



Opdrachtgever : **Wagenbouw B.V.**  
Project : **Skaeve Huse 16 stuks woonunits  
Rotterdam**  
Onderdeel : **Gewichtsberekening en  
fundatieberekening**

#### **Opdrachtgever**

Wagenbouw B.V.  
T.a.v. [REDACTED]  
Postbus 98  
3360 AB Sliedrecht

IOB document nr. : 160469C01\_rev1

Klant document nr. :

Aantal pagina's : 1 t/m 9 (inclusief voorblad en exclusief bijlagen)

Aantal bijlagen : A t/m C

**REVISIE** : **1**

Opgesteld constructeur : [REDACTED]

Gecontroleerd constr. : [REDACTED]

Projectleider : [REDACTED]

Datum opgesteld : 20-11-2019

Status : Definitief

#### **Ingenieursbureau IOB B.V.**

| | Vestiging Hellevoetsluis | Kanaalweg Westzijde 45 | Postbus 238, 3220 AE Hellevoetsluis |  
| T 088 4464462 | info@iob.nl | www.iob.nl |

project : Skaeve Huse 16 stuks woonunits Rotterdam  
onderdeel : Gewichtsberekening en fundatieberekening  
onderwerp : Revisielijst

blad : 2  
ber.nr. : 160469C01\_rev1  
revisie : 1



Alle door IOB vervaardigde documenten worden, binnen de scope van de opdracht, getoetst aan geldende wet- en regelgeving en worden op basis van product- en klanteisen geverifieerd én gevalideerd. Documenten worden voor oplevering vrijgegeven door bevoegde medewerkers. De procesopvolging en documentregistraties bij IOB worden periodiek getoetst door een externe organisatie, overeenkomstig de norm NEN-EN-ISO 9001:2008.

**REVISIE : 0**

Opgesteld constructeur :   
Gecontroleerd constr. :   
Projectleider :   
Datum opgesteld : 26-5-2016  
Status : Definitief

**REVISIE : 1**

Gereviseerd door :   
Datum opgesteld : 20-11-2019  
Status : Definitief  
Aanpassing(en) : Toevoeging vijf extra units.



## INHOUDSOPGAVE

|                                                  |                                                         |            |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------|
| <b>1</b>                                         | <b>Algemeen</b>                                         | <b>4</b>   |
| 1.1                                              | Opdrachtoomschrijving                                   | 4          |
| 1.2                                              | Beschrijving situatie                                   | 4          |
| 1.3                                              | Bijbehorende documenten                                 | 4          |
| 1.4                                              | Conclusies                                              | 4          |
| <b>2</b>                                         | <b>Berekeningsuitgangspunten en -grondslagen</b>        | <b>5</b>   |
| 2.1                                              | Toegepaste voorschriften                                | 5          |
| 2.2                                              | Gevolgklasse en betrouwbaarheidsklasse                  | 5          |
| 2.3                                              | Belastingfactoren en belastingcombinaties               | 5          |
| 2.4                                              | Brandwerendheid                                         | 5          |
| 2.5                                              | Materialen                                              | 6          |
| <b>3</b>                                         | <b>Aangehouden belastingen</b>                          | <b>7</b>   |
| 3.1                                              | Belastingen                                             | 7          |
| 3.2                                              | Waarde van de $\psi$ factoren voor gebouwen             | 7          |
| 3.3                                              | Windgegevens volgens NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB/2011 | 7          |
| <b>4</b>                                         | <b>Overzichten</b>                                      | <b>8</b>   |
| <b>5</b>                                         | <b>Berekening</b>                                       | <b>9</b>   |
| 5.1                                              | Toe te passen fundatie                                  | 9          |
| <b>Bijlage A_ Berekening fundatielasten</b>      |                                                         | <b>100</b> |
| <b>Bijlage B_ Berekening draagvermogen grond</b> |                                                         | <b>102</b> |
| <b>Bijlage C_ Tekening fundatie</b>              |                                                         | <b>107</b> |
| 5.2                                              | SITUATIE                                                | 107        |
| 5.3                                              | WOONUNITS 16x PLATTEGROND EN DOORSNEDE                  | 108        |
| 5.4                                              | BEHEERDERUNIT 1X PLATTEGROND EN DOORSNEDE               | 109        |
| 5.5                                              | BOUWKUNDIGE DOORSNEDES                                  | 110        |



## 1 ALGEMEEN

### 1.1 Opdrachtomschrijving

In opdracht van Wagenbouw B.V. heeft IOB de gewichtsberekening en funderingsberekening gemaakt voor de 16 woonunits in bouwplan "Skaeve Huse" in Overschie, Rotterdam.

### 1.2 Beschrijving situatie

De 16 vrijstaande woonunits bestaan elk uit 2 gekoppelde standaard Wagenbouwunits met betonvloeren (PU271). De 17<sup>e</sup>, beheerderunit is een enkele unit. De woonunits + beheerdersunit worden gefundeerd op staal. Als fundering zullen prefab betonplaten (bv. stelcon) dienen.

Het gebied word in het kader van bouwrijpmaken eerst met ca 30cm zand opgehoogd. Het plaatsen van de woonunits begint na het bereiken van voldoende consolidatie wegens ophoging.

Stabiliteit: Vlg. standaardberekening – zie 1.3.1, voldoet stabiliteit zonder extra maatregelen bij standaard gebouwafmeting van 5 units breed, 2 units lang met een gangsectie en 2 bouwlagen, windgebied II, onbebouwd, RC2. Gezien de enkellaags woningen is de conclusie dat deze woonunits met RC1 voldoen qua stabiliteit.

### 1.3 Bijbehorende documenten

Uitgangspunten voor het ontwerp zijn vastgelegd in onderstaande documenten.

#### 1.3.1 Bijbehorende documenten en berekeningen

| <i>opgesteld door</i> | <i>documentnummer</i> | <i>omschrijving</i>                               | <i>revisie</i> | <i>datum</i> |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|----------------|--------------|
| iob                   | 160056C03             | Standaard unitberekening<br>PU271/general/dynamic | 0              | 20-5-2016    |

#### 1.3.2 Sonderingen en bemalingadvies

| <i>opgesteld door</i> | <i>documentnummer</i> | <i>omschrijving</i>                  | <i>revisie</i> | <i>datum</i> |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|----------------|--------------|
| Gemeente<br>Rotterdam | 2016-020-A            | Bouwrijp maken – Geotechnisch advies |                | 6-5-2016     |

### 1.4 Conclusies

Zie voor de conclusies hoofdstuk 5.1. Zie voor de tekening fundatie Bijlage C.

Door de toevoeging van vijf extra units veranderd er niets aan de berekeningen en de conclusie.



## 2 BEREKENINGSUITGANGSPUNTEN EN -GRONDSLAGEN

### 2.1 Toegepaste voorschriften

*Eurocode 0: Grondslagen*

**NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011** : Grondslagen van het constructief ontwerp

*Eurocode 1: Belastingen op constructies*

**NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011** : Dichtheden, eigen gewicht, opgelegde belastingen

**NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2011** : Windbelastingen

*Eurocode 2: Betonconstructies*

**NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011** : Algemene regels en regels voor gebouwen

*Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp*

**NEN-EN 1997-1+C1:2012** : Algemene regels

### 2.2 Gevolgklasse en betrouwbaarheidsklasse

|                          |           |                                                                                                |
|--------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gevolgklasse             | : CC1     | (tabel B1 NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011)                                                   |
| Betrouwbaarheidsklasse   | : RC1     | Mag in één verband worden gezien met gevolgklasse (tabel B3 NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011) |
| Ontwerplevensduur klasse | : 3       | Gebouwen en andere gewone constructies (tabel 2.1 NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011)           |
| Ontwerplevensduur        | : 50 jaar |                                                                                                |
| Belastingcategorie       | : A       | Woonfunctie (tabel A1.1 NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011)                                     |

### 2.3 Belastingfactoren en belastingcombinaties

Uiterstegrenstoestand

|                           |   |                        |                       |
|---------------------------|---|------------------------|-----------------------|
| Eigen gewicht 'gunstig'   | : | $\gamma_{f,g} = 0,9$   |                       |
| Eigen gewicht 'ongunstig' | : | $\gamma_{f,g} = 1,215$ | 1,08 ( $\xi = 0,89$ ) |
| Veranderlijke belasting   | : | $\gamma_{f,q} = 1,35$  |                       |

Bruikbaarheidsgrenstoestand

|                                    |   |                      |
|------------------------------------|---|----------------------|
| Permanent 'gunstig' en 'ongunstig' | : | $\gamma_{f,g} = 1,0$ |
| Veranderlijke belasting            | : | $\gamma_{f,q} = 1,0$ |

Referentieperiode 50 jaar

|  |   |                  |
|--|---|------------------|
|  | : | $\gamma_t = 1,0$ |
|--|---|------------------|

$K_{fi}$  factor voor belastingen

|   |                |
|---|----------------|
| : | $K_{fi} = 1,0$ |
|---|----------------|

### 2.4 Brandwerendheid

|                               |                       |   |                |         |
|-------------------------------|-----------------------|---|----------------|---------|
| Hoofddraagconstructie         | woningbouw enkellaags | : | geen eis of 30 | minuten |
| Reductie                      |                       | : | 0              | minuten |
| Toe te passen brandwerendheid |                       | : | geen eis of 30 | minuten |



## 2.5 Materialen

### 2.5.1 *Uitgangspunten conform NEN-EN 1992-1-1*

### 2.5.2 *Uitgangspunten conform NEN-EN 1992-1-1*

Betonkwaliteit min. Fundering prefab : C35/45

Betonstaalkwaliteit : B500

Milieuklasse Platen : XC4 / XF1

Betonplaten gebruiken, bv. stelcon.

Betonkwaliteit afhankelijk van de producent.



### 3 AANGEHOUDEN BELASTINGEN

#### 3.1 Belastingen

Zie Bijlage A.

#### 3.2 Waarde van de $\psi$ factoren voor gebouwen

NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011- Tabel NB.2 - A1.1 - Waarde van de  $\psi$  factoren voor gebouwen

| Categorie                                                                                                                                                                                                | Omschrijving                                                           | $\psi_0$             | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|----------|
| A                                                                                                                                                                                                        | Woon en verblijfsruimte                                                | 0,4                  | 0,5      | 0,3      |
| B                                                                                                                                                                                                        | Kantoorruimtes                                                         | 0,5                  | 0,5      | 0,3      |
| C                                                                                                                                                                                                        | Bijeenkomstruimtes                                                     | 0,6/0,4 <sup>a</sup> | 0,7      | 0,6      |
| D                                                                                                                                                                                                        | Winkelruimte                                                           | 0,4                  | 0,7      | 0,6      |
| E                                                                                                                                                                                                        | Opslagruimtes                                                          | 1,0                  | 0,9      | 0,8      |
| F                                                                                                                                                                                                        | Verkeersruimte, voertuiggewicht $\leq 30$ kN                           | 0,7                  | 0,7      | 0,6      |
| G                                                                                                                                                                                                        | Verkeersruimte <sup>b</sup> ,<br>30 kN < voertuiggewicht $\leq 160$ kN | 0,7                  | 0,5      | 0,3      |
| H                                                                                                                                                                                                        | Daken                                                                  | 0                    | 0        | 0        |
|                                                                                                                                                                                                          | Sneeuwbelasting                                                        | 0                    | 0,2      | 0        |
|                                                                                                                                                                                                          | Belasting door regenwater                                              | 0                    | 0        | 0        |
|                                                                                                                                                                                                          | Windbelasting                                                          | 0                    | 0,2      | 0        |
|                                                                                                                                                                                                          | Temperatuur (geen brand)                                               | 0                    | 0,5      | 0        |
| a De waarde 0,6 geldt voor delen van het gebouw die in geval van een calamiteit zwaar kunnen worden belast door een mensenmenigte (vluchtroutes, trappen enz.); de waarde 0,4 geldt in overige gevallen. |                                                                        |                      |          |          |
| b Met verkeersruimte wordt in dit geval een ruimte bedoeld waar voertuigen kunnen rijden, bv parkeergarages.                                                                                             |                                                                        |                      |          |          |

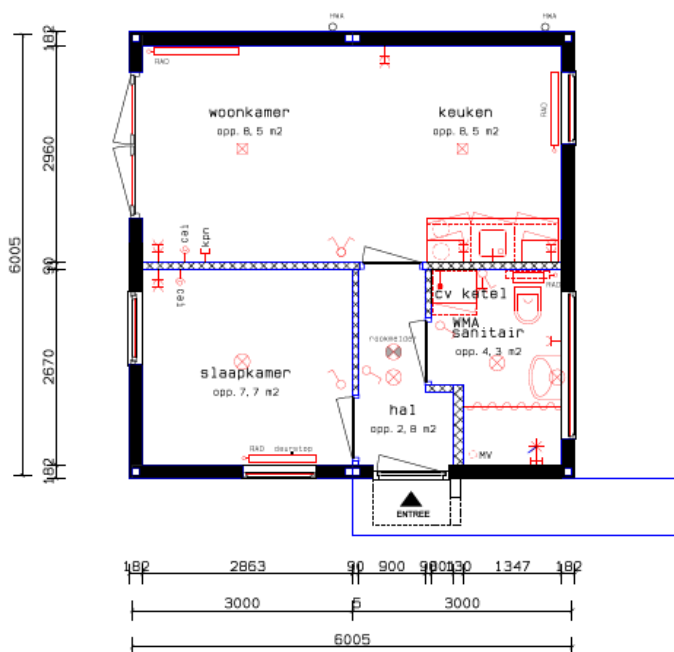
#### 3.3 Windgegevens volgens NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB/2011

Windgebied : II  
Terrein categorie : onbebouwd  
Gebouwhoogte : 3,0 m  $P_{wind;rep} = 0,60 \text{ kN/m}^2$

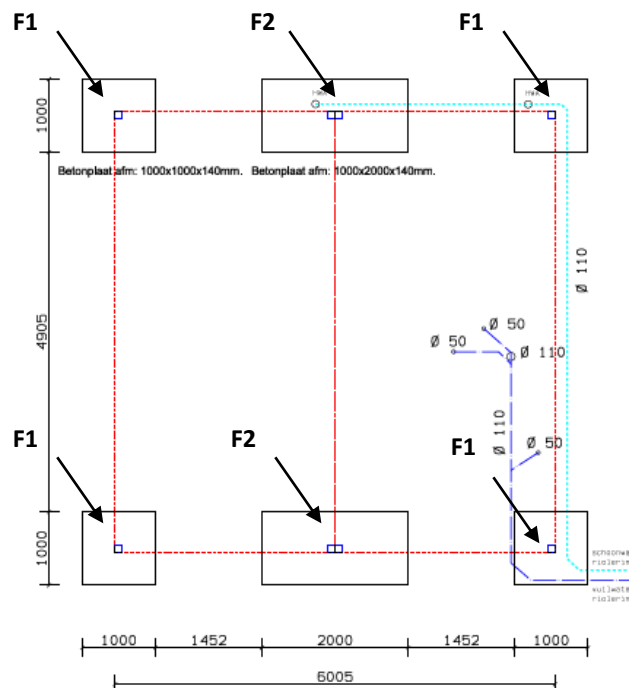
Waarden van uitwendige drukcoëfficiënten ( $c_{pe,10}$ ) volgens NEN-EN 1991-1-4

Waarde van wrijvingscoëfficiënt ( $c_{fr}$ ) volgens NEN-EN 1991-1-4 art. 7.5  
Gevels en daken  $c_{fr} = 0,04$

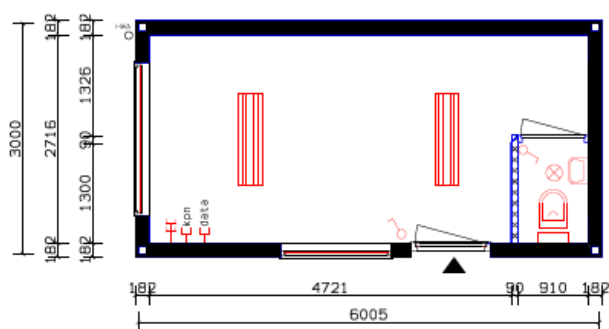
## 4 OVERZICHTEN



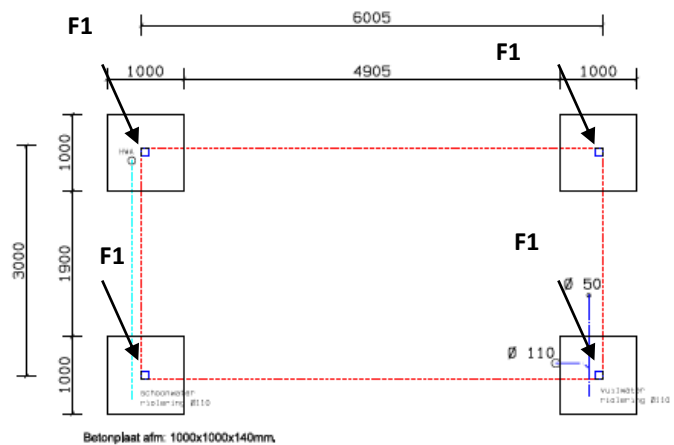
Plattegrond



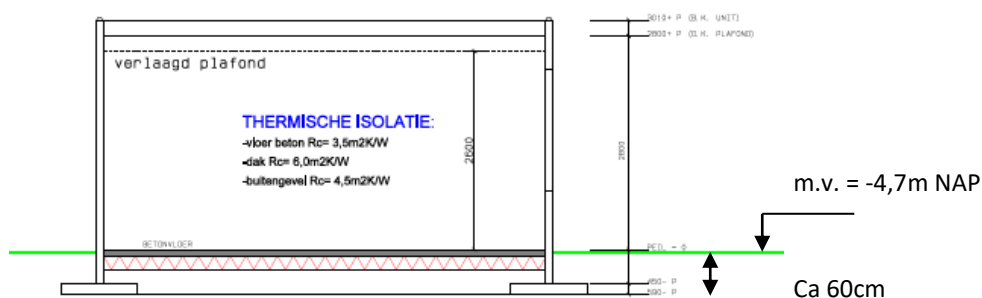
Fundatieplan



Plattegrond



Fundatieplan



Doorsnede



## 5 BEREKENING

Zie voor de berekening van de puntlasten uit de constructie Bijlage A.

Resultaten:

### Rekenwaarden kolomlasten

|                | G<br>(totaal) | Q<br>(per vloer) | Fundamenteel |       |      | Karakteristiek | Frequent | Quasi-blijvend |
|----------------|---------------|------------------|--------------|-------|------|----------------|----------|----------------|
|                |               |                  | 6.10a        | 6.10b | Max. |                |          |                |
| F <sub>1</sub> | 22,1          | 10,1             | 32,3         | 40,5  | 40,5 | 32,2           | 27,1     | 25,1           |
| F <sub>2</sub> | 33,3          | 20,3             | 51,4         | 67,8  | 67,8 | 53,6           | 43,4     | 39,4           |

Zie voor de bodemopbouw Geotechnisch advies.

Zie voor de berekening van de draagvermogen Bijlage B. F1 maatgevend:

### Maximaal draagvermogen

$$\sigma'_{\max_d} := c'_{ed} \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c + \sigma'_{vzod} \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma'_{ed} \cdot B_{ef} \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma}$$

$\sigma'_{\max_d} = 128,9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$F_{rvd} := \sigma'_{\max_d} \cdot A_{ef}$$

toets :  $F_{rvd} = 116 \cdot \text{kN}$  ">=?  $F_{svd\_aanleg} = 51 \cdot \text{kN}$

---

optredend in het bezwijkstadium:  $\sigma'_{s_d} := \frac{F_{svd\_aanleg}}{A_{ef}}$

$\sigma'_{s_d} = 56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

akkoord

Berekening voor F2, plaat 2 x 1m geeft vergelijkbare resultaten ( $F_{rvd} = 206 \text{ kN} > F_{svd\_aanleg} = 88 \text{ kN}$ ).

### 5.1 Toe te passen fundatie

Prefab beton platen of stelcon platen

1000 x 1000 x 140mm en 2000 x 1000 x 140mm toepassen

Puntlast  $F_{kar} = 33,3 + 20,3 = 55 \text{ kN}$

Gelijk aan aslast  $55 \times 2 = 110 \text{ kN} = 11 \text{ ton}$

Bij het kiezen van de platen: minimale toelaatbare aslast 12 ton toepassen.

Platen met dikte 140mm kunnen aslast 12 ton, 15 ton en 20 ton verdragen, afhankelijk van fabrikant.

Let op bij de aansluiting van de installaties dat de grondzettingen onder fundering in 20 jaar tussen 10cm en 20cm kunnen zijn.

Zie voor de tekeningen fundatie Bijlage C.



## BIJLAGE A\_ BEREKENING FUNDATIELASTEN

### FUNDATIELASTEN UNITBOUW

#### 1 BEREKENINGSUITGANGSPUNTEN

##### 1.1 Normversie

NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB:2011

##### 1.2 Grondslagen

|                            |   |            |                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|---|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gevolgklasse               | : | <b>CC1</b> | $k_{Fi} = 0,9$                                                                                                                                                                                                         |
| Betrouwbaarheidsklasse     | : | RC1        |                                                                                                                                                                                                                        |
| Ontwerplevensduurklasse    | : | <b>3</b>   | Voor tijdelijke gebouwen is een ontwerplevensduur < 50 jaar alleen van toepassing op een paalfundatie. De units zelf en er fundaties van stelconplaten kunnen hergebruikt worden en moeten op 50 jaar worden berekend. |
| Ontwerplevensduur          | : | <b>50</b>  |                                                                                                                                                                                                                        |
| Belastingcategorie         | : | <b>A</b>   | Woon- en verblijfsruimten $\Psi_0 = 0,4$ $\Psi_1 = 0,5$ $\Psi_2 = 0,5$                                                                                                                                                 |
| Red. factor vloerbelasting | : | <b>1</b>   | $F_t = F_{t0} * \{1 + (1 - \Psi_1) / 9 * \ln(t / t_0)\}$                                                                                                                                                               |

##### 1.3 Belastingfactoren

|                  |   |                                                     |
|------------------|---|-----------------------------------------------------|
| Combinatie 6.10a | : | $1,215 G_k + 1,35 \Psi_{0,I} Q_{k,I}$               |
|                  |   | $0,9 G_k + 1,35 \Psi_{0,I} Q_{k,I}$                 |
| Combinatie 6.10b | : | $1,08 G_k + 1,35 Q_{k,1} + 1,35 \Psi_{0,I} Q_{k,I}$ |
|                  |   | $0,9 G_k + 1,35 Q_{k,1} + 1,35 \Psi_{0,I} Q_{k,I}$  |

Bij meerdere bouwlagen zijn 2 vloeren extreem en de rest momentaan (NEN-EN1991-1-1 (6.2)).

#### 2 GEBOUWKENMERKEN

|                           |   |                               |
|---------------------------|---|-------------------------------|
| Unit type                 | : | <b>PU271: General/Dynamic</b> |
| Lengte x breedte x hoogte | : | 6,0 m x 3,0 m x 3,6 m         |
| Gang aanwezig?            | : | <b>nee</b>                    |
| Gangbreedte               | : | <b>0 m</b>                    |
| Aantal units gestapeld    | : | <b>1</b>                      |

#### 3 BELASTINGAANNAMEN

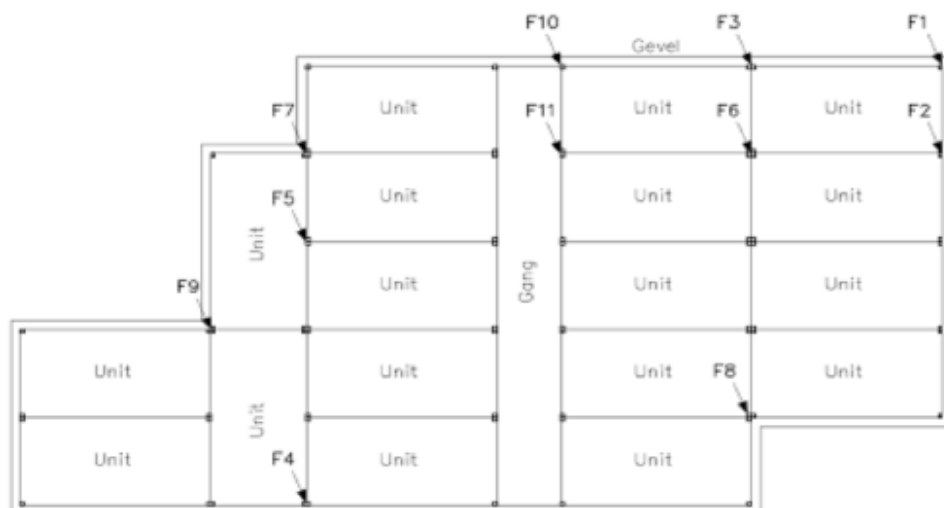
|             | G          | Q          |                   |
|-------------|------------|------------|-------------------|
| $P_{vloer}$ | <b>2,7</b> | <b>2,3</b> | kN/m <sup>2</sup> |
| $P_{dak}$   | <b>0,4</b> | -          | kN/m <sup>2</sup> |
| $P_{gevel}$ | <b>0,5</b> | -          | kN/m <sup>2</sup> |
| $P_{gang}$  | <b>0</b>   | <b>0,0</b> | kN/m <sup>2</sup> |

inc verd. Wandlast à **0,5** kN/m<sup>2</sup>

## 4 KOLOMLASTEN

### 4.1 Voorbeeldplattegrond

Op deze voorbeeldplattegrond staan alle mogelijke typen kolomlasten:



### 4.1 Rekenwaarden kolomlasten

|                 | G        | Q           | Fundamenteel |       |       | Karakteristiek | Frequent | Quasi-blijvend |
|-----------------|----------|-------------|--------------|-------|-------|----------------|----------|----------------|
|                 | (totaal) | (per vloer) | 6.10a        | 6.10b | Max.  |                |          |                |
| F <sub>1</sub>  | 22,1     | 10,1        | 32,3         | 40,5  | 40,5  | 32,2           | 27,1     | 25,1           |
| F <sub>2</sub>  | 33,3     | 20,3        | 51,4         | 67,8  | 67,8  | 53,6           | 43,4     | 39,4           |
| F <sub>3</sub>  | 38,7     | 20,3        | 58,0         | 74,4  | 74,4  | 59,0           | 48,8     | 44,8           |
| F <sub>4</sub>  | 36,0     | 20,3        | 54,7         | 71,1  | 71,1  | 56,3           | 46,1     | 42,1           |
| F <sub>5</sub>  | 27,9     | 20,3        | 44,8         | 61,2  | 61,2  | 48,2           | 38,0     | 34,0           |
| F <sub>6</sub>  | 55,8     | 40,5        | 89,7         | 122,5 | 122,5 | 96,3           | 76,1     | 68,0           |
| F <sub>7</sub>  | 47,3     | 30,4        | 73,8         | 98,4  | 98,4  | 77,6           | 62,4     | 56,4           |
| F <sub>8</sub>  | 50,0     | 30,4        | 77,1         | 101,7 | 101,7 | 80,3           | 65,1     | 59,1           |
| F <sub>9</sub>  | 52,7     | 30,4        | 80,4         | 105,0 | 105,0 | 83,0           | 67,8     | 61,8           |
| F <sub>10</sub> | 19,4     | 10,1        | 29,0         | 37,2  | 37,2  | 29,5           | 24,4     | 22,4           |
| F <sub>11</sub> | 27,9     | 20,3        | 44,8         | 61,2  | 61,2  | 48,2           | 38,0     | 34,0           |

## BIJLAGE B\_ BEREKENING DRAAGVERMOGEN GROND

### Maximaal draagvermogen $F_1$

Fundering op staal vlg. NEN 9997-1 + C1:2012

#### Gegevens van de fundering: peilmaten tov NAP

maaiveld = -4.7 m

aanlegnivo = -5.3 m

$I_{ww} := 1.0 \cdot m$

$B := 1.0 \cdot m$

$h_{fund} := 0.14 \cdot m$

Toelichting:  
 ingevoerd:  $h_{fund}$  op aanlegniveau;  
 het programma rekent automatisch  
 e.g. grond boven fundering + e.g. f.  
 plaat + bovenbelasting met  $\gamma_f = 0.9$ .

#### Gegevens van de belasting:

uniforme bovenbelasting:  $p_{maaiv} := 0.0 \frac{kN}{m^2}$

$\gamma_f := 0.9$

belasting op maaiveld nivo:

$F_{svd} := (40.5) \cdot kN$  (F1)

$F_{svd} = 40.5 \cdot kN$

$F_{shdL} := 0.001 \cdot kN$

$F_{shdB} := 0.001 \cdot kN$

$F_{shd} := \sqrt{F_{shdB}^2 + F_{shdL}^2}$

$F_{shd} = 0 \cdot kN$

$M_{sdL} := 0 \cdot kN \cdot m$

Toelichting:  
 Indien halve plaat bedekt met grond => extra  
 moment.

$M_{sdL} = 0 \cdot kN \cdot m$

$M_{sdB} := 5 \cdot kN(0.5) \cdot m$

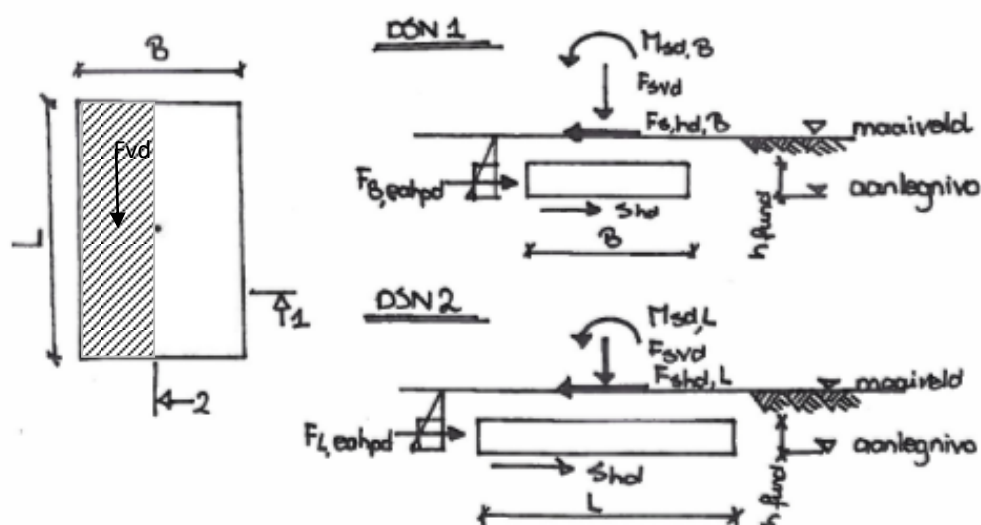
$F_{vd} = 1.0 \cdot m \cdot 0.5 \cdot m \cdot (0.6 - 0.14) \cdot 17 \cdot 1.215 = 5 \cdot kN$

$M_{sdB} = 2.5 \cdot kN \cdot m$

$\kappa := \text{atan}\left(\frac{F_{shdB}}{F_{shdL}}\right)$

$\kappa = 45 \cdot \text{deg}$

Principe



### Omschrijving grondsoorten

NEN 9997-1 + C1:2012

grondsoort =  $\begin{pmatrix} \text{"zand schoon los"} \\ \text{"klei matig zandig"} \\ \text{"klei sterk humeus"} \\ \text{"klei sterk zandig"} \\ \text{"klei sterk humeus"} \\ \text{"..."} \\ \text{"..."} \end{pmatrix}$

bk\_laag =  $\begin{pmatrix} -4.7 \\ -4.95 \\ -5.5 \\ -6.7 \\ -9.3 \end{pmatrix} \text{ m}$

grondwaterstand : **GWS = -5.8 m**

Er onder: extra nivo's toegevoegd,  
namelijk aanlegniveau fundering en grondwaterstand

### Bodemparameters per laag

aantal\_lagen = 7

Cc: lees Cc / (1 + e)

nl := 1 .. aantal\_lagen

bovenkant\_laag<sub>nl</sub> =

H<sub>nl</sub> =

|       |   |
|-------|---|
| -4.7  | m |
| -4.95 |   |
| -5.3  |   |
| -5.5  |   |
| -5.8  |   |
| -6.7  |   |
| -9.3  |   |

|      |   |
|------|---|
| 0.25 | m |
| 0.35 |   |
| 0.2  |   |
| 0.3  |   |
| 0.9  |   |
| 2.6  |   |
| 5.5  |   |

$\gamma_{kar\_nl}$  =

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 18 | $\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ |
| 17 |                                |
| 17 |                                |
| 13 |                                |
| 3  |                                |
| 8  |                                |
| 3  |                                |

$\phi_{nl}$  =

|      |     |
|------|-----|
| 30   | deg |
| 22.5 |     |
| 22.5 |     |
| 15   |     |
| 15   |     |
| 27.5 |     |
| 15   |     |

c<sub>nl</sub> =

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 0  | $\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ |
| 14 |                                |
| 14 |                                |
| 7  |                                |
| 7  |                                |
| 0  |                                |
| 7  |                                |

f<sub>undr\\_nl</sub> =

|    |  |
|----|--|
| 0  |  |
| 80 |  |
| 80 |  |
| 10 |  |
| 10 |  |
| 0  |  |
| 10 |  |

C<sub>c\\_nl</sub> =

|       |  |
|-------|--|
| 0.012 |  |
| 0.153 |  |
| 0.153 |  |
| 0.307 |  |
| 0.307 |  |
| 0.092 |  |
| 0.307 |  |

maaiveld := bovenkant\_laag<sub>1</sub>

maaiveld = -4.7 m

onderkant\_laatste\_laag := bovenkant\_laag<sub>aantal\_lagen</sub> - dikte\_laatste\_laag

onderkant\_laatste\_laag = -14.8 m

### **Berekening belasting op aanlegnivo:**

aanlegnivo = -5.3 m

$$\sigma'_{vzod} := \gamma_{fg} \cdot \sum_{n=1}^{n_{aanleg}-1} (\gamma_{kar_n} \cdot H_n) + \gamma_{fg} \cdot P_{maaiv}$$

$$\sigma'_{vzod} = 9.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$F_{svd\_aanleg} := F_{svd} + \gamma_f \cdot P_{maaiv} \cdot L \cdot B + \gamma_f \cdot \text{if} \left[ n_{bovenkant} > 1, \sum_{n=1}^{n_{bovenkant}-1} (\gamma_{kar_n} \cdot H_n \cdot L \cdot B), 0 \cdot \text{kN} \right] \dots$$

$$+ \gamma_f \cdot \gamma_{kar_{n_{bovenkant}}} \cdot \left[ \text{bovenkant\_laag}_{n_{bovenkant}} - (\text{aanlegnivo} + h_{fund}) \right] \cdot L \cdot B \dots$$

$$+ \gamma_f \cdot 24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot h_{fund} \cdot L \cdot B - \text{if} \left[ \text{GWS} < \text{aanlegnivo}, 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, 10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot \min \left( \frac{h_{fund}}{\text{GWS} - \text{aanlegnivo}} \right) \right] \cdot L \cdot B$$

$$F_{svd\_aanleg} = 51 \cdot \text{kN}$$

$$M_{sdL\_aanleg} := M_{sdL} + F_{shdL} \cdot (\text{maaiveld} - \text{aanlegnivo})$$

$$M_{sdL\_aanleg} = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{sdB\_aanleg} := M_{sdB} + F_{shdB} \cdot (\text{maaiveld} - \text{aanlegnivo})$$

$$M_{sdB\_aanleg} = 2.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

### **Effectief funderingsoppervlak**

$$BL_{ef} := \begin{pmatrix} B - 2 \cdot \frac{M_{sdB\_aanleg}}{F_{svd\_aanleg}} \\ L - 2 \cdot \frac{M_{sdL\_aanleg}}{F_{svd\_aanleg}} \end{pmatrix}$$

$$B_{ef} := \min(BL_{ef})$$

$$B_{ef} = 0.9 \text{ m}$$

$$L_{ef} := \max(BL_{ef})$$

$$L_{ef} = 1 \text{ m}$$

$$A_{ef} := B_{ef} \cdot L_{ef}$$

$$A_{ef} = 0.9 \text{ m}^2$$

$$\kappa_w := \text{if} \left( L_{ef} \neq BL_{ef_1}, \kappa, 90 \cdot \text{deg} - \kappa \right)$$

$$\kappa = 45 \cdot \text{deg}$$

### **Kantelen:**

$$M_{kantel} := M_{sdB\_aanleg}$$

$$M_{stabiel} := F_{svd\_aanleg} \cdot \left( \frac{B}{2} - 0.05 \cdot \text{m} \right)$$

$$\frac{M_{kantel}}{M_{stabiel}} = 0.11$$

### Gedraineerde toestand

invloedsdiepte :  $t_e := 1.5 \cdot B_{ef}$   $t_e = 1.35 \text{ m}$

invloedsnivo :  $H_{invloed} := \text{aanlegnivo} - t_e$   $H_{invloed} = -6.65 \text{ m}$

laagnummer invloedsnivo:  $n_{invloed} := \text{laagindex}(H_{invloed})$   $n_{invloed} = 5$   $n_{aanleg} = 3$

$\text{bovenkant\_laag}_{n_{invloed}} = -5.8 \text{ m}$   $H_{n_{invloed}} := \text{bovenkant\_laag}_{n_{invloed}} - H_{invloed}$

gewogen grondparameters:

$i := n_{aanleg} \dots n_{invloed}$   $X_i := t_e + 0.5 \cdot H_i - \sum_{j=n_{aanleg}}^i H_j$

| i = | $H_i =$ | $X_i =$ |
|-----|---------|---------|
| 3   | 0.2 m   | 1.25 m  |
| 4   | 0.3     | 1       |
| 5   | 0.85    | 0.43    |

$$\phi'_{ed} := \frac{\sum_i \left( H_i \cdot \frac{\phi_i}{1.15} \cdot X_i \right)}{\sum_i (H_i \cdot X_i)}$$

$\phi'_{ed} = 14.8 \cdot \text{deg}$

$$c'_{ed} := \frac{\sum_i \left( H_i \cdot \frac{c_i}{1.6} \cdot X_i \right)}{\sum_i (H_i \cdot X_i)}$$

$c'_{ed} = 5.57 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$\gamma'_{ed} := \frac{\sum_i \left( H_i \cdot \frac{\gamma_{kar,i}}{1.1} \cdot X_i \right)}{\sum_i (H_i \cdot X_i)}$$

$\gamma'_{ed} = 9.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

$\sigma'_{vzod} = 9.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$N_q := e^{\pi \cdot \tan(\phi'_{ed})} \cdot (\tan(45 \cdot \text{deg} + 0.5 \cdot \phi'_{ed}))^2$$

$N_q = 3.88$

$$N_c := \frac{N_q - 1}{\tan(\phi'_{ed})}$$

$N_c = 10.87$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi'_{ed})$$

$N_\gamma = 1.52$

$$s_q := 1 + \frac{B_{ef}}{L_{ef}} \cdot \sin(\phi'_{ed})$$

$s_q = 1.23$

$$s_c := \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

$s_c = 1.31$

$$s_\gamma := 1 - 0.3 \cdot \frac{B_{ef}}{L_{ef}}$$

$s_\gamma = 0.73$

reductiefactoren voor de helling van de belasting:

$$i_q := \begin{cases} a \leftarrow 1 - \frac{F_{shd}}{F_{svd\_aanleg} + A_{ef} \cdot c'_{ed} \cdot \cot(\phi'_{ed})} \\ b \leftarrow \left( 1 - \frac{0.7 \cdot F_{shd}}{F_{svd\_aanleg} + A_{ef} \cdot c'_{ed} \cdot \cot(\phi'_{ed})} \right)^3 \\ c \leftarrow a \text{ if } \frac{L_{ef}}{B_{ef}} \geq 2 \\ c \leftarrow b + (a - b) \cdot \left( \frac{L_{ef}}{B_{ef}} - 1 \right) \text{ if } \frac{L_{ef}}{B_{ef}} < 2 \\ c + (b - c) \cdot \frac{\kappa}{90 \cdot \text{deg}} \end{cases}$$

$$i_c := \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

$$i_\gamma := \begin{cases} a \leftarrow 1 - \frac{F_{shd}}{F_{svd\_aanleg} + A_{ef} \cdot c'_{ed} \cdot \cot(\phi'_{ed})} \\ b \leftarrow \left( 1 - \frac{F_{shd}}{F_{svd\_aanleg} + A_{ef} \cdot c'_{ed} \cdot \cot(\phi'_{ed})} \right)^3 \\ c \leftarrow a \text{ if } \frac{L_{ef}}{B_{ef}} \geq 2 \\ c \leftarrow b + (a - b) \cdot \left( \frac{L_{ef}}{B_{ef}} - 1 \right) \text{ if } \frac{L_{ef}}{B_{ef}} < 2 \\ c + (b - c) \cdot \frac{\kappa}{90 \cdot \text{deg}} \end{cases}$$

$$i_q = 1$$

$$i_\gamma = 1$$

$$i_c = 1$$

Maximaal draagvermogen

$$\sigma'_{\max\_d} := c'_{ed} \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c + \sigma'_{vzod} \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma'_{ed} \cdot B_{ef} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$\sigma'_{\max\_d} = 128.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$F_{rvd} := \sigma'_{\max\_d} \cdot A_{ef}$$

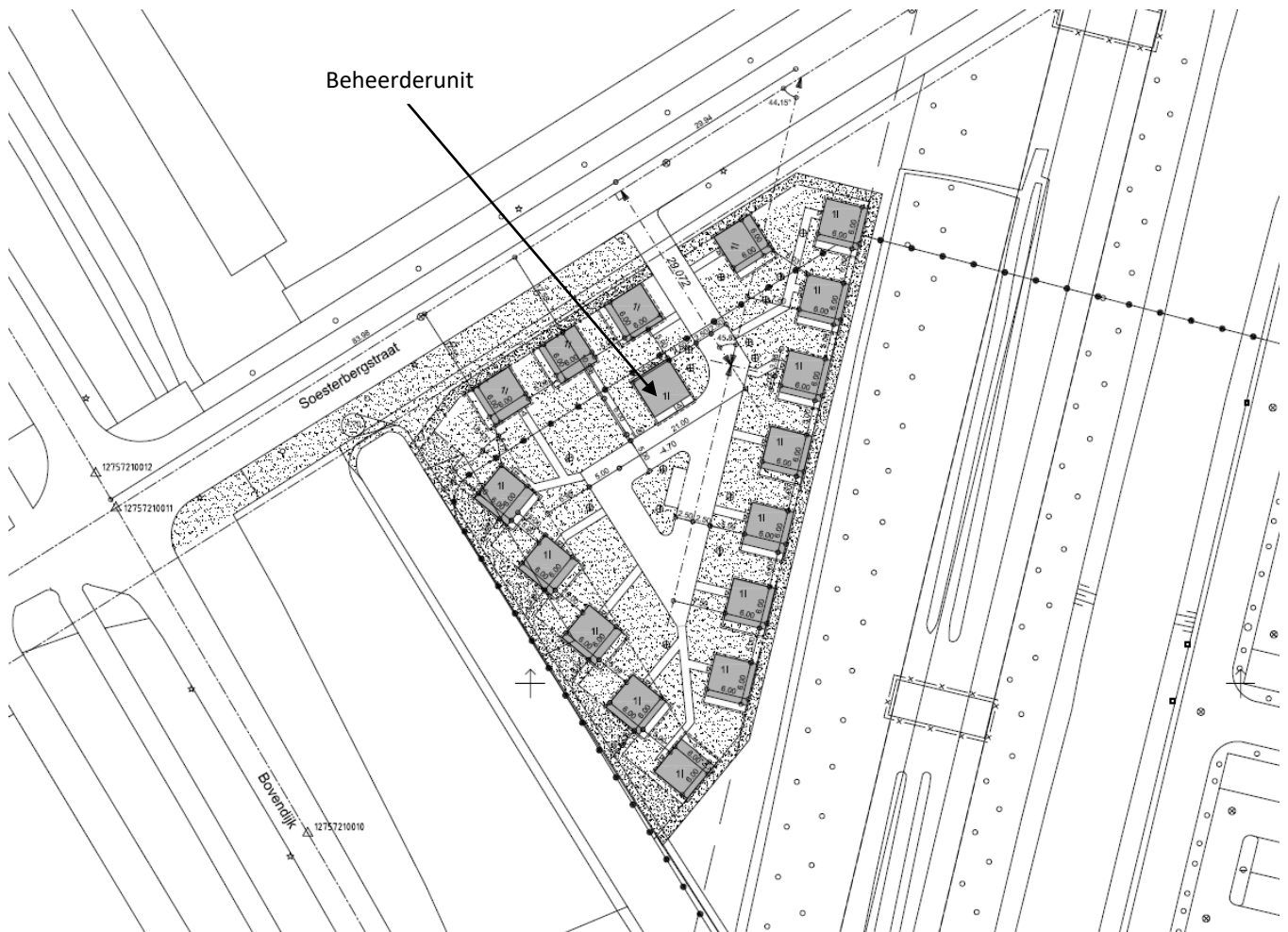
toets :  $F_{rvd} = 116 \cdot \text{kN}$  **">=?"**  $F_{svd\_aanleg} = 51 \cdot \text{kN}$

optredend in het bezwijkstadium:

$$\sigma'_{s\_d} := \frac{F_{svd\_aanleg}}{A_{ef}}$$

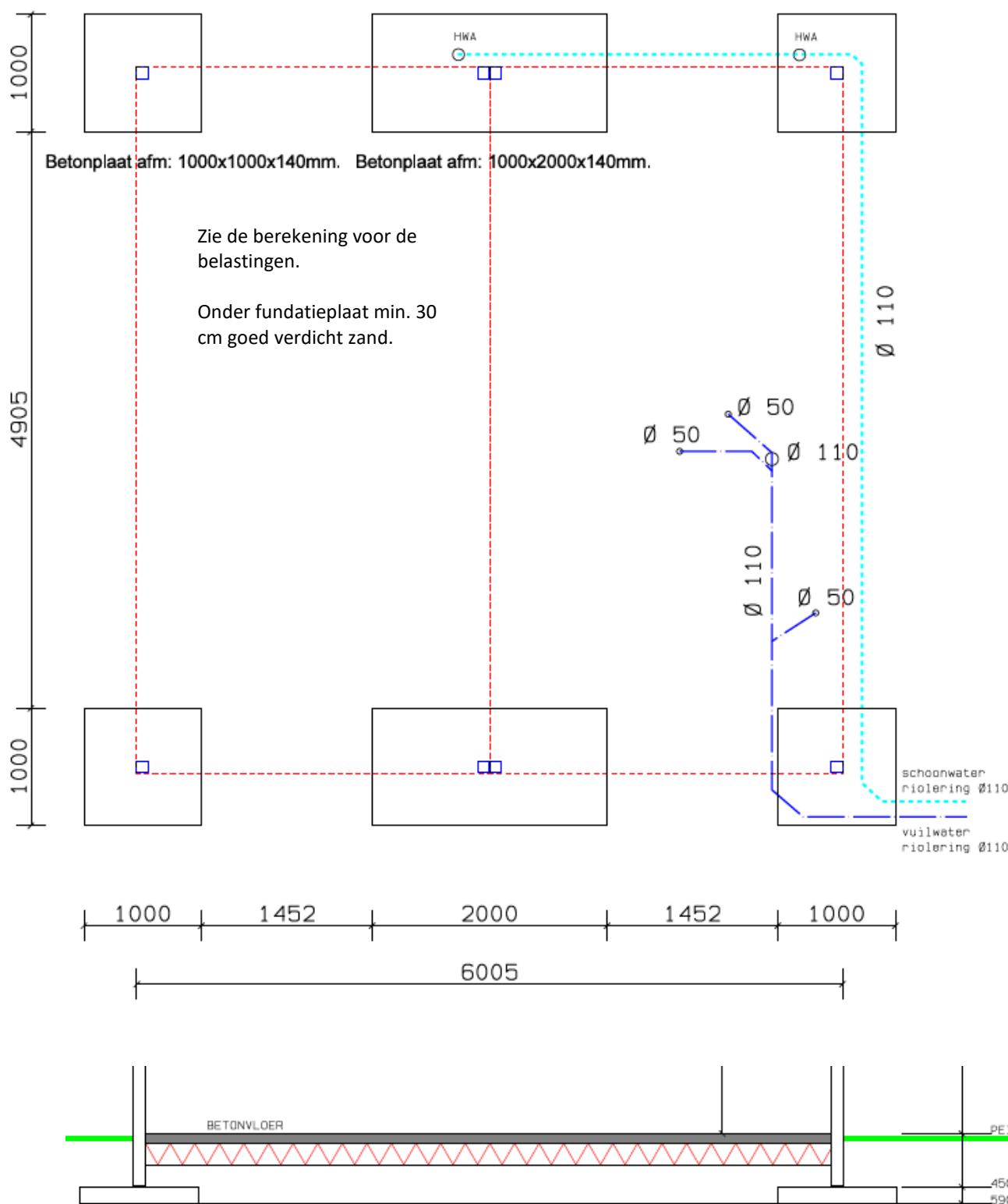
$$\sigma'_{s\_d} = 56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

**akkoord**

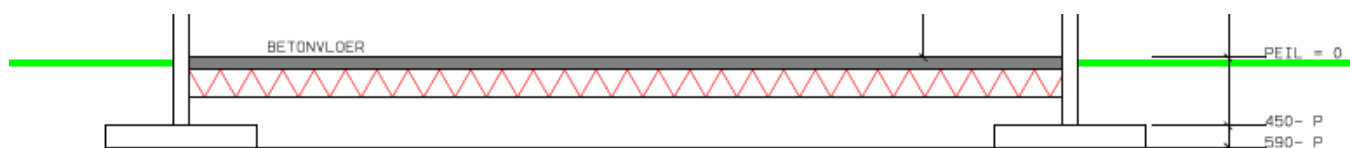
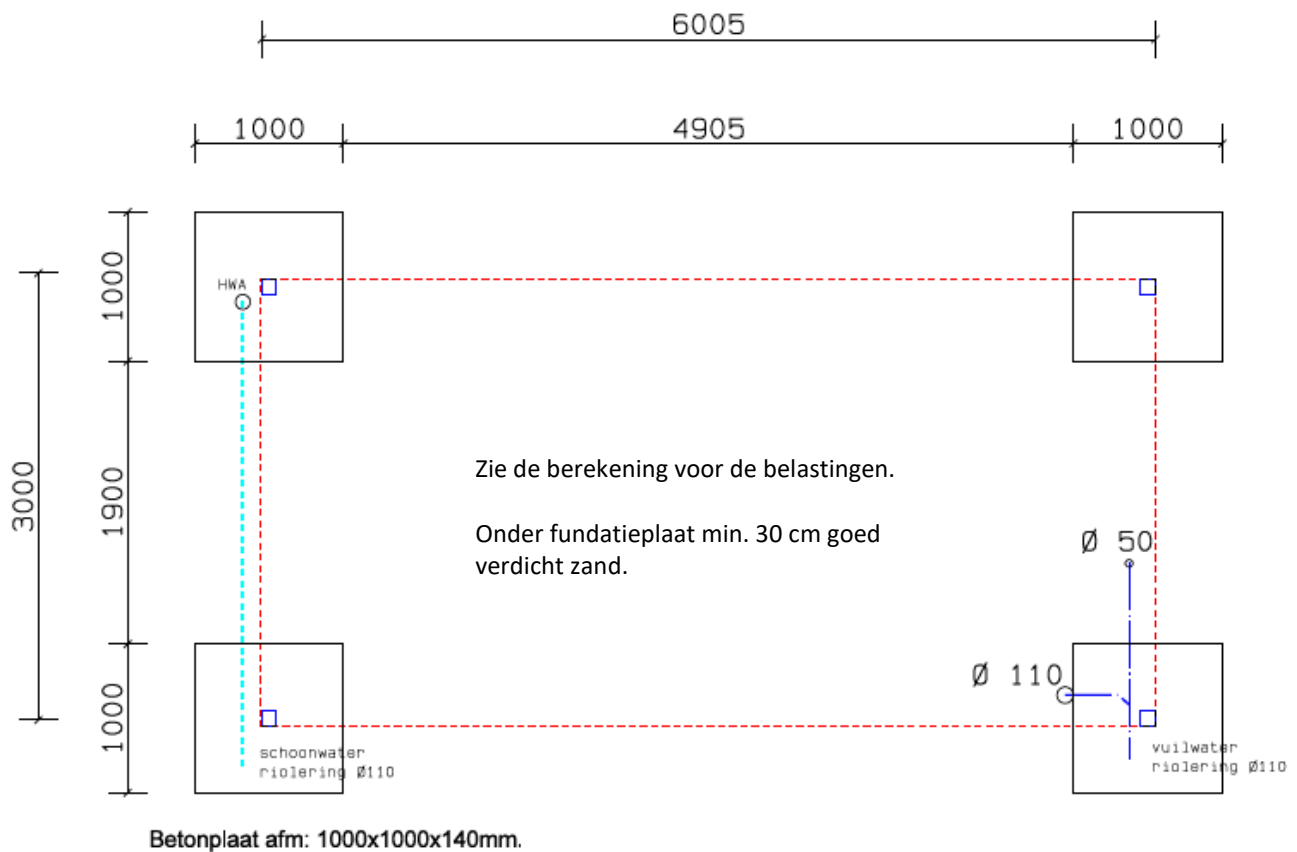


### 5.3 WOONUNITS 16x

### PLATTEGROND EN DOORSNEDE



#### 5.4 BEHEERDERUNIT 1X PLATTEGROND EN DOORSNEDE



## 5.5 BOUWKUNDIGE DOORSNEDEN

