0,0
Formule van Prandtl volgens NEN 9997-6.5.2.2						
Draagkracht-factoren		Helling-belasting-factoren		Yeff;d 16,9 kN/m ³		
Nq	12,72	Iq	0,50	Qeff;d 12,9 kPa		
Nc	23,35	lc	0,46	Draagkracht		
Ng	11,77	lg	0,36	Qr;strook;d 117 kPa		
Vorm-factoren		Talud-factoren		Rstrook;d 71 kN/m		
Sq	1,18	Lq	1,00	Rv;d 107 kN		
Sc	1,20	Lc	1,00	Controles $F_{r,v,d} \geq F_{s,v,x}$ Voldoet		
Sg	0,88	Lg	1,00	$F_{r,h,d} \geq F_{s,h,x}$ Voldoet		
Fundering voldoet						



Bijlage 3 Berekening Laagscherm type 2