

## **Validatie spreadsheet Fundering op staal**

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Algemeen</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Doel spreadsheet</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Handleiding</b>	<b>2</b>
3.1	Invoer/uitvoer	2
3.2	Specifieke aandachtspunten	2
3.3	Randvoorwaarden	2
<b>4</b>	<b>Controle spreadsheet</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Algemeen</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Doel spreadsheet</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Handleiding</b>	<b>2</b>
3.1	Invoer/uitvoer	2
3.2	Specifieke aandachtspunten	2
3.3	Randvoorwaarden	2
<b>4</b>	<b>Controle spreadsheet</b>	<b>3</b>
Bijlage A	Voorbeeld lay-out spreadsheet + toelichting.	
Bijlage B	Spreadsheet en handberekening fundering op staal, controle gedraineerde en ongedraineerde toestand en zakkingsberekening	

## 1 Algemeen

In dit rapport wordt de spreadsheet GE Fundering op staal gevalideerd. De spreadsheet controleert het draagvermogen van de grond in gedraineerde en ongedraineerde toestand en bepaald de zakking van de fundering.

In hoofdstuk 2 wordt het doel van de spreadsheet omschreven. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens een globale handleiding voor de spreadsheet gegeven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 een spreadsheet berekening gecontroleerd d.m.v. een handberekening.

## 2 Doel spreadsheet

Het doel van de spreadsheet is om, op eenvoudige manier snel een fundering op staal door te rekenen. De spreadsheet controleert in gedraineerde toestand het verticaal draagvermogen en de horizontale schuifweerstand. In ongedraineerde toestand wordt ook het verticaal draagvermogen en de horizontale schuifweerstand gecontroleerd, eventueel wordt gecontroleerd op squeezing. Er kan ook gekozen worden de zakking van de fundering te bepalen. De spreadsheet is gebaseerd op de VBC, NEN 6740 en NEN 6744.

Enige kennis van de geotechnische normen NEN 6740 en NEN 6744 en constructief inzicht zijn wel een vereiste voor toepassing van de spreadsheet.

## 3 Handleiding

### 3.1 Invoer/uitvoer

In bijlage A is een globale toelichting/handleiding weergegeven voor de spreadsheet. Deze toelichting is ook als tabblad terug te vinden bij het openen van de spreadsheet. De naamgeving van de verschillende variabelen is conform de NEN 6740 en NEN 6744, indien men bekend is met deze normen is het invoeren van de spreadsheet duidelijk en overzichtelijk.

### 3.2 Specifieke aandachtspunten

- De gedraineerde toestand wordt altijd doorgerekend, voor het doorrekenen van de ongedraineerde toestand en de zakking kan gekozen worden, onder de knop grondlagenopbouw dienen dan de zettingsvariabelen te worden ingevoerd.
- Bij het bepalen van de zakking van de constructie wordt geen rekening gehouden met zwel.

### 3.3 Randvoorwaarden

- Een ronde fundering wordt omgerekend naar een equivalente vierkante plaat.
- De spreadsheet is enkel geschikt voor ronde en rechthoekige funderingen.

## 4 Controle spreadsheet

In de bijlage B is de spreadsheet vergeleken met een handberekening. Er is één situatie getoetst. De volgende situatie is gecontroleerd:

- Berekening fundering op staal, controle gedraineerde en ongedraineerde toestand en zakingsberekening (zie bijlage B)

In de bijlage is allereerst een uitdraai van de spreadsheet toegevoegd, vervolgens is de handberekening terug te vinden. De waarden berekend in de handberekening zijn te controleren in de spreadsheet. Hiermee zijn alle berekende waarden in de spreadsheet na te rekenen middels een eigen handberekening.

De kleine verschillen zijn te verklaren door afrondingen.

**Bijlage A Voorbeeld lay-out spreadsheet + toelichting.**

**Project:** -  
**Projectnummer:** -

**Onderdeel:** -



Constructeur: Kies naam...

Datum: 15-okt-07

Versie: 1.08

**Fundering op staal volgens NEN 6740/6744**

**Geometrie**

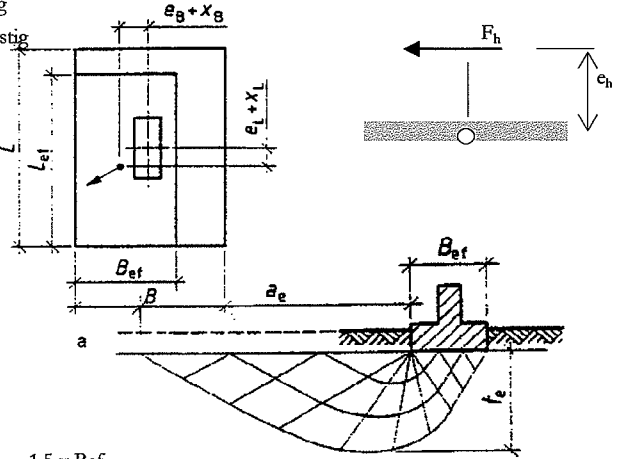
Sondering/boring: -

Referentie: N.A.P.

Type fundering: strokenfundering  
 Breedte B = 0,0 m  $e_B = 0,0$  m zie onderstaand figuur  
 Lengte L = 100,0 m  $e_L = 0,0$  m zie onderstaand figuur  
 $e_h = 0,0$  m  $\alpha = 0^\circ$  hoek van de hor. belasting met lengterichting

**Belastingen**

$F_{sh,d} = 0,0$  kN/m  $\gamma_{sgun} = 0,9$  gunstig  
 $F_{sv,rep} = 0,0$  kN/m  $\gamma_{song} = 1,5$  ongunstig  
 $M_h = 0,0$  kNm/m ontbinden m.b.v. hoek  $\alpha$   
 $M_{h,dwars} = 0,0$  kNm  $M_{h,langs} = 0,0$  kNm  
 $M_{v,dwars} = 0,0$  kNm/m  $M_{v,langs} = 0,0$  nvt  
 $M_{dwars} = 0,0$  kNm  $M_{langs} = 0,0$  kNm  
 $B_{ef} = \#DEEL/0!$  m -  
 $L_{ef} = 100,0$  m eff. lengte op fun.niveau  
 $A_{ef} = \#DEEL/0!$  m<sup>2</sup> effectief oppervlak



$a_e =$  invloedsbreedte  
 $f_e =$  invloedsdiepte

**Grondlagenopbouw**

Maaiveld helling  $\beta = 0,0^\circ$  #####  
 Maaiveldhoogte = 0,00 m tov N.A.P.  $t_c = #####$  m  
 Funderingsniveau z = 0,00 m tov N.A.P.  $a_c = #####$  m  
 GWS = 0,00 m tov N.A.P.  $t_{c,weging} = #####$  m 1,5 x Bef  
 $\phi'_{rep} = 0,0^\circ$  t.b.v.  $t_c$  en  $a_c$   $d_c = #####$  m tov N.A.P.

#DEEL/0!

laagnummer	onderkant [m tov N.A.P.]	laagdikte [m]	$\phi'_{rep}$ [°]	$c'_{rep}$ [kPa]	$\gamma_{rep}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma'_{vz,0,d}$ [kPa]	$f'_{und,rep}$	X	H*X	H*X*c <sub>d</sub>	H*X* $\phi_d$	H*X* $\gamma_d$	H*X*f <sub>d</sub>
0 zand - nat (z)	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
1	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	#####	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
te gebruiken materiaal factoren $\gamma_m$			1,15	1,6	1,1			1,35	$\Sigma$	#####	#####	#####	#####	#####

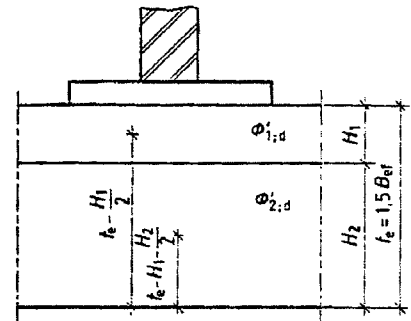
#DEEL/0!

**Gedraineerde toestand**

$\sigma'_{vz,0,d} = 0,0$  kPa korrelspanning op funderingsniveau  
 $c'_{e,d} = \#DEEL/0!$  kPa  
 $\phi'_{e,d} = \#DEEL/0!$  °  
 $\gamma'_{e,d} = \#DEEL/0!$  kN/m<sup>3</sup>  
 $N_c = \#DEEL/0!$   
 $N_q = \#DEEL/0!$   
 $N_g = \#DEEL/0!$

Parameters bepaald volgens NEN 6744 art. 5.2.3.3, 5.2.3.4 en 5.2.5.2

$s_c = \#DEEL/0!$   $\lambda_c = #####$   $i_c = #####$   
 $s_q = 1,00$   $\lambda_q = 1,00$   $i_q = #####$   
 $s_g = 1,00$   $\lambda_g = 1,00$   $i_g = #####$



**Controle verticaal draagvermogen**

$\sigma'_{max,d} = \#DEEL/0!$  kPa max. funderingsdruk  
 $F_{v,d} = \#DEEL/0!$  kN/m verticale draagkracht  
 $\gamma_{song} \times F_{sv,rep} = 0,0$  kN/m #####

**Controle horizontale schuifweerstand**

$c_w = 0,00$  wrijvingscoëfficiënt ( $\tan 2/3 \phi'$ )  
 $S_{hd} = 0,0$  kN/m horizontale schuifweerstand  
 $F_{sh,d} = 0,0$  kN/m **accoord!**

**Project:** -  
**Projectnummer:** -

**Onderdeel:** -



Constructeur: Kies naam...

Datum: 15-okt-07

Versie: 1.08

**Fundering op staal volgens NEN 6740/6744**

**Ongedraineerde toestand**

Geen cohesieve laag direct onder funderingsniveau  
 b.k. ongedrain. laag = 0,00 m t.o.v. N.A.P.

$f_{undrd} =$  #DEEL/0! kPa

$B_{fictief} =$  0,0 m

$F_{s,v,d;extra} =$  0,0 kN

$B_{ef,fict.} =$  #DEEL/0! m

$L_{fictief} =$  1,0 m

$L_{ef,fict.} =$  1,0 m

$A_{ef,fict.} =$  #DEEL/0! m<sup>2</sup>

$s_c =$  1,00

$i_c =$  #DEEL/0!

$\sigma'_{vz;0;d} =$  0,0 kPa

**Controle verticaal draagvermogen**

$\sigma'_{max;d} =$  #DEEL/0! kPa

$F_{s,v,d} =$  #DEEL/0! kN/m

$\gamma_{s;ong} \times F_{s,v;rep} + F_{s,v,d;extra} =$  0,0 kN/m

**Controle squeezing**

$d_{zand} =$  0,00 m

$d_{coh} =$  0,00 m

$\sigma'_{vz;0;d} =$  0,0 kPa

$F_{s,v,d} =$  #DEEL/0! kN/m

$\gamma_{s;ong} \times F_{s,v;rep} =$  0,0 kN/m

**Controle horizontale schuifweerstand**

$B_{ef,afsch} =$  #DEEL/0! m

$L_{ef,afsch} =$  1,0 m

$A_{ef,afsch} =$  #DEEL/0! m<sup>2</sup>

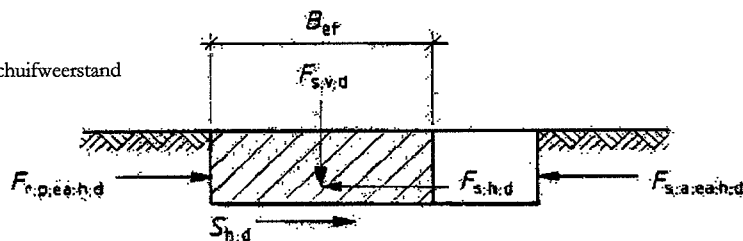
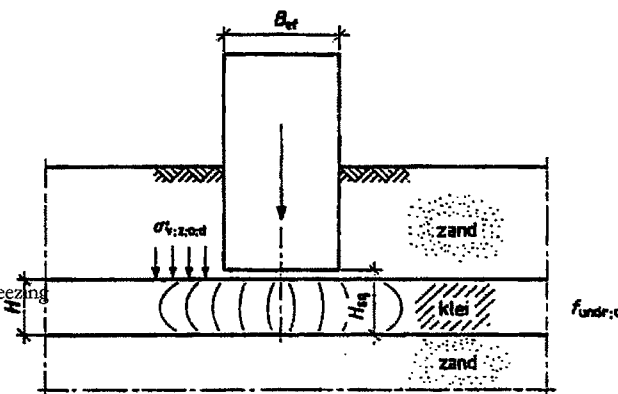
$S_{h,d} =$  #DEEL/0! kN/m

$F_{s,h,d} =$  0,0 kN/m

max. funderingsdruk  
 verticale draagkracht  
 #####

vert. draagkracht ivm squeezing  
 #####

horizontale schuifweerstand  
 #####



**Zetting volgens Koppejan**

Aanlegniveau = 0,00 m tov N.A.P.

Belastingverhoging = #DEEL/0! kN/m<sup>2</sup>

laagnummer	onderkant [m tov ]	laagdikte [m]	C <sub>p</sub> [-]	C <sub>s</sub> [-]	ΔP <sub>g</sub> [kPa]	C <sub>p</sub> [-]	C <sub>s</sub> [-]	Zetting (lineaire rekken)					(natuurlijke rekken)		
								Voor P <sub>g</sub> [mm]	Na P <sub>g</sub> [mm]	Per laag [mm]	Cum. [mm]	Relatief [%]	Per laag [mm]	Cumulatief [mm]	
0 zand - nat (z)	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
1	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
2	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
3	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
5	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
6	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
7	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
8	0	0,00	0	0	0,0	0	0	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####

Totaalzetting = #DEEL/0! mm

Totaalzetting, natuurlijke rek = #DEEL/0! mm

## Uitleg behorende bij spreadsheet

### Fundering op staal

#### Algemeen

Bij het opstarten van het spreadsheet middels de knop 'Invoer' rechtsboven op het blad de geometrie en de belastingen invoeren. Op dit invoerblad is ook nog een knop 'Grondlagen' te vinden. Via deze knop kan de grondlagen opbouw worden ingevoerd. Het is mogelijk om 3 typen fundering door te rekenen, nl. de ronde plaatfundering op staal, de rechthoekige plaatfundering of de strokenfundering. Deze optie dient via een pulldownmenu te worden opgegeven.

In het spreadsheet is tevens de mogelijkheid ingebouwd om ongedraineerd te rekenen. Hiervoor dient men deze mogelijkheid aan te vinken en een aantal extra kolommen gegevens in de grondlagenopbouw in te voeren.

Met het spreadsheet kan ook de zakking van de fundering bepaald worden. De zakking wordt bepaald met de methode Koppejan.

Indien op de normale manier geprint wordt dan zal op de eerste pagina de invoer van de gegevens en de uitvoer van de gedraineerde toestand zijn terug te vinden. Op de tweede pagina is dan vervolgens de gedraineerde toestand en de bepaling van de zakking afgedrukt. Op deze tweede pagina zal maar een deel van de gebruikte parameters voor de bepaling van de zakking worden geprint. Als men alle parameters afgedrukt wil hebben, dan kan op de knop 'Print zakking' worden gedrukt, dit geeft een uitgebreidere print van de bepaling van de zakking.

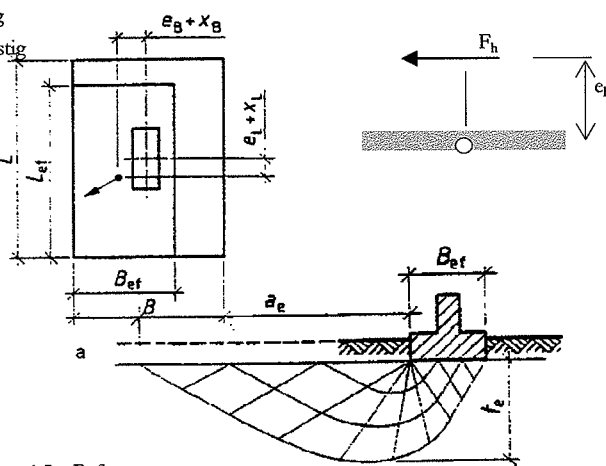


**Bijlage B    Spreadsheet en handberekening fundering op staal, controle  
gedraineerde en ongedraineerde toestand en zakkingsbereke-  
ning**

Type fundering: strokenfundering  
 Breedte B = 4,0 m  $e_B = 0,2$  m zie onderstaand figuur  
 Lengte L = 100,0 m  $e_L = 0,1$  m zie onderstaand figuur  
 $e_h = 0,4$  m  $\alpha = 45^\circ$  hoek van de hor. belasting met lengterichting

**Belastingen**

$F_{s,hyd} = 8,0$  kN/m  $\gamma_{sgun} = 0,9$  gunstig  
 $F_{s,v,rep} = 250,0$  kN/m  $\gamma_{song} = 1,5$  ongunstig  
 $M_h = 3,2$  kNm/m ontbinden m.b.v. hoek  $\alpha$   
 $M_{h,dwars} = 2,3$  kNm  $M_{h,langs} = 2,3$  kNm  
 $M_{v,dwars} = 75,0$  kNm/m  $M_{v,langs} = 37,5$  nvt  
 $M_{d,wars} = 77,3$  kNm  $M_{d,langs} = 39,8$  kNm  
 $B_{ef} = 3,6$  m eff. breedte op fun.niveau  
 $L_{ef} = 100,0$  m eff. lengte op fun.niveau  
 $A_{ef} = 358,8$  m<sup>2</sup> effectief oppervlak



$a_e =$  invloedsbreedte  
 $f_e =$  invloedsdiepte

**Grondlagenopbouw**

Maaiveld helling  $\beta = 0,0^\circ$   
 Maaiveldhoogte = 1,7 m tov N.A.P.  $t_c = 7,0$  m  
 Funderingsniveau z = -2,00 m tov N.A.P.  $a_c = 19,5$  m  
 GWS = -1,30 m tov N.A.P.  $t_{e,weging} = 5,4$  m  $1,5 \times B_{ef}$   
 $\phi'_{rep} = 32,5^\circ$  t.b.v.  $t_c$  en  $a_c$   $d_c = -7,4$  m tov N.A.P.

laagnummer	onderkant [m tov N.A.P.]	laagdikte [m]	$\phi'_{rep}$ [°]	$c'_{rep}$ [kPa]	$\gamma_{rep}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma'_{v,z;0,d}$ [kPa]	$f'_{und,rep}$	X	H*X	H*X*c <sub>d</sub>	H*X* $\phi_d$	H*X* $\gamma_d$	H*X*f <sub>d</sub>
0 zand - droog	-1,30	3,00	30,0	0,0	17,0	15,5	46,4	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
1 zand - nat	-1,90	0,60	30,0	0,0	19,0	7,3	50,7	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
2 veen - nat (z)	-2,00	0,10	15,0	6,0	11,0	0,0	50,7	20,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
3 veen - nat	-2,30	0,30	15,0	6,0	11,0	0,0	50,7	20,0	5,23	1,57	5,9	20,6	0,0	23,3
4 klei - nat	-2,80	0,50	22,5	10,0	18,0	6,4	53,9	80,0	4,83	2,42	15,1	47,9	15,4	143,2
5 zand - nat	-12,40	9,60	35,0	0,0	20,0	8,2	132,5	0,0	2,29	10,50	0,0	328,9	85,9	0,0
6	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
te gebruiken materiaal factoren $\gamma_m$			1,15	1,6	1,1			1,35	$\Sigma$	14,5	21,0	397,4	101,3	166,4

**Gedraineerde toestand**

$\sigma'_{v,z;0,d} = 50,7$  kPa korrelspanning op funderingsniveau  
 $c'_{e;d} = 1,4$  kPa  
 $\phi'_{e;d} = 27,4^\circ$   
 $\gamma'_{e;d} = 7,0$  kN/m<sup>3</sup>  
 $N_c = 24,7$   
 $N_q = 13,8$   
 $N_g = 13,3$

Parameters bepaald volgens NEN 6744 art. 5.2.3.3, 5.2.3.4 en 5.2.5.2

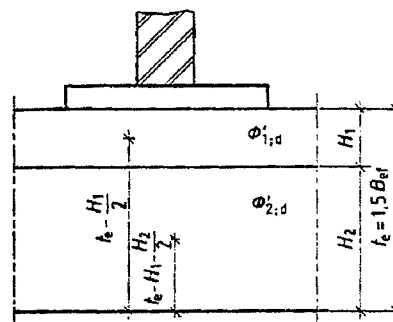
$s_c = 1,00$   $\lambda_c = 1,00$   $i_c = 0,99$   
 $s_q = 1,00$   $\lambda_q = 1,00$   $i_q = 0,99$   
 $s_g = 1,00$   $\lambda_g = 1,00$   $i_g = 0,99$

**Controle verticaal draagvermogen**

$\sigma'_{max;d} = 900,0$  kPa max. funderingsdruk  
 $F_{t,v;d} = 3229,3$  kN/m verticale draagkracht  
 $\gamma_{song} \times F_{s,v,rep} = 375,0$  kN/m **accord!**

**Controle horizontale schuifweerstand**

$c_w = 0,15$  wrijvingscoëfficiënt (tan 2/3  $\phi'$ )  
 $S_{h;d} = 34,6$  kN/m horizontale schuifweerstand  
 $F_{s,hyd} = 8,0$  kN/m **accord!**



**Ongedraineerde toestand**

Laag 2 is de ongedraineerde laag

b.k. ongedrain. laag = -2,00 m t.o.v. N.A.P.

$f_{undrd} = 11,5 \text{ kPa}$

$B_{fictief} = 4,0 \text{ m}$

$F_{sv,d;extra} = 0,0 \text{ kN}$

$B_{effict.} = 3,6 \text{ m}$

$L_{fictief} = 1,0 \text{ m}$

$L_{effict.} = 1,0 \text{ m}$

$A_{effict.} = 3,6 \text{ m}^2$

$s_c = 1,00$

$i_c = 0,95$

$\sigma'_{vz,0;d} = 50,7 \text{ kPa}$

**Controle verticaal draagvermogen**

$\sigma'_{max;d} = 106,8 \text{ kPa}$

max. funderingsdruk

$F_{sv,d} = 383,2 \text{ kN/m}$

verticale draagkracht

$\gamma_{s,ong} \times F_{sv,rep} + F_{sv,d;extra} = 375,0 \text{ kN/m}$

**accord!**

**Controle squeezing**

$d_{zand} = 0,00 \text{ m}$

$d_{coh} = 0,8 \text{ m}$

$\sigma'_{vz,0;d} = 50,7 \text{ kPa}$

$F_{sv,d} = 439,4 \text{ kN/m}$

vert. draagkracht ivm squeezing

$\gamma_{s,ong} \times F_{sv,rep} = 375,0 \text{ kN/m}$

**accord!**

**Controle horizontale schuifweerstand**

$B_{effafsch} = 3,6 \text{ m}$

$L_{effafsch} = 1,0 \text{ m}$

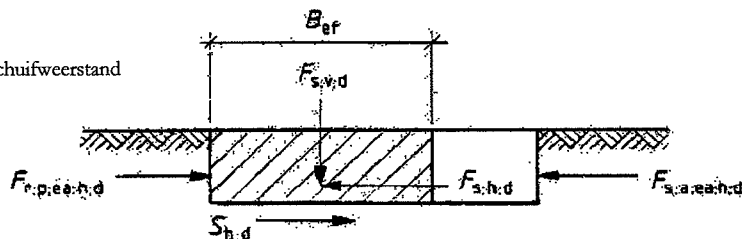
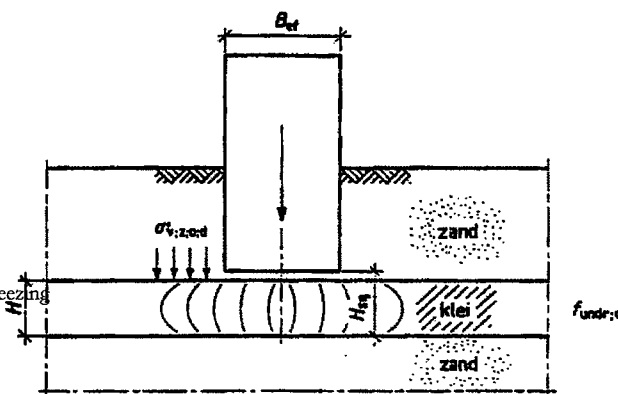
$A_{effafsch} = 3,6 \text{ m}^2$

$S_{hd} = 41,2 \text{ kN/m}$

horizontale schuifweerstand

$F_{s,hd} = 8,0 \text{ kN/m}$

**accord!**



**Zetting volgens Koppejan**

Aanlegniveau = -2,00 m tov N.A.P.

Belastingverhoging = 69,68 kN/m<sup>2</sup>

laagnummer	onderkant [m tov ]	laagdikte [m]	C <sub>p</sub> [-]	C <sub>s</sub> [-]	ΔP <sub>g</sub> [kPa]	C <sub>p</sub> [-]	C <sub>s</sub> [-]	Zetting (lineaire rekken)					(natuurlijke rekken)		
								Voor P <sub>g</sub> [mm]	Na P <sub>g</sub> [mm]	Per laag [mm]	Cum. [mm]	Relatief [%]	Per laag [mm]	Cumulatief [mm]	
0 zand - droog	-1,3	3,00	600	9999	10,0	200	9999	0	0	0	0	0	0	0	0
1 zand - nat	-1,9	0,60	600	9999	10,0	200	9999	0	0	0	0	0	0	0	0
2 veen - nat (z)	-2	0,10	10	30	10,0	7,5	40	0	0	0	0	0	0	0	0
3 veen - nat	-2,3	0,30	10	30	10,0	7,5	40	13	9	21	21	73	21	21	
4 klei - nat	-2,8	0,50	30	400	10,0	20	240	4	3	7	29	24	7	28	
5 zand - nat	-12,4	9,60	1500	9999	10,0	1000	9999	1	0	1	30	3	1	29	
6	0	0,00	0	0	0,0	0	0	0	0	0	30	0	0	29	
7	0	0,00	0	0	0,0	0	0	0	0	0	30	0	0	29	
8	0	0,00	0	0	0,0	0	0	0	0	0	30	0	0	29	

Totaalzetting = **30 mm**

Totaalzetting, natuurlijke rek = **29 mm**

# CONTROLE SPREADSHEET FUNDERING OP STAAL

1/3

## Wing Angs Punten.

\* GEOMETRIE:

$B = 4,0 \text{ M}$      $L = 100 \text{ M}$      $e_B = 0,2$      $e_L = 0,1$      $e_h = 0,4$      $K = 45^\circ$

\* BELASTINGEN:

$F_{suo} (45^\circ) = 8,0 \text{ kN/m}$      $M_{ho} (45^\circ) = 3,2 \text{ kNm/m}$      $M_{hl} = 3,2 \cdot \sin 45^\circ = 2,3 \text{ kNm/m}$   
 $F_{vuro} = 250 \text{ kN/m}$      $f_{s\text{ong}} = 1,5$      $F_{suo} = 375 \text{ kN/m}$   
 $f_{s\text{guh}} = 0,9$      $F_{voug} = 225 \text{ kN/m}$

$M_B = 375 \cdot 0,2 + 2,3 = 77,3$      $e_{B\text{TOT}} = \frac{77,3}{375} = 0,21 \text{ M}$

$M_L = 375 \cdot 0,1 + 2,3 = 39,8$      $e_{L\text{TOT}} = \frac{39,8}{375} = 0,11 \text{ M}$

$B_{EF} = B - 2 \cdot e_{B\text{TOT}} = 4 - 2 \cdot 0,21 = 3,6 \text{ M}$  }  $A_{ef} = 3,6 \cdot 100 = 360 \text{ m}^2$   
 $L_{EF} = L - 2 \cdot e_{L\text{TOT}} \Rightarrow 100 \text{ M}$

\* BODEM:

$H_{AANVERD} = +1,3 \text{ M MP}$      $f_{ef} = 1,15$      $f_{fund} = 1,35$      $\rightarrow$  OVER RAM  $q$   
 $H_{AANLEGKIVO} = -2,0 \text{ M MP}$      $f_c = 1,6$   
 $g_{NS} = -1,3 \text{ M MP}$      $f_t = 1,1$      $e_e = 1,5 \cdot B_{ef} = 5,4 \text{ M}$

OK		$d_{\text{REP}}/D$	$c'_{\text{REP}}/D$	$F_{u, \text{REP}}/A$	$x_{\text{REP}}/l_0$	$f_{u, \text{REP}}$	$X_i$	$H X_i$	$H X_i \cdot Q_d$	$H X_i \cdot d$	$H X_i \cdot d_d$	$H X_i \cdot d_d$
0	+1,3 MAANVERD											
1	-1,3 ZAND	30,0/26,7	0/0	0/0	17/15,5	46,5						
2	-1,9 ZAND	=	=	=	19/17,3	50,9						
3	-2,0 VEREN AANLEGKIVO	15,0/13,1	6/3,8	20/14,8	11/10	50,9						
4	-2,3 VEREN	=	=	=	=	50,9	5,25	1,58	20,70	6,0	0	23,4
5	-2,9 KLEI	22,5/19,8	10/6,3	20/15,3	12/10,4	54,1	4,85	2,43	48,4	15,3	15,6	144,1
	-3,4 ZAND MAANVERD	35,0/31,3	0/0	0/0	20/18,7	91,8	2,30	10,58	331,15	0	86,8	0
							$\Sigma$	14,59	400,0	21,3	107,4	167,5

gevoegen gemiddelden:

$A_{ed} = \frac{\Sigma H X_i \cdot A_d}{\Sigma H X_i}$

$\phi_{ed} = 27,4^\circ$

$C_{ed} = 1,45 \text{ kPa}$

$f'_{ed} = 7,0 \text{ kN/m}^3$

$f_{ued} = 11,5 \text{ kPa}$

\* BEREKENING DRAAGKRACHT GEDRAINEERD

— VERTIKAAL:

$$\sigma'_{v200} = 50,9 \text{ kPa} \quad \phi'_{ed} = 27,4^\circ \quad c'_{ed} = 1,45 \text{ kPa} \quad \delta'_{ed} = 2,0 \text{ kN/m}^3$$

→ TABLE 1 GEEFT NI INTERPOLATIE:

$$N_c = 24,8 \quad N_q = 13,9 \quad N_\gamma = 13,8$$

$$S_q = 1 - 0,3 \cdot \frac{3,6}{100} = 1,0$$

$$S_c = 1 + \frac{3,6}{100} \cdot \tan 27,4 = 1,0$$

$$S_\gamma = 1 - 0,3 \cdot \frac{3,6}{100} = 1,0$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{0,2 \cdot d}{37,5 + 3,60 \cdot 1,45 \cdot \cot 27,4} \right)^3 = 1,0$$

$$i_c = \frac{1 \cdot 13,9 - 1}{13,9 - 1} = 1,0$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{d}{37,5 + 3,60 \cdot 1,45 \cdot \cot 27,4} \right)^3 = 1,0$$

→ GEEN NA-VERMINDERING → L-FACTOREN 1,0

$$\sigma'_{maxD} = 1,45 \cdot 24,8 + 50,9 \cdot 13,9 + 0,5 \cdot 2,0 \cdot 3,6 \cdot 13,8 = 917 \text{ kPa}$$

$$F_{RUD} = 917 \cdot 3,6 = 3301 \text{ kN/m} > 375 \text{ kN/m} \quad \underline{\text{VOLDOET!}}$$

— HORIZONTAAL:

$$\delta = \frac{2}{3} \phi'_{ed} = \frac{2}{3} \cdot 13,1 = 8,73^\circ$$

PASSIEF NIET  
MODIG.

$$S_{HD} = F_{subg} = \tan \delta = 225 \cdot \tan 8,73 = 34,6 \text{ kN/m} > 2,0 \text{ kN/m} \quad \underline{\text{VOLDOET!}}$$

\* BEREKENING DRAAGKRACHT ONGEDRAINEERD

COHESIEVE LAAG → 243 SAMEN

$$B_k = -2,0 \text{ m kPa} (= \text{AANLEGKIND})$$

↳ GEEN SPREIDING

BEF. LET. AEF ZIE BOVEN

$$f_{uED} = 11,5 \text{ kPa}$$

$$i_c = 0,5 \left( 1 + \left( 1 - \frac{0,0}{3,6 - 11,5} \right)^{0,5} \right) = 0,95$$

$$S_c = 1 + 0,2 \cdot \frac{3,6}{100} = 1,0$$

$$\sigma'_{v200} = 50,9 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{maxD} = (\pi + 2) \cdot 11,5 \cdot 1,0 \cdot 0,95 + 50,9 = 107 \text{ kPa}$$

$$F_{RUD} = 107 \cdot 3,6 \cdot 1,0 = 385 \text{ kN/m} > 375 \text{ kN/m} \quad \underline{\text{VOLDOET!}}$$

— SQUEEZING

$$H_{sq} = \text{Dikte COHESIEVE LAAG} + \text{ENTZAMMING} = 0,8 \text{ m}$$

$$\sigma'_{sqd} = 50,9 + 11,5 \left( 4 + \frac{3,6}{2 \cdot 0,8} \right) = 122,8 \text{ kPa}$$

$$F_{RUD} = 122,8 \cdot 3,6 = 442 \text{ kN/m} > 375 \text{ kN/m} \quad \underline{\text{VOLDOET!}}$$

- HORIZONTAAL SCHUIVEN

$$S_{HD} = f_{iceo} \cdot A_{ef} = 11,5 \cdot 3,6 = 41,4 \text{ kN/m} > 27,0 \text{ kN/m VOORBOET!}$$

GEEN PASSIEF NODIG

\* BEREKENING ZETTING

$$B_{ef} = 3,6 \text{ m} \quad L_{ef} = 100 \text{ m} \quad A_{ef} = 3,6 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$f_{rep} \text{ (zinking dus rep)} = \frac{f_{s,veref}}{A_{ef}} = \frac{250}{3,6} = 69,44 \text{ kPa}$$

$$t = 10.000$$

$$\text{AANLEG NIJVO} = -2,0 \text{ m NAA}$$

Lagen vanaf dit niveau:

						AANLEGNIJVO						
						$\Delta P_{ok}$	$P_{1ok}$					
LAAI	ok.	H	$P_{ok}$	$P_{mid}$	$P_g$	10,54	69,44	$P_{mid}$	$A_{P_{mid}}$	$W_{TOTP_g}$	$W_{NA P_g}$	
3	-2,3	0,3	50,9	50,9	60,9	17,10	60,00	60,72	17,8	12,55	9,90	
4	-2,8	0,5	54,1	52,5	62,5	15,16	69,30	60,65	16,1	3,70	3,66	
5	-12,4	9,6	132,0	93,5	103,5	6,42	139,70	104,3	10,8	1,04	0,00	
										$\Sigma$	17,37	13,64

$$\text{TOTAAL ZETTING} = 17,37 + 13,64 = 31 \text{ mm}$$

↑  
ALLEN GROTER  
DAN  $P_g$