



Chemours

Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

NL579200-WT- Carbonbedden -C05-0002 Rev 0

Februari 2019

INTERNAL USE ONLY

THIS DOCUMENT CONTAINS INFORMATION CLASSIFIED AS INTERNAL USE ONLY
PROTECTION OF THIS DOCUMENT MUST COMPLY WITH CHEMOURS DISO
POLICY AND GUIDANCE.
CONTACT TRADE SECRET RISK MANAGER FOR YOUR BUSINESS FOR
FURTHER GUIDANCE.

Document history and status

Revision	Date	Description	Made By	Checked By	Discipline Approved By	Project Approved By
0	4 Maart 2019	For Client Review	KOMA	GRJO	DEMJ	H. van Dijk

Project gegevens

Project No: **NL579200**
Document Title: **Opstelling voor WaterTreatment installatie**
Document No.: **NL579200-WT-Carbonbedden-C05-0002**
Revision: **0**
Date: **4 Maart 2019**
Client Name: **Chemours**
Client No: **-**
Project Manager: **Hans van Dijk** : **Chemours**
Author: **Matthijs Kooi** : **Jacobs**

Jacobs Nederland B.V.

Wilhelmina van Pruysenweg 2
2595 AN Den Haag
Netherlands
T +31 (0) 886 257 000

Koddeweg 77
3194 DH Hoogvliet
Netherlands
T +31 (0) 10 3438439

www.jacobs.com

© Copyright 2017 Jacobs Nederland B.V.. The concepts and information contained in this document are the property of Jacobs. Use or copying of this document in whole or in part without the written permission of Jacobs constitutes an infringement of copyright.

Limitation: This document has been prepared on behalf of, and for the exclusive use of Jacobs' client, and is subject to, and issued in accordance with, the provisions of the contract between Jacobs and the client. Jacobs accepts no liability or responsibility whatsoever for, or in respect of, any use of, or reliance upon, this document by any third party.

Inhoud

1.	INTRODUCTIE	4
1.1	Algemeen	4
1.2	Revisie Omschrijving	4
2.	DATA ALGEMEEN	5
3.	GRONDOPBOUW.....	6
4.	LAYOUT	7
5.	BELASTINGEN	8
6.	CONTROLE GRONDDRUK BIJ GELIJKMATIG VERDEELDE BELASTINGEN	9
7.	CONTROLE GRONDDRUK BIJ GECONCENTREERDE BELASTINGEN.....	13
7.1	Geconcentreerde belasting van DAF units, item 6 en 7.....	13
7.1.1	Controle poot A.....	14
7.1.2	Controle poot B.....	16
7.1.3	Controle poot C	18
7.1.4	Controle poot D	18
7.1.5	Samenvatting controle poten DAF units.....	20
7.2	Geconcentreerde belasting van Zandfilters, item 11 en 12.....	21
7.2.1	Controle poten rechter filter aan linkerzijde.....	21
7.2.2	Controle overige poten	22
7.3	Geconcentreerde belasting van Decanteer unit, item 16.....	23
7.3.1	Controle poten aan rechterzijde	23
7.3.2	Controle poten aan linkerzijde.....	25
7.4	Geconcentreerde belasting van Afvoercontainer vaste stoffen, item 17.....	26
8.	AANPASSINGEN NIEUWE SITUATIE.....	27
8.1	DAF units, item 6 en 7	27
8.1.1	Controle oplegging E	28
8.1.2	Controle opleggingen F	30
8.1.3	Controle dubbele UNP200 ligger.....	32
8.2	Afvoercontainer vaste stoffen, item 17	34
9.	CONCLUSIE	37

Bijlages: geen

1. INTRODUCTIE

1.1 Algemeen

Ten behoeve van de tijdelijke test opstelling voor de waterbehandeling zijn een serie betonplaten geplaatst ter ondersteuning van de installatie onderdelen. In deze berekening zijn van de verschillende onderdelen van deze installatie de belastingen bepaald en gronddrukken gecontroleerd.

De tijdelijke opstelling is al ingebruik genomen, deze berekening dient als onderbouwing om de huidige situatie te controleren voor gebruik voor lange tijd.

De rekenmethode toegepast in dit rapport, is in beginsel een vereenvoudigde methode, welke conservatieve resultaten oplevert. In situaties waar de resultaten met deze methode niet acceptabel zijn, is een gedetailleerde methode toegepast, die meer capaciteit laat zien.

Dit rapport bevat een controle van de huidige situatie. Daar waar aanpassingen noodzakelijk zijn, zijn suggesties gedaan voor mogelijke aanpassingen met een korte onderbouwing.

1.2 Revisie Omschrijving

Rev.	Omschrijving
0	Eerste uitgave

2. DATA ALGEMEEN

ONTWERP DATA VOOR STAAL

n.v.t

ONTWERP DATA VOOR BETON

n.v.t

ONTWERP DATA VOOR GROND

Maximaal toelaatbare gronddruk lange duur: 40 kN/m²
Maximaal toelaatbare gronddruk korte duur: 60 kN/m²
Gemiddelde hoek van inwendige wrijving: 30 graden
Zie toelichting en onderbouwing op volgende pagina.

ONTWERPLEVENSDUUR

Ontwerplevensduur	10 jaar
Consequentie klasse	CC2
Betrouwbaarheidsklasse	RC2

EURO CODES EN NORMEN

Eurocodes

EN 1990	Basis of structural design
EN 1991-1-1	Actions on Structures
EN 1991-1-4	General actions - Wind actions
EN 206-1	Concrete - Specification, performance, production and conformity

De Nederlandse nationale bijlagen voor elke genoemde code zijn ook van toepassing.

BEREKENING PROGRAMMA'S

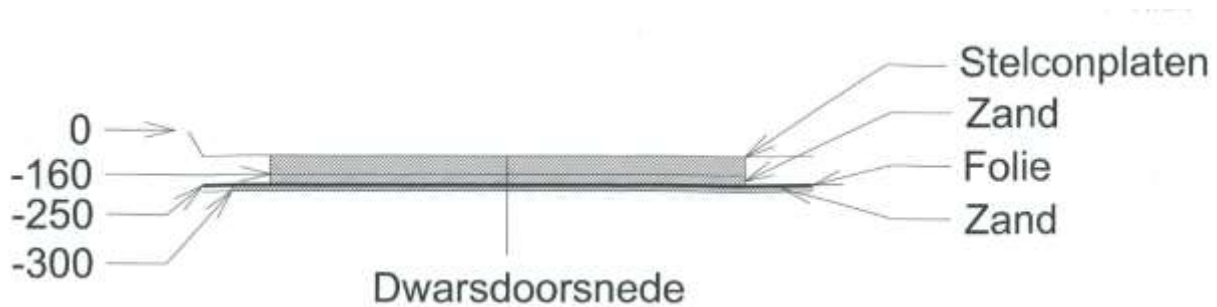
N.v.t.

BELASTING FACTOREN

Permanente Gewichten (DL) / Eigengewicht	$\gamma_G = 1.35 / 0.9$
Veranderlijke Belastingen (LL) / Nuttige belasting	$\gamma_G = 1.50$
Apparatuur Gewichten (EL)	$\gamma_G = 1.35$
Wind belasting, gebied II, onbebouwd terrein	$\gamma_G = 1.50$

3. GRONDOPBOUW

Van de grondgesteldheid is bekend dat er een laag goed verdichte repac aangebracht is, waarboven een opbouw met zand aangebracht met een waterdichte laag. Zie onderstaande doorsnede.



Voor de eenvoudige controles gebaseerd op maximaal toelaatbare druk op het effectieve oppervlakte zijnde volgende toelaatbare grondrukken vastgesteld. De capaciteit is gebaseerd op ervaring.

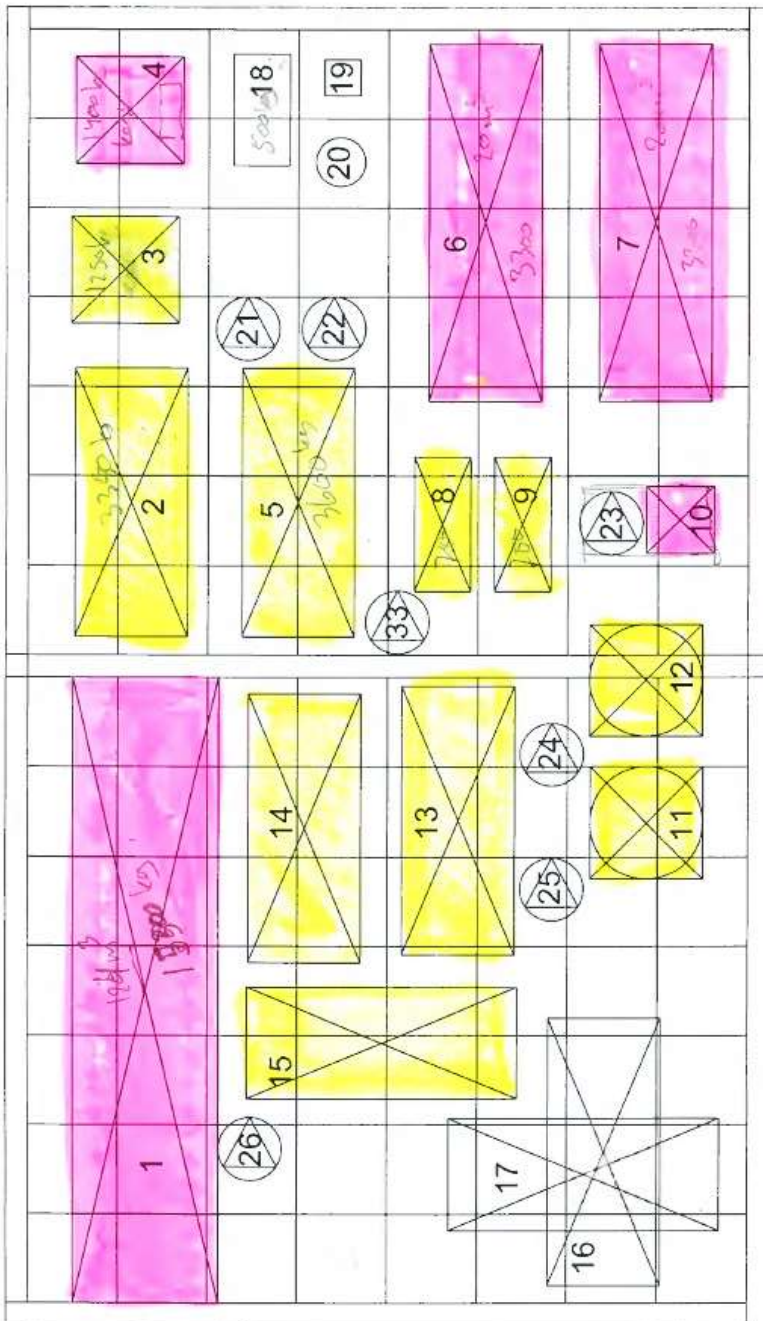
Maximaal toelaatbare gronddruk lange duur: 40 kN/m²

Maximaal toelaatbare gronddruk korte duur: 60 kN/m²

Voor de gedetailleerde controle is de hoek van inwendige wrijving toegepast van goed verdicht zand, namelijk 30 graden.

4. LAYOUT

1	Vlerk
2	Influentbak
3	Mengbak 1 Vlerk
4	Flocculant unit
5	Indikbak
6	DAF 2
7	DAF 1
8	Bufferbak 1
9	Bufferbak 2
10	Spoelkast Zandfilters
11	Zandfilter 1
12	Zandfilter 2
13	Schoonwater
14	Vuilwater van Zandfilter
15	Mengbak
16	Decanteer installatie
17	Buffer/Ontwateringsbak
18	Stadswater
19	Schroefcompressor
20	Buffertank lucht
21	Influent pomp > Mengbak
22	Effluent pomp > Daf units
23	Blower
24	Influent pomp > zandfilter
25	Effluent zandfilter



26	Hulp pomp
27	Dompelpomp
28	Opvangput
29	Spillcontainment
30	Vijverpomp 2
31	Vijverpomp 1
32	Koolstofbedden
33	Schoonwaterpomp

5. BELASTINGEN

Inventarisatie gewichten en afmetingen equipment Water Treatment temporary location									
Nr.	Omschrijving	Afmetingen			Leeg gewicht [kg]		Volume gewicht [kg]		
		L	B	H	V				Opmerkingen
1	Vlerk Tank	14,0	3,3	3,2	124	+	124000	15300	Open container
2	Influentbak	6,5	2,1	2,7	37	+	36855	3350	Open container
3	Mengbak 1 vlerk	2,0	1,1	3,0	7	+	6600	1250	Open bak op 2 extra lagen betonplaten (tot. 12,0kN/m ²)
4	Flocculant unit	2,4	2,4	2,6	-	+	0	1250	Dichte container met bak er in (5,0 kN/m ²)
5	Indik bak	6,0	2,5	2,4	36	+	36000	3600	Open bak
6	DAF 2	7,5	2,5	2,2	8	+	8000	3300	
7	DAF 1	7,5	2,5	2,2	8	+	8000	3300	
8	Bufferbak 1	1,5	1,15	4	7	+	6900	750	
9	Bufferbak 2	1,5	1,15	4	7	+	6900	750	
10	Spoelkast zandfilters	2	2	3	-	+	2000	1250	Container open ruimte 5,0 kN/m ²
11	Zandfilter 1	diam 2,6m x hoog 2,6m			12	+	19272	3000	Tank incl. extra 7000kg zand in filter
12	Zandfilter 2	diam 2,6m x hoog 2,6m			12	+	19272	3000	Tank incl. extra 7000kg zand in filter
13	Schoon water tank	6,5	2,1	2,7	37	+	36855	3350	
14	Vuilwater tank van zandfilter	6,5	2,1	2,7	37	+	36855	3350	
15	Mengbak	6,0	2,4	2,4	35	+	34560	3600	
16	Decanteer installatie	6,0	2,5	2,5	-	+	7500	6885	Container op hoogte boven afvoer container vaste stoffen 5,0 kN/m ²
17	Afvoercontainer vaste stoffen	6,5	2,5	1,2	20	+	20000	2000	Afvoercontainer vaste stoffen
18	Stadswater tank	2,4	1,1	1,5	4	+	3960	500	
19	overig					+			
t/m						+			
26	overig					+			vloer oppervlak belasting ca 5,0 kN/m ²

6. CONTROLE GRONDDRUK BIJ GELIJKMATIG VERDEELDE BELASTINGEN

1 Vlerk Tank

Open container

Afmetingen: B = 3,3 m Oppervlakte = 46,2 m²
L = 14,0 m Inhoud = 124,0 m³
H = 3,2 m

Belastingfactor: Ontwerplast:

Leeg gewicht: 15300 kg = 153 kN 1,35 207 kN
Inhoud: 124000 kg = 1240 kN 1,50 1860 kN
Nuttige belasting: 0,0 kN/m² *n.v.t.* 1,50 0,0 kN/m²
Gewicht beton: 4,0 kN/m² 1,35 5,4 kN/m²

Grondspanning:

BGT = (153 + 1240) / 46,2 + 0,0 + 4,0 = **34,2 kN/m²**
UGT = (207 + 1860) / 46,2 + 0,0 + 5,4 = **50,1 kN/m²**

2 Influentbak

Open container

Afmetingen: B = 2,1 m Oppervlakte = 13,7 m²
L = 6,5 m Inhoud = 36,9 m³
H = 2,7 m

Belastingfactor: Ontwerplast:

Leeg gewicht: 3350 kg = 33,5 kN 1,35 45 kN
Inhoud: 36855 kg = 368,6 kN 1,50 553 kN
Nuttige belasting: 0,0 kN/m² *n.v.t.* 1,50 0,0 kN/m²
Gewicht beton: 4,0 kN/m² 1,35 5,4 kN/m²

Grondspanning:

BGT = (33,5 + 369) / 13,7 + 0,0 + 4,0 = **33,5 kN/m²**
UGT = (45 + 553) / 13,7 + 0,0 + 5,4 = **49,2 kN/m²**

3 Mengbak 1 vlerk

Open bak op 2 extra lagen betonplaten (tot. 12,0kN/m²)

Afmetingen: B = 1,1 m Oppervlakte = 4,0 m² (1 hele betonplaat is
L = 2,0 m Inhoud = 6,6 m³ effectief)
H = 3,0 m

Belastingfactor: Ontwerplast:

Leeg gewicht: 1250 kg = 12,5 kN 1,35 17 kN
Inhoud: 6600 kg = 66 kN 1,50 99 kN
Nuttige belasting: 0,0 kN/m² *n.v.t.* 1,50 0,0 kN/m²
Gewicht beton: **12,0** kN/m² 1,35 16,2 kN/m²

Grondspanning:

BGT = (12,5 + 66) / 4,0 + 0,0 + 12,0 = **31,6 kN/m²**
UGT = (17 + 99) / 4,0 + 0,0 + 16,2 = **45,2 kN/m²**

4 Flocculant unit

Dichte container met bak er in (5,0 kN/m²)

Afmetingen: B = 2,4 m Oppervlakte = 5,8 m²
 L = 2,4 m Inhoud = - m³
 H = 2,6 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	1250 kg =	12,5 kN	1,35	17 kN
Inhoud:	0 kg =	0 kN	1,50	0 kN
Nuttige belasting:	5,0 kN/m ²		1,50	7,5 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

BGT = (12,5 + 0) / 5,8 + 5,0 + 4,0 = **11,2 kN/m²**
 UGT = (17 + 0) / 5,8 + 7,5 + 5,4 = **15,8 kN/m²**

5 Indik bak

Open bak

Afmetingen: B = 2,5 m Oppervlakte = 15,0 m²
 L = 6,0 m Inhoud = 36,0 m³
 H = 2,4 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	3600 kg =	36 kN	1,35	49 kN
Inhoud:	36000 kg =	360 kN	1,50	540 kN
Nuttige belasting:	0,0 kN/m ² n.v.t.		1,50	0,0 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

BGT = (36 + 360) / 15,0 + 0,0 + 4,0 = **30,4 kN/m²**
 UGT = (49 + 540) / 15,0 + 0,0 + 5,4 = **44,6 kN/m²**

8 Bufferbak 1

Afmetingen: B = 1,2 m Oppervlakte = **4,0 m²** (oppervlak is 1 betonplaat)
 L = 1,5 m Inhoud = 6,9 m³
 H = 4,0 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	750 kg =	7,5 kN	1,35	10 kN
Inhoud:	6900 kg =	69 kN	1,50	104 kN
Nuttige belasting:	0,0 kN/m ² n.v.t.		1,50	0,0 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

BGT = (7,5 + 69) / 4,0 + 0,0 + 4,0 = **23,1 kN/m²**
 UGT = (10 + 104) / 4,0 + 0,0 + 5,4 = **33,8 kN/m²**

9 Bufferbak 2

Afmetingen: B = 1,2 m Oppervlakte = **4,0 m²** (oppervlak is 1 betonplaat)
 L = 1,5 m Inhoud = 6,9 m³
 H = 4,0 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	750 kg = 7,5 kN		1,35	10 kN
Inhoud:	6900 kg = 69 kN		1,50	104 kN
Nuttige belasting:	0,0 kN/m ² <i>n.v.t.</i>		1,50	0,0 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

$$\text{BGT} = (7,5 + 69) / 4,0 + 0,0 + 4,0 = \mathbf{23,1 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{UGT} = (10 + 104) / 4,0 + 0,0 + 5,4 = \mathbf{33,8 \text{ kN/m}^2}$$

10 Spoelkast zandfilters Container open ruimte 5,0 kN/m²

Afmetingen: B = 2,0 m Oppervlakte = 4,0 m²
 L = 2,0 m Inhoud = - m³
 H = 3,0 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	1250 kg = 12,5 kN		1,35	17 kN
Inhoud:	2000 kg = 20 kN		1,50	30 kN
Nuttige belasting:	5,0 kN/m²		1,50	7,5 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

$$\text{BGT} = (12,5 + 20) / 4,0 + 5,0 + 4,0 = \mathbf{17,1 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{UGT} = (17 + 30) / 4,0 + 7,5 + 5,4 = \mathbf{24,6 \text{ kN/m}^2}$$

13 Schoon water tank

Afmetingen: B = 2,1 m Oppervlakte = 13,7 m²
 L = 6,5 m Inhoud = 36,9 m³
 H = 2,7 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	3350 kg = 33,5 kN		1,35	45 kN
Inhoud:	36855 kg = 368,6 kN		1,50	553 kN
Nuttige belasting:	0,0 kN/m ² <i>n.v.t.</i>		1,50	0,0 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

$$\text{BGT} = (33,5 + 369) / 13,7 + 0,0 + 4,0 = \mathbf{33,5 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{UGT} = (45 + 553) / 13,7 + 0,0 + 5,4 = \mathbf{49,2 \text{ kN/m}^2}$$

14 Vuilwater tank van zandfilter

Afmetingen: B = 2,1 m Oppervlakte = 13,7 m²
 L = 6,5 m Inhoud = 36,9 m³
 H = 2,7 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	3350 kg = 33,5 kN		1,35	45 kN
Inhoud:	36855 kg = 368,6 kN		1,50	553 kN
Nuttige belasting:	0,0 kN/m ² <i>n.v.t.</i>		1,50	0,0 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

BGT = (33,5 + 369) / 13,7 + 0,0 + 4,0 = **33,5 kN/m²**
 UGT = (45 + 553) / 13,7 + 0,0 + 5,4 = **49,2 kN/m²**

15 Mengbak

Afmetingen: B = 2,4 m Oppervlakte = 14,4 m²
 L = 6,0 m Inhoud = 34,6 m³
 H = 2,4 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	3600 kg = 36 kN		1,35	49 kN
Inhoud:	34560 kg = 345,6 kN		1,50	518 kN
Nuttige belasting:	0,0 kN/m ² <i>n.v.t.</i>		1,50	0,0 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

BGT = (36 + 346) / 14,4 + 0,0 + 4,0 = **30,5 kN/m²**
 UGT = (49 + 518) / 14,4 + 0,0 + 5,4 = **44,8 kN/m²**

18 Stadswater tank

Afmetingen: B = 1,1 m Oppervlakte = 2,6 m²
 L = 2,4 m Inhoud = 4,0 m³
 H = 1,5 m

			Belastingfactor:	Ontwerplast:
Leeg gewicht:	500 kg = 5 kN		1,35	7 kN
Inhoud:	3960 kg = 39,6 kN		1,50	59 kN
Nuttige belasting:	0,0 kN/m ² <i>n.v.t.</i>		1,50	0,0 kN/m ²
Gewicht beton:	4,0 kN/m ²		1,35	5,4 kN/m ²

Grondspanning:

BGT = (5 + 39,6) / 2,6 + 0,0 + 4,0 = **20,9 kN/m²**
 UGT = (7 + 59) / 2,6 + 0,0 + 5,4 = **30,5 kN/m²**

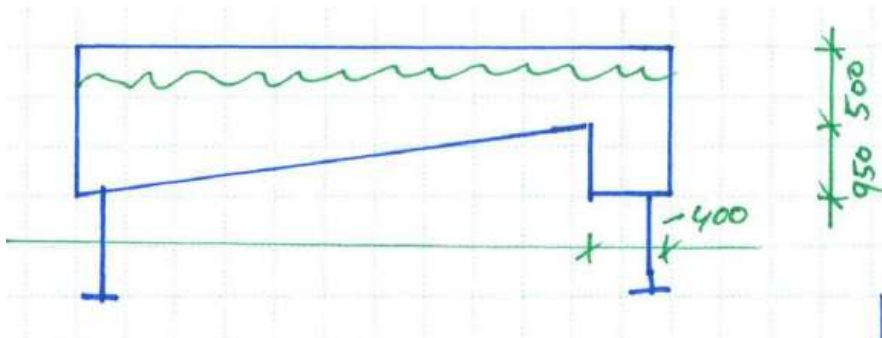
19 t/m 26 Diversen kleine items

Vloerbelasting is kleiner dan 500kg/m². Geen verdere controle noodzakelijk

7. CONTROLE GRONDDRUK BIJ GECONCENTREERDE BELASTINGEN

7.1 Geconcentreerde belasting van DAF units, item 6 en 7

Bij item 6 en 7 (DAF units) is sprake van geconcentreerde belasting. Deze units staan op 4 poten. Het leeggewicht is 3300 kg inhoud bestaande uit water 8,0m³, wat een gewicht van 8000kg geeft. De bodem van de bak loopt schuin af, waardoor de poten aan linkerkzijde meer waterbelasting zien, dan de poten aan rechterzijde. Zie onderstaande schets.



Ontwerp belastingen:

Permanent: $1,35 \times 33 = 44,6 \text{ kN}$

Veranderlijk: $1,5 \times 80 = 120 \text{ kN}$

Gemiddelde waterhoogte is $8,0 / (1,8 \times 5,6) = 0,8\text{m}$.

De onderste 0,95m loopt schuin af, waardoor hier een hoogte van 0,48m geborgen kan worden. De resterende 0,32m wordt gelijkmatig verdeeld over de poten.

Het zwaartepunt van de inhoud ligt dan op $(0,48 \times 1/3 + 0,32 \times 1/2) / 0,8 = 40\%$ vanaf linkerkzijde.

Totaal rekenbelasting per poot aan linkerkzijde: $44,6 / 4 + 60\% \times 120 / 2 = 47,2 \text{ kN}$

Totaal rekenbelasting per poot aan rechterzijde: $44,6 / 4 + 40\% \times 120 / 2 = 35,2 \text{ kN}$

Representatieve belastingen:

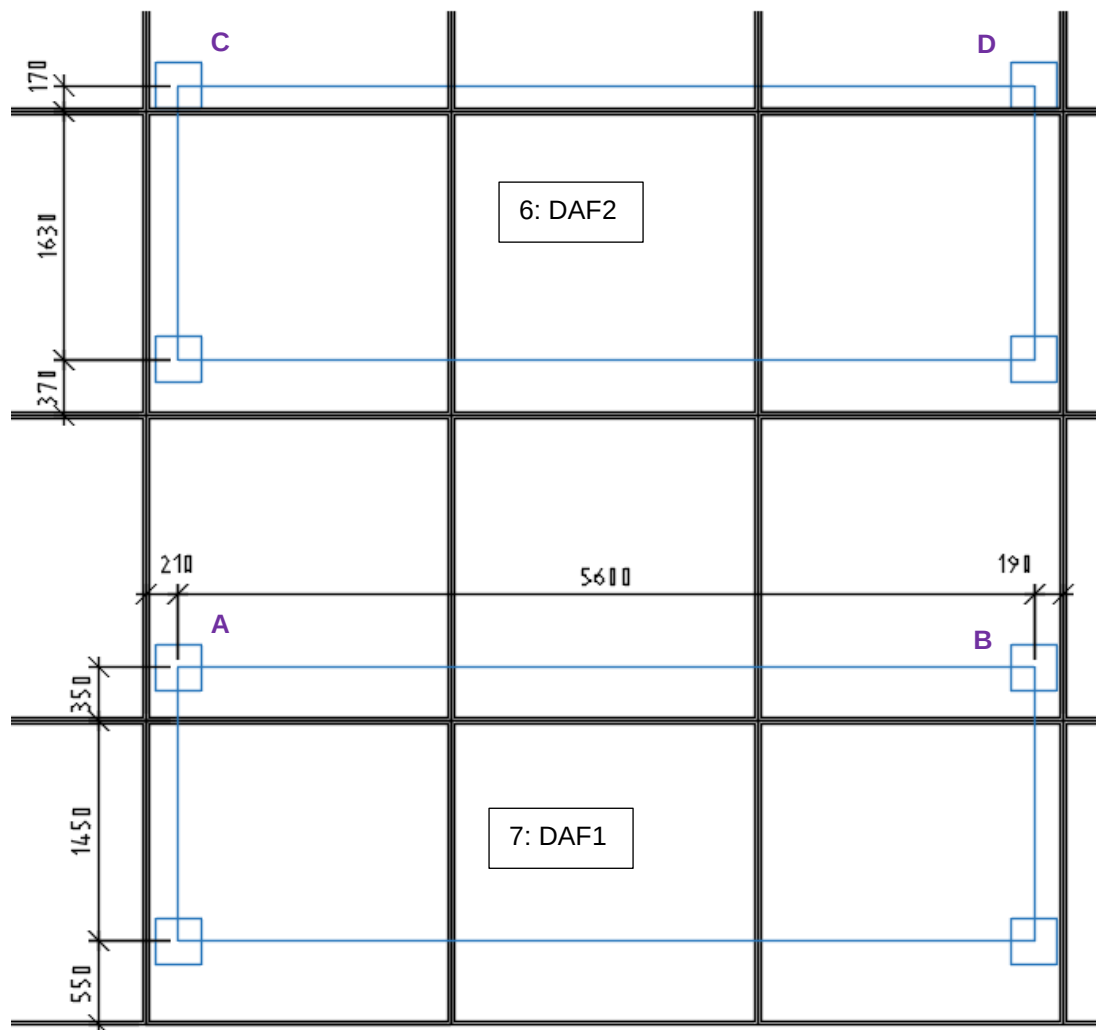
Permanent: $1,0 \times 33 = 33 \text{ kN}$

Veranderlijk: $1,0 \times 80 = 80 \text{ kN}$

Totaal repr. belasting per poot aan linkerkzijde: $33 / 4 + 60\% \times 80 / 2 = 32,2 \text{ kN}$

Totaal repr. belasting per poot aan rechterzijde: $33 / 4 + 40\% \times 80 / 2 = 24,2 \text{ kN}$

Layout opstelling van de poten ten opzichte van de beton platen vloer:



7.1.1 Controle poot A

De poten aan linkerzijde krijgen de hoogste belasting, en staan dicht op de rand. Voor poot A, zijn de volgende excentriciteiten en resulterende momenten zijn hier van toepassing:

Belasting: $F_{E;d} = 47,2 \text{ kN}$.

$$E_{B;d} = 1,00 - 0,21 = 0,79m \rightarrow M_{B;d} = 37,3 \text{ kNm}$$

$$E_{L;d} = 1,00 - 0,35 = 0,65m \rightarrow M_{L;d} = 30,7 \text{ kNm}$$

Calculation Shallow Foundation

Foundation for DAF1, pool A

Dimensions

Panel

$$B = 2,00 \quad L = 2,00 \quad h1 = 0,16 \text{ m}$$

Plinth

$$d = 0,00 \quad c = 0,00 \quad h2 = 0,00 \text{ m}$$

Grade level (h3): 0,00 m

max. Groundwaterlevel (h4): 1,00 m

Materials: ρ concrete: 24 kN/m³

ρ soil: 19 kN/m³

γ_G : 0,90

Loads

Imposed loads based on combination:

$$\begin{aligned} V_d &= 47 \text{ kN} & H_{B,d} &= 0 \text{ kN} & H_{L,d} &= 0 \text{ kN} \\ & & M_{B,d} &= 37,3 \text{ kNm} & M_{L,d} &= 30,7 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dead loads by soil and foundation:

Depth of foundation: 0,16 m

Area of panel: 4,00 m²

Area of plinth: 0,00 m²

Load of foundation: $(4,00 \times 0,16 + 0,00 \times 0,00) \times 24 = 15,4 \text{ kN}$

Load of soil: $(4,00 - 0,00) \times (0,00 - 0,00) \times 19 = 0,0 \text{ kN}$

$$F_{DL \text{ found}} = 15,4 \text{ kN}$$

Upward load of groundwater:

$$F_{\text{upwards}} = (4,00 - 0,00) \times (0,16 - 1,00) \times -10 = 0,0 \text{ kN}$$

(groundwater below foundation,

Design Loads

$$V_d = (V_{DL \text{ found}} - F_{\text{upwards}}) \times \gamma_G + V_d = 61,0 \text{ kN}$$

$$M_{B,d} = (0 + 0,16) \times 0,0001 + 30,68 = 30,7 \text{ kNm}$$

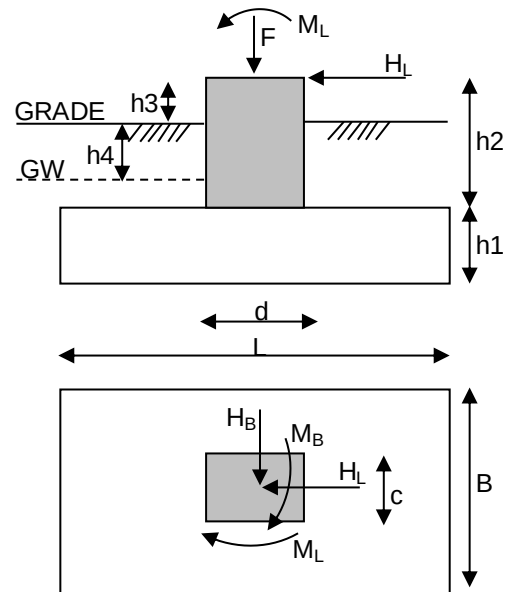
$$M_{L,d} = (0 + 0,16) \times 0,0001 + 37,288 = 37,3 \text{ kNm}$$

Factors:

γ_{cu}	= 1,35
$\gamma_{c'}$	= 1,60
γ_{γ}	= 1,10
γ_{ϕ}	= 1,15
γ_R	= 1,00

Calculation Shallow Foundation according EN-1997-1:

V_d	61,0 kN	Resulting vertical load including soil and foundation
H_d	0,0 kN	Maximum Horizontal load
θ	45,0 graden	angle of resulting horizontal load w.r.t. direction of L'.
B	2,0 m	
L	2,0 m	
α	0,0 graden	sloping angle of bottom side of foundation is fixed at 0 deg.
M_{dL}	30,7 kNm	Moment in length of panel at bottom level
M_{dB}	37,3 kNm	Moment in width of panel at bottom level
e_b	0,61 m	=> B' eff = 0,78 m = 39% of total
e_l	0,50 m	=> L' eff = 0,99 m = 50% of total
A' eff	0,77 m ²	Effective area
q	17,3 kN/m ²	original design value of soilpressure at foundation level



Drained bearing capacity:

Designapproach 3

$c'_{gem;k}$	0,0	kPa	average effective cohesion
$\gamma_{gem;k}$	19,0	kN/m ³	average density
$\varphi_{gem;k}$	30,0	graden	average effective angle of friction
$\sigma'_{v,z;d}$	0,0	kPa	actual design value of soilpressure at foundation level
c'_d	0,0	kPa	design value of average effective cohesion
γ_d	17,3	kN/m ³	design value of average density
φ_d	26,7	graden	design value of average effective angle of friction
N_c	23,3	-	bearingfactor for influence of cohesion
N_q	12,7	-	bearingfactor for influence of actual soilpressure
N_γ	11,8	-	bearingfactor for influence of density
s_c	1,49	-	schapefactor for influence of cohesion
s_q	1,45	-	schapefactor for influence of actual soilpressure
s_γ	0,70	-	schapefactor for influence of density
m_B	1,56	-	factor for direction of horizontal actions in B direction
m_L	1,44	-	factor for direction of horizontal actions in L direction
m_θ	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in resulting direction
i_c	1,00	-	reducitonfactor for influence of cohesion
i_q	1,00	-	reductionfactor for influence of actual soilpressure
i_γ	1,00	-	reductionfactor for influence of density
α	0,00	rad	sloping angle of bottom side of foundation
b_c	1,00	-	reducitonfactor for slope-influence of cohesion
b_q	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of actual soilpressure
b_γ	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of density
$\sigma'_{max;d} = c'_{gem;d} \times N_c \times s_c \times b_c \times i_c + \sigma'_{v,z;d} \times N_q \times s_q \times b_q \times i_q + 0,5 \times \gamma'_{gem;d} \times b' \times N_\gamma \times s_\gamma \times b_\gamma \times i_\gamma$			
σ'_c	0	kPa	0% bearing capacity based on cohesion
σ'_q	0	kPa	0% bearing capacity based on actual soilpressure
σ'_γ	55	kPa	100% bearing capacity based on actual density
$\sigma'_{tot.}$	55	kPa	Total bearing capacity
R_d	43	kN	Design capacity of maximum vertical load, incl. Resistance factor
Check: 61 / 43 = 1,43 NOT OK!			

Grondbelasting is te hoog. *Aanpassing is noodzakelijk.*

7.1.2 Controle poot B

Deze poot krijgt een lagere belasting, maar staat wel dichtter op de rand. De volgende excentriciteiten en resulterende momenten zijn hier van toepassing:

Belasting: $F_{E;d} = 35,2$ kN.

$E_{B;d} = 1,00 - 0,19 = 0,81$ m -> $M_{B;d} = 28,5$ kNm

$E_{L;d} = 1,00 - 0,35 = 0,65$ m -> $M_{L;d} = 22,9$ kNm

Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

Calculation Shallow Foundation

Foundation for DAF1, pool B

Dimensions

Panel

$$B = 2,00 \quad L = 2,00 \quad h1 = 0,16 \text{ m}$$

Plinth

$$d = 0,00 \quad c = 0,00 \quad h2 = 0,00 \text{ m}$$

Grade level (h3) : 0,00 m

max. Groundwaterlevel (h4) : 1,00 m

Materials: ρ concrete: 24 kN/m³

ρ soil : 19 kN/m³

γ_G : 0,90

Loads

Imposed loads based on combination:

$$\begin{aligned} V_d &= 35 \text{ kN} & H_{B;d} &= 0 \text{ kN} & H_{L;d} &= 0 \text{ kN} \\ & & M_{B;d} &= 28,5 \text{ kNm} & M_{L;d} &= 22,9 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dead loads by soil and foundation:

Depth of foundation: 0,16 m

Area of panel: 4,00 m²

Area of plinth: 0,00 m²

Load of foundation: $(4,00 \times 0,16 + 0,00 \times 0,00) \times 24 = 15,4 \text{ kN}$

Load of soil: $(4,00 - 0,00) \times (0,00 - 0,00) \times 19 = 0,0 \text{ kN}$

$$F_{DL \text{ found}} = 15,4 \text{ kN}$$

Upward load of groundwater:

$$F_{\text{upwards}} = (4,00 - 0,00) \times (0,16 - 1,00) \times -10 = 0,0 \text{ kN}$$

(groundwater below foundation,

Design Loads

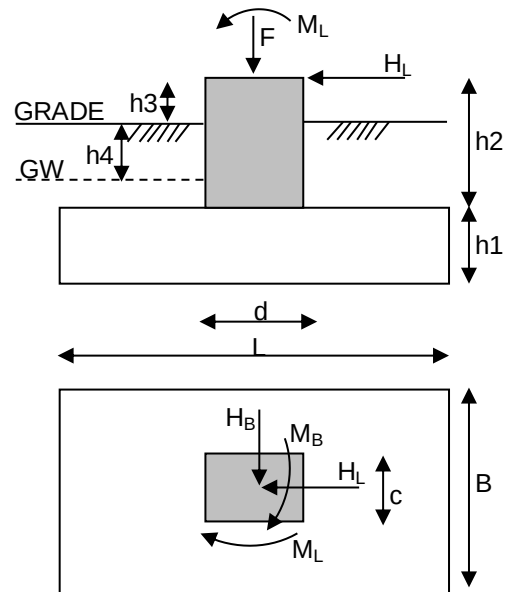
$$\begin{aligned} V_d &= (V_{DL \text{ found}} - F_{\text{upwards}}) \times \gamma_G + V_d = 49,0 \text{ kN} \\ M_{B;d} &= (0 + 0,16) \times 0,0001 + 22,88 = 22,9 \text{ kNm} \\ M_{L;d} &= (0 + 0,16) \times 0,0001 + 28,512 = 28,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Factors:

γ_{cu}	= 1,35
$\gamma_{c'}$	= 1,60
γ_γ	= 1,10
γ_ϕ	= 1,15
γ_R	= 1,00

Calculation Shallow Foundation according EN-1997-1:

V_d	49,0 kN	Resulting vertical load including soil and foundation
H_d	0,0 kN	Maximum Horizontal load
θ	45,0 graden	angle of resulting horizontal load w.r.t. direction of L'.
B	2,0 m	
L	2,0 m	
α	0,0 graden	sloping angle of bottom side of foundation is fixed at 0 deg.
M_{dL}	22,9 kNm	Moment in length of panel at bottom level
M_{dB}	28,5 kNm	Moment in width of panel at bottom level
e_b	0,58 m	=> B' eff = 0,84 m = 42% of total
e_l	0,47 m	=> L' eff = 1,07 m = 53% of total
A' eff	0,89 m ²	Effective area
q	17,3 kN/m ²	original design value of soilpressure at foundation level



Drained bearing capacity:

Designapproach 3

$c'_{gem;k}$	0,0	kPa	average effective cohesion
$\gamma_{gem;k}$	19,0	kN/m ³	average density
$\varphi_{gem;k}$	30,0	graden	average effective angle of friction
$\sigma'_{v,z;d}$	0,0	kPa	actual design value of soilpressure at foundation level
c'_d	0,0	kPa	design value of average effective cohesion
γ_d	17,3	kN/m ³	design value of average density
φ_d	26,7	graden	design value of average effective angle of friction
N_c	23,3	-	bearingfactor for influence of cohesion
N_q	12,7	-	bearingfactor for influence of actual soilpressure
N_γ	11,8	-	bearingfactor for influence of density
s_c	1,49	-	schapefactor for influence of cohesion
s_q	1,45	-	schapefactor for influence of actual soilpressure
s_γ	0,70	-	schapefactor for influence of density
m_B	1,56	-	factor for direction of horizontal actions in B direction
m_L	1,44	-	factor for direction of horizontal actions in L direction
m_θ	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in resulting direction
i_c	1,00	-	reducitonfactor for influence of cohesion
i_q	1,00	-	reductionfactor for influence of actual soilpressure
i_γ	1,00	-	reductionfactor for influence of density
α	0,00	rad	sloping angle of bottom side of foundation
b_c	1,00	-	reducitonfactor for slope-influence of cohesion
b_q	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of actual soilpressure
b_γ	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of density
$\sigma'_{max;d} = c'_{gem;d} \times N_c \times s_c \times b_c \times i_c + \sigma'_{v,z;d} \times N_q \times s_q \times b_q \times i_q + 0,5 \times \gamma'_{gem;d} \times b' \times N_\gamma \times s_\gamma \times b_\gamma \times i_\gamma$			
σ'_c	0	kPa	0% bearing capacity based on cohesion
σ'_q	0	kPa	0% bearing capacity based on actual soilpressure
σ'_γ	60	kPa	100% bearing capacity based on actual density
$\sigma'_{tot.}$	60	kPa	Total bearing capacity
R_d	53	kN	Design capacity of maximum vertical load, incl. Resistance factor
Check: 49 / 53 = 0,92 OK			

7.1.3 Controle poot C

Gezien het feit dat poot A al te hoge gronddrukken oplevert, zal poot C met kleinere randafstanden dat ook doen. Geen verdere controle nodig. *Aanpassing is noodzakelijk.*

7.1.4 Controle poot D

Deze poot krijgt een lagere belasting, maar staat wel dicht op de rand. De volgende excentriciteiten en resulterende momenten zijn hier van toepassing:

Belasting: $F_{E;d} = 35,2$ kN

$E_{B;d} = 1,00 - 0,19 = 0,81$ m -> $M_{B;d} = 28,5$ kNm

$E_{L;d} = 1,00 - 0,17 = 0,83$ m -> $M_{L;d} = 29,2$ kNm

Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

Calculation Shallow Foundation

Foundation for DAF1, pool D

Dimensions

Panel

$$B = 2,00 \quad L = 2,00 \quad h1 = 0,16 \text{ m}$$

Plinth

$$d = 0,00 \quad c = 0,00 \quad h2 = 0,00 \text{ m}$$

Grade level (h3) : 0,00 m

max. Groundwaterlevel (h4) : 1,00 m

Materials: ρ concrete: 24 kN/m³

ρ soil : 19 kN/m³

γ_G : 0,90

Loads

Imposed loads based on combination:

$$\begin{aligned} V_d &= 35,2 \text{ kN} & H_{B;d} &= 0 \text{ kN} & H_{L;d} &= 0 \text{ kN} \\ & & M_{B;d} &= 28,5 \text{ kNm} & M_{L;d} &= 29,2 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dead loads by soil and foundation:

Depth of foundation: 0,16 m

Area of panel: 4,00 m²

Area of plinth: 0,00 m²

Load of foundation: $(4,00 \times 0,16 + 0,00 \times 0,00) \times 24 = 15,4 \text{ kN}$

Load of soil: $(4,00 - 0,00) \times (0,00 - 0,00) \times 19 = 0,0 \text{ kN}$

$$F_{DL \text{ found}} = 15,4 \text{ kN}$$

Upward load of groundwater:

$$F_{\text{upwards}} = (4,00 - 0,00) \times (0,16 - 1,00) \times -10 = 0,0 \text{ kN}$$

(groundwater below foundation,

Design Loads

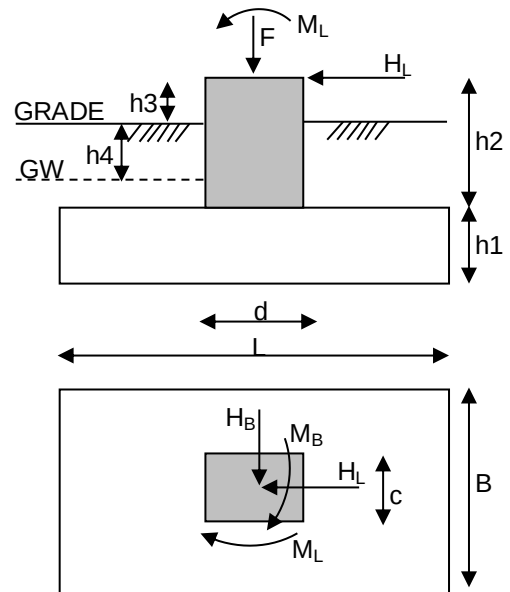
$$\begin{aligned} V_d &= (V_{DL \text{ found}} - F_{\text{upwards}}) \times \gamma_G + V_d = 49,0 \text{ kN} \\ M_{B;d} &= (0 + 0,16) \times 0,0001 + 29,216 = 29,2 \text{ kNm} \\ M_{L;d} &= (0 + 0,16) \times 0,0001 + 28,512 = 28,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Factors:

γ_{cu}	= 1,35
$\gamma_{c'}$	= 1,60
γ_γ	= 1,10
γ_ϕ	= 1,15
γ_R	= 1,00

Calculation Shallow Foundation according EN-1997-1:

V_d	49,0 kN	Resulting vertical load including soil and foundation
H_d	0,0 kN	Maximum Horizontal load
θ	45,0 graden	angle of resulting horizontal load w.r.t. direction of L'.
B	2,0 m	
L	2,0 m	
α	0,0 graden	sloping angle of bottom side of foundation is fixed at 0 deg.
M_{dL}	29,2 kNm	Moment in length of panel at bottom level
M_{dB}	28,5 kNm	Moment in width of panel at bottom level
e_b	0,58 m	=> B' eff = 0,84 m = 42% of total
e_l	0,60 m	=> L' eff = 0,81 m = 40% of total
A' eff	0,68 m ²	Effective area
q	17,3 kN/m ²	original design value of soilpressure at foundation level



Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

Drained bearing capacity:

Design approach 3

$c'_{gem;k}$	0,0	kPa	average effective cohesion
$\gamma_{gem;k}$	19,0	kN/m ³	average density
$\varphi_{gem;k}$	30,0	graden	average effective angle of friction
$\sigma'_{v,z;d}$	0,0	kPa	actual design value of soilpressure at foundation level
c'_d	0,0	kPa	design value of average effective cohesion
γ_d	17,3	kN/m ³	design value of average density
φ_d	26,7	graden	design value of average effective angle of friction
N_c	23,3	-	bearingfactor for influence of cohesion
N_q	12,7	-	bearingfactor for influence of actual soilpressure
N_γ	11,8	-	bearingfactor for influence of density
s_c	1,49	-	schapefactor for influence of cohesion
s_q	1,45	-	schapefactor for influence of actual soilpressure
s_γ	0,70	-	schapefactor for influence of density
m_B	1,49	-	factor for direction of horizontal actions in B direction
m_L	1,51	-	factor for direction of horizontal actions in L direction
m_θ	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in resulting direction
i_c	1,00	-	reducitonfactor for influence of cohesion
i_q	1,00	-	reductionfactor for influence of actual soilpressure
i_γ	1,00	-	reductionfactor for influence of density
α	0,00	rad	sloping angle of bottom side of foundation
b_c	1,00	-	reducitonfactor for slope-influence of cohesion
b_q	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of actual soilpressure
b_γ	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of density
$\sigma'_{max;d} = c'_{gem;d} \times N_c \times s_c \times b_c \times i_c + \sigma'_{v,z;d} \times N_q \times s_q \times b_q \times i_q + 0,5 \times \gamma'_{gem;d} \times b' \times N_\gamma \times s_\gamma \times b_\gamma \times i_\gamma$			
σ'_c	0	kPa	0% bearing capacity based on cohesion
σ'_q	0	kPa	0% bearing capacity based on actual soilpressure
σ'_γ	60	kPa	100% bearing capacity based on actual density
$\sigma'_{tot.}$	60	kPa	Total bearing capacity
R_d	40	kN	Design capacity of maximum vertical load, incl. Resistance factor
Check: 49 / 40 = 1,22 NOT OK!			

Grondbelasting is te hoog. *Aanpassing is noodzakelijk.*

7.1.5 Samenvatting controle poten DAF units

De berekende grondbelastingen zijn te hoog voor de poten A, C en D, en de poten die gelijkwaardige opstelling hebben. Er is een aanpassing noodzakelijk van de huidige situatie om de grondbelasting op acceptabel niveau te krijgen.

7.2 Geconcentreerde belasting van Zandfilters, item 11 en 12

Bij item 11 en 12 (Zandfilters) is sprake van geconcentreerde belasting. Deze filters staan op een vierkant frame welke in de 4 hoeken ondersteund is op de betonplaten met dunne vulplaten. Het leeggewicht is 3000 kg en de inhoud bestaande uit water is 12m³, wat een gewicht van 12000kg geeft. Ook kan het zijn dat er een hoeveelheid zand van 7000kg aanwezig is.

Ontwerp belastingen:

Permanent: $1,35 \times 30 = 40,5 \text{ kN}$

Veranderlijk: $1,5 \times (120 + 70) = 285 \text{ kN}$

Totaal rekenbelasting per poot: $40,5 / 4 + 285 / 4 = 81,4 \text{ kN}$

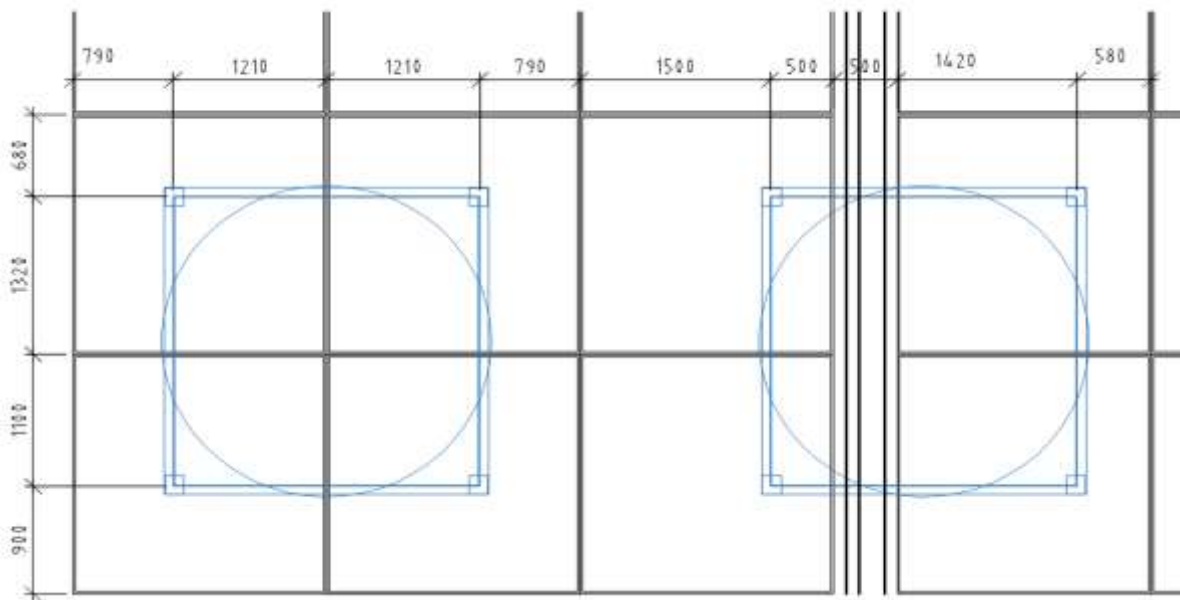
Representatieve belastingen:

Permanent: $1,0 \times 30 = 30 \text{ kN}$

Veranderlijk: $1,0 \times 120 + 70 = 190 \text{ kN}$

Totaal repr. belasting per poot aan linkerzijde: $30 / 4 + 190 / 4 = 55,0 \text{ kN}$

Layout opstelling van de poten ten opzichte van de beton platen vloer:



7.2.1 Controle poten rechter filter aan linkerzijde

De poten aan linkerzijde staan 500mm vanaf een plaatrand. De volgende effectieve oppervlakken zijn hier van toepassing:

Rechts onder: $A_{\text{eff}} = 2 \times 0,50 \times 2 \times 0,90 = 1,80 \text{ m}^2$

Rechts boven: $A_{\text{eff}} = 2 \times 0,50 \times 2 \times 0,68 = 1,36 \text{ m}^2$

Optredende grondbelastingen:

Gewicht beton platen is: 4,0 kN/m²

Rechts onder: $\sigma_{des} = 81,4 / 1,80 + 1,35 \times 4,0 = 51 \text{ kN/m}^2$

Rechts onder: $\sigma_{rep} = 55,0 / 1,80 + 4,0 = 35 \text{ kN/m}^2$

Rechts boven: $\sigma_{des} = 81,4 / 1,36 + 1,35 \times 4,0 = 65 \text{ kN/m}^2$

Rechts boven: $\sigma_{rep} = 55,0 / 1,36 + 4,0 = 44 \text{ kN/m}^2$

De bovengenoemde berekende grondbelastingen overschrijding aan bovenste support de maximaal toelaatbare waarde. De overschrijding is echter minimaal, en zal alleen optreden als er een grote hoeveelheid zand in het filter aanwezig is. Dit zal niet vaak voorkomen, en daarom wordt de situatie acceptabel geacht.

7.2.2 Controle overige poten

De overige ondersteuning van het filter zijn beter gecentreerd op de betonplaten, waardoor de grondrukken lager zullen uitvallen. Zonder verdere berekening kan daarom geconstateerd worden dat de gronddrukken acceptabel zijn.

7.3 Geconcentreerde belasting van Decanteer unit, item 16

Bij item 16 (Decanteer unit) is sprake van geconcentreerde belasting. Deze container staat op een staalconstructie van circa 2,5m hoog. De afmetingen van de container zijn 6,0 x 2,3 x 2,5m. Het leeggewicht inclusief alle apparatuur en kasten binnenin is 6885 kg en aangenomen wordt een veranderlijke belasting voor onderhoud van 250 kg/m². Aangezien aan de binnenzijde het vloeroppervlak voor ongeveer 60% benut is door permanent opgestelde apparaten en kasten, is in onderstaande berekening slechts 50% van de vloerbelasting meegenomen, resulterend in 125 kg/m². Aan rechterzijde is binnenin nog een watertank aanwezig van 1,0m³. Het gewicht van de staalconstructie wordt geschat op 500kg.

Ontwerp belastingen:

Permanent: $1,35 \times (68,9 + 5) = 99,8 \text{ kN}$

Veranderlijk: $1,5 \times 1,25 \times 6,0 \times 2,3 = 26,9 \text{ kN}$

Inhoud wateropslagtank aan rechterzijde: $1,5 \times 10 = 15 \text{ kN}$

Totaal rekenbelasting per poot aan linkerzijde: $(99,8 + 26,9) / 4 = 31,7 \text{ kN}$

Totaal rekenbelasting per poot aan rechterzijde: $(99,8 + 26,9) / 4 + 15 / 2 = 39,2 \text{ kN}$

Layout opstelling van de poten ten opzichte van de beton platen vloer:



7.3.1 Controle poten aan rechterzijde (poot A)

De poten aan rechterzijde staan slechts 200mm vanaf een plaatrand, en krijgt de hoogste belasting. De volgende excentriciteiten en resulterende momenten zijn hier van toepassing:

Belasting: $F_{E;d} = 39,2 \text{ kN}$.

$E_{B;d} = 1,00 - 0,20 = 0,80\text{m} \rightarrow M_{B;d} = 31,4 \text{ kNm}$

$E_{L;d} = 1,00 - 0,45 = 0,55\text{m} \rightarrow M_{L;d} = 21,6 \text{ kNm}$

Calculation Shallow Foundation

Foundation for Decanteer, poot rechts

Dimensions

Panel

$$B = 2,00 \quad L = 2,00 \quad h1 = 0,16 \text{ m}$$

Plinth

$$d = 0,00 \quad c = 0,00 \quad h2 = 0,00 \text{ m}$$

Grade level (h3) : 0,00 m

max. Groundwaterlevel (h4) : 1,00 m

Materials: ρ concrete: 24 kN/m³

ρ soil : 19 kN/m³

γ_G : 0,90

Loads

Imposed loads based on combination:

$$\begin{aligned} V_d &= 39,2 \text{ kN} & H_{B;d} &= 0 \text{ kN} & H_{L;d} &= 0 \text{ kN} \\ & & M_{B;d} &= 31,4 \text{ kNm} & M_{L;d} &= 21,6 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dead loads by soil and foundation:

Depth of foundation: 0,16 m

Area of panel: 4,00 m²

Area of plinth: 0,00 m²

Load of foundation: $(4,00 \times 0,16 + 0,00 \times 0,00) \times 24 = 15,4 \text{ kN}$

Load of soil: $(4,00 - 0,00) \times (0,00 - 0,00) \times 19 = 0,0 \text{ kN}$

$$F_{DL \text{ found}} = 15,4 \text{ kN}$$

Upward load of groundwater:

$$F_{\text{upwards}} = (4,00 - 0,00) \times (0,16 - 1,00) \times -10 = 0,0 \text{ kN}$$

(groundwater below foundation,

Design Loads

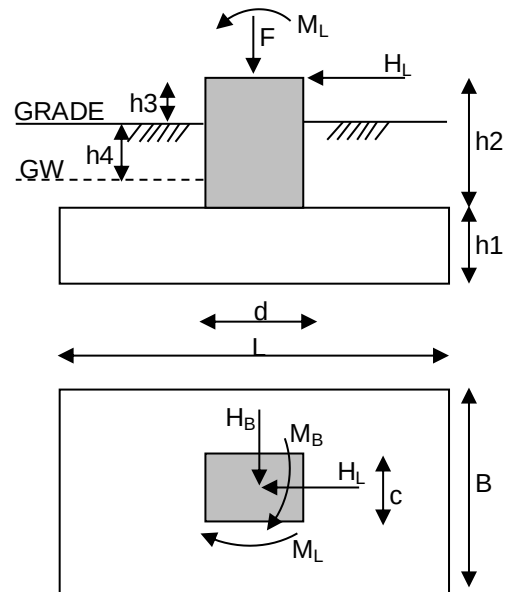
$$\begin{aligned} V_d &= (V_{DL \text{ found}} - F_{\text{upwards}}) \times \gamma_G + V_d = 53,0 \text{ kN} \\ M_{B;d} &= (0 + 0,16) \times 0,0001 + 21,56 = 21,6 \text{ kNm} \\ M_{L;d} &= (0 + 0,16) \times 0,0001 + 31,36 = 31,4 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Factors:

γ_{cu}	= 1,35
$\gamma_{c'}$	= 1,60
γ_γ	= 1,10
γ_ϕ	= 1,15
γ_R	= 1,00

Calculation Shallow Foundation according EN-1997-1:

V_d	53,0 kN	Resulting vertical load including soil and foundation
H_d	0,0 kN	Maximum Horizontal load
θ	45,0 graden	angle of resulting horizontal load w.r.t. direction of L'.
B	2,0 m	
L	2,0 m	
α	0,0 graden	sloping angle of bottom side of foundation is fixed at 0 deg.
M_{dL}	21,6 kNm	Moment in length of panel at bottom level
M_{dB}	31,4 kNm	Moment in width of panel at bottom level
e_b	0,59 m	=> B' eff = 0,82 m = 41% of total
e_l	0,41 m	=> L' eff = 1,19 m = 59% of total
A' eff	0,97 m ²	Effective area
q	17,3 kN/m ²	original design value of soilpressure at foundation level



Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

Drained bearing capacity:

Designapproach 3

$c'_{gem;k}$	0,0	kPa	average effective cohesion
$\gamma_{gem;k}$	19,0	kN/m ³	average density
$\varphi_{gem;k}$	30,0	graden	average effective angle of friction
$\sigma'_{v,z;d}$	0,0	kPa	actual design value of soilpressure at foundation level
c'_d	0,0	kPa	design value of average effective cohesion
γ_d	17,3	kN/m ³	design value of average density
φ_d	26,7	graden	design value of average effective angle of friction
N_c	23,3	-	bearingfactor for influence of cohesion
N_q	12,7	-	bearingfactor for influence of actual soilpressure
N_γ	11,8	-	bearingfactor for influence of density
s_c	1,49	-	schapefactor for influence of cohesion
s_q	1,45	-	schapefactor for influence of actual soilpressure
s_γ	0,70	-	schapefactor for influence of density
m_B	1,59	-	factor for direction of horizontal actions in B direction
m_L	1,41	-	factor for direction of horizontal actions in L direction
m_θ	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in resulting direction
i_c	1,00	-	reducitonfactor for influence of cohesion
i_q	1,00	-	reductionfactor for influence of actual soilpressure
i_γ	1,00	-	reductionfactor for influence of density
α	0,00	rad	sloping angle of bottom side of foundation
b_c	1,00	-	reducitonfactor for slope-influence of cohesion
b_q	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of actual soilpressure
b_γ	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of density
$\sigma'_{max;d} = c'_{gem;d} \times N_c \times s_c \times b_c \times i_c + \sigma'_{v,z;d} \times N_q \times s_q \times b_q \times i_q + 0,5 \times \gamma'_{gem;d} \times b' \times N_\gamma \times s_\gamma \times b_\gamma \times i_\gamma$			
σ'_c	0	kPa	0% bearing capacity based on cohesion
σ'_q	0	kPa	0% bearing capacity based on actual soilpressure
σ'_γ	58	kPa	100% bearing capacity based on actual density
$\sigma'_{tot.}$	58	kPa	Total bearing capacity
R_d	56	kN	Design capacity of maximum vertical load, incl. Resistance factor
Check: 53 / 56 = 0,94 OK			

7.3.2 Controle poten aan linkerzijde

De poten aan linkerzijde staan 300mm vanaf een plaatrand, dit levert grotere effectieve oppervlakken, waardoor deze minder kritisch zijn.

7.4 Geconcentreerde belasting van Afvoercontainer vaste stoffen, item 17

Bij item 17 (afvoercontainer vaste stoffen) is sprake van geconcentreerde belasting. Deze container staat weliswaar op de vloer, in huidige situatie staat de container op de 2 rollen aan achterzijde en een houten balk aan voorzijde om het hoogteverschil te overbruggen. Ten behoeve van het goed kunnen vullen van de afvalcontainer wordt deze regelmatig naar voren of achteren gerold. De locatie van de houten balk blijft daarbij min of meer gelijk, maar de locatie van de rollen verschilt. De afvoercontainer weegt leeg 2000kg en de inhoud zal maximaal 20000kg in gewicht zijn.

Ontwerp belastingen:

Permanent: $1,35 \times 20 = 27 \text{ kN}$

Veranderlijk (inhoud): $1,5 \times 200 = 300 \text{ kN}$

Totaal rekenbelasting per rol aan achterzijde: $(27 + 300) / 4 = 82 \text{ kN}$

Totaal rekenbelasting op de balk aan voorzijde: $(27 + 300) / 2 = 164 \text{ kN}$

Representatieve belastingen:

Permanent: $1,0 \times 20 = 20 \text{ kN}$

Veranderlijk: $1,0 \times 200 = 200 \text{ kN}$

Totaal repr. belasting per rol aan achterzijde: $(20 + 200) / 4 = 55 \text{ kN}$

Totaal repr. belasting op de balk aan voorzijde: $(20 + 200) / 2 = 110 \text{ kN}$

Aangezien buiten is geconstateerd dat 1 van de rollen direct langs een plaatnaad rolt, waardoor het effectieve oppervlak erg klein is, en de belastingen uit deze container hoger zijn dan die van item 16, kan gesteld worden dat deze situatie tot te hoge gronddrukken zal leiden.

Conclusie, de grondbelastingen zijn te hoog. Er is een aanpassing noodzakelijk van de huidige situatie om de grondbelasting op acceptabel niveau te krijgen.

8. AANPASSINGEN NIEUWE SITUATIE

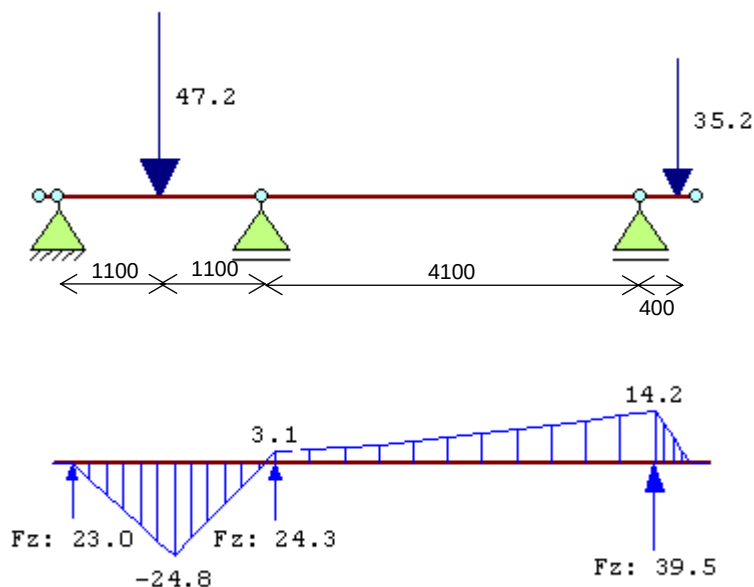
Voor de 2 items met te hoge gronddruk in huidige situatie zijn aanpassingen nodig.

Dit hoofdstuk behandelt en controleert voor elk item de voorgestelde aanpassing.

8.1 DAF units, item 6 en 7

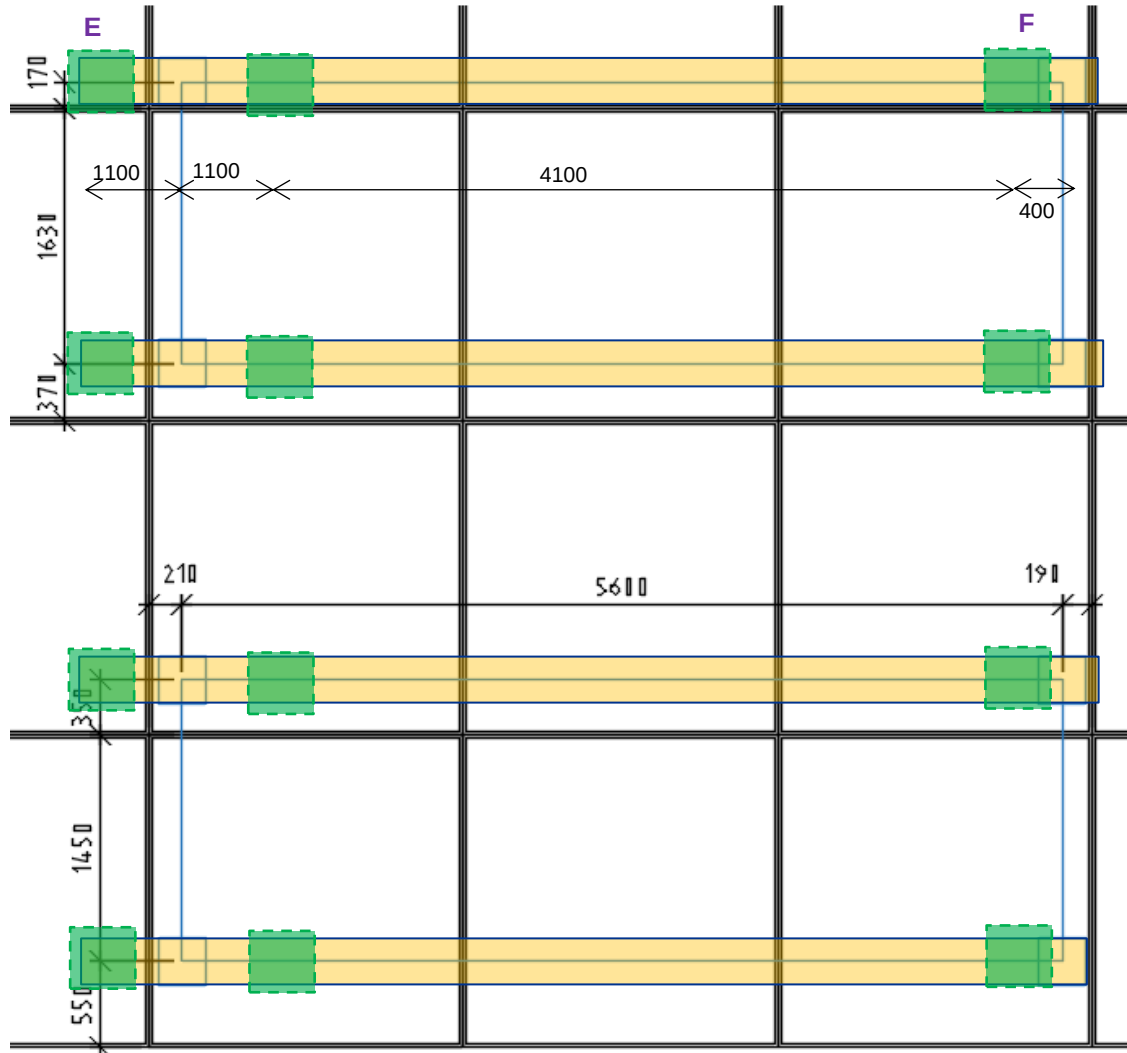
Als oplossing is voorgesteld om 4 stalen balken met lengte van 7,1m (een gecombineerde dubbele UNP200) te installeren en de DAF units erbovenop te plaatsen. De dubbele UNP200 ligger zal de belasting als puntbelasting afdragen naar onderliggende betonplaten, zodanig dat deze een stuk gunstiger belast worden. Zie uitvoeringsschets op pagina 33.

In Technosoft is het volgende schema gebruikt, bestaande uit een equivalente HE200B balk op elastische bedding om de krachtsverdeling en buigende momenten te bepalen. Zie ook bijlage A.



Uit bovenstaande momentenlijn, zijn de reactie op de steunpunten af te lezen.

In onderstaande figuur staat het effectieve drukgebied afgebeeld met groene stippellijn, waarop de gronddrukken bepaald zijn.



Effectieve lengtes:

Linker oplegging: $1100 - 210 = 890\text{mm}$

Midden oplegging: $210 + 1100 = 1310\text{mm}$

Rechter oplegging: $190 + 400 = 590\text{mm}$

8.1.1 Controle oplegging E

De oplegging aan linkerkzijde staat 890mm vanaf een plaatrand. De volgende excentriciteiten en resulterende momenten zijn hier van toepassing:

Belasting: $F_{E;d} = 22,8 \text{ kN}$.

$E_{B;d} = 1,00 - 0,89 = 0,11\text{m} \rightarrow M_{B;d} = 31,4 \text{ kNm}$

$E_{L;d} = 1,00 - 0,17 = 0,83\text{m} \rightarrow M_{L;d} = 21,6 \text{ kNm}$

Calculation Shallow Foundation

Foundation for DAF1, pool E, new situation

Dimensions

Panel

$$B = 2,00 \quad L = 2,00 \quad h1 = 0,16 \text{ m}$$

Plinth

$$d = 0,00 \quad c = 0,00 \quad h2 = 0,00 \text{ m}$$

Grade level (h3) : 0,00 m

max. Groundwaterlevel (h4) : 1,00 m

Materials: ρ concrete: 24 kN/m³

ρ soil : 19 kN/m³

γ_G : 0,90

Loads

Imposed loads based on combination:

$$\begin{aligned} V_d &= 23 \text{ kN} & H_{B;d} &= 0 \text{ kN} & H_{L;d} &= 0 \text{ kN} \\ & & M_{B;d} &= 2,51 \text{ kNm} & M_{L;d} &= 18,9 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dead loads by soil and foundation:

Depth of foundation: 0,16 m

Area of panel: 4,00 m²

Area of plinth: 0,00 m²

Load of foundation: $(4,00 \times 0,16 + 0,00 \times 0,00) \times 24 = 15,4 \text{ kN}$

Load of soil: $(4,00 - 0,00) \times (0,00 - 0,00) \times 19 = 0,0 \text{ kN}$

$$F_{DL \text{ found}} = 15,4 \text{ kN}$$

Upward load of groundwater:

$$F_{\text{upwards}} = (4,00 - 0,00) \times (0,16 - 1,00) \times -10 = 0,0 \text{ kN}$$

(groundwater below foundation,

Design Loads

$$V_d = (V_{DL \text{ found}} - F_{\text{upwards}}) \times \gamma_G + V_d = 36,6 \text{ kN}$$

$$M_{B;d} = (0 + 0,16) \times 0,0001 + 18,924 = 18,9 \text{ kNm}$$

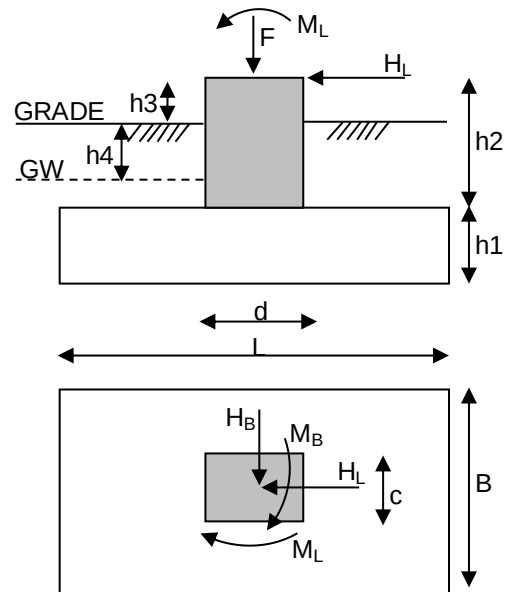
$$M_{L;d} = (0 + 0,16) \times 0,0001 + 2,508 = 2,5 \text{ kNm}$$

Factors:

γ_{cu}	= 1,35
$\gamma_{c'}$	= 1,60
γ_γ	= 1,10
γ_ϕ	= 1,15
γ_R	= 1,00

Calculation Shallow Foundation according EN-1997-1:

V_d	36,6 kN	Resulting vertical load including soil and foundation
H_d	0,0 kN	Maximum Horizontal load
θ	45,0 graden	angle of resulting horizontal load w.r.t. direction of L'.
B	2,0 m	
L	2,0 m	
α	0,0 graden	sloping angle of bottom side of foundation is fixed at 0 deg.
M_{dL}	18,9 kNm	Moment in length of panel at bottom level
M_{dB}	2,5 kNm	Moment in width of panel at bottom level
e_b	0,07 m	=> B' eff = 1,86 m = 93% of total
e_l	0,52 m	=> L' eff = 0,97 m = 48% of total
A' eff	1,80 m ²	Effective area
q	17,3 kN/m ²	original design value of soilpressure at foundation level



Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

Drained bearing capacity:

Design approach 3

$c'_{gem;k}$	0,0	kPa	average effective cohesion
$\gamma_{gem;k}$	19,0	kN/m ³	average density
$\varphi_{gem;k}$	30,0	graden	average effective angle of friction
$\sigma'_{v,z;d}$	0,0	kPa	actual design value of soilpressure at foundation level
c'_d	0,0	kPa	design value of average effective cohesion
γ_d	17,3	kN/m ³	design value of average density
φ_d	26,7	graden	design value of average effective angle of friction
N_c	23,3	-	bearingfactor for influence of cohesion
N_q	12,7	-	bearingfactor for influence of actual soilpressure
N_γ	11,8	-	bearingfactor for influence of density
s_c	1,49	-	schapefactor for influence of cohesion
s_q	1,45	-	schapefactor for influence of actual soilpressure
s_γ	0,70	-	schapefactor for influence of density
m_B	1,34	-	factor for direction of horizontal actions in B direction
m_L	1,66	-	factor for direction of horizontal actions in L direction
m_θ	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in resulting direction
i_c	1,00	-	reducitonfactor for influence of cohesion
i_q	1,00	-	reductionfactor for influence of actual soilpressure
i_γ	1,00	-	reductionfactor for influence of density
α	0,00	rad	sloping angle of bottom side of foundation
b_c	1,00	-	reducitonfactor for slope-influence of cohesion
b_q	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of actual soilpressure
b_γ	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of density
$\sigma'_{max;d} = c'_{gem;d} \times N_c \times s_c \times b_c \times i_c + \sigma'_{v,z;d} \times N_q \times s_q \times b_q \times i_q + 0,5 \times \gamma'_{gem;d} \times b' \times N_\gamma \times s_\gamma \times b_\gamma \times i_\gamma$			
σ'_c	0	kPa	0% bearing capacity based on cohesion
σ'_q	0	kPa	0% bearing capacity based on actual soilpressure
σ'_γ	133	kPa	100% bearing capacity based on actual density
$\sigma'_{tot.}$	133	kPa	Total bearing capacity
R_d	239	kN	Design capacity of maximum vertical load, incl. Resistance factor
Check: 37 / 239 = 0,15 OK			

8.1.2 Controle opleggingen F

De oplegging aan rechterzijde staat 590mm vanaf een plaatrand. De volgende excentriciteiten en resulterende momenten zijn hier van toepassing:

Belasting: $F_{E;d} = 39,4$ kN.

$E_{B;d} = 1,00 - 0,59 = 0,41$ m -> $M_{B;d} = 31,4$ kNm

$E_{L;d} = 1,00 - 0,17 = 0,83$ m -> $M_{L;d} = 21,6$ kNm

Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

Calculation Shallow Foundation

Foundation for DAF1, poot F, new situation

Dimensions

Panel

$$B = 2,00 \quad L = 2,00 \quad h1 = 0,16 \text{ m}$$

Plinth

$$d = 0,00 \quad c = 0,00 \quad h2 = 0,00 \text{ m}$$

Grade level (h3) : 0,00 m

max. Groundwaterlevel (h4) : 1,00 m

Materials: ρ concrete: 24 kN/m³

ρ soil : 19 kN/m³

γ_G : 0,90

Loads

Imposed loads based on combination:

$$\begin{aligned} V_d &= 39 \text{ kN} & H_{B;d} &= 0 \text{ kN} & H_{L;d} &= 0 \text{ kN} \\ & & M_{B;d} &= 16,2 \text{ kNm} & M_{L;d} &= 32,7 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dead loads by soil and foundation:

Depth of foundation: 0,16 m

Area of panel: 4,00 m²

Area of plinth: 0,00 m²

Load of foundation: $(4,00 \times 0,16 + 0,00 \times 0,00) \times 24 = 15,4 \text{ kN}$

Load of soil: $(4,00 - 0,00) \times (0,00 - 0,00) \times 19 = 0,0 \text{ kN}$

$$F_{DL \text{ found}} = 15,4 \text{ kN}$$

Upward load of groundwater:

$$F_{\text{upwards}} = (4,00 - 0,00) \times (0,16 - 1,00) \times -10 = 0,0 \text{ kN}$$

(groundwater below foundation,

Design Loads

$$V_d = (V_{DL \text{ found}} - F_{\text{upwards}}) \times \gamma_G + V_d = 53,2 \text{ kN}$$

$$M_{B;d} = (0 + 0,16) \times 0,0001 + 32,702 = 32,7 \text{ kNm}$$

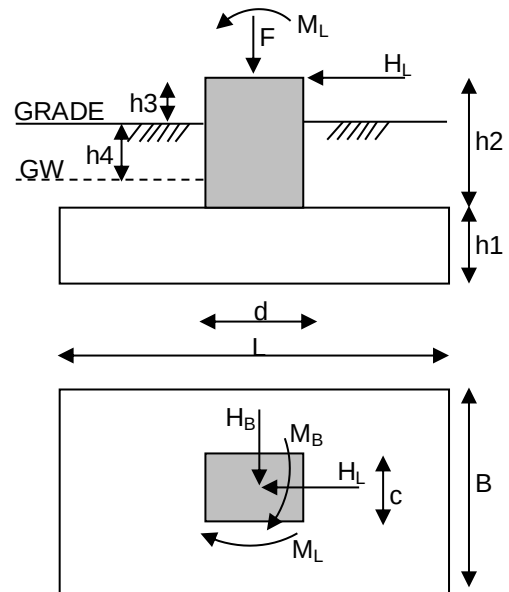
$$M_{L;d} = (0 + 0,16) \times 0,0001 + 16,154 = 16,2 \text{ kNm}$$

Factors:

γ_{cu}	= 1,35
$\gamma_{c'}$	= 1,60
γ_γ	= 1,10
γ_ϕ	= 1,15
γ_R	= 1,00

Calculation Shallow Foundation according EN-1997-1:

V_d	53,2 kN	Resulting vertical load including soil and foundation
H_d	0,0 kN	Maximum Horizontal load
θ	45,0 graden	angle of resulting horizontal load w.r.t. direction of L'.
B	2,0 m	
L	2,0 m	
α	0,0 graden	sloping angle of bottom side of foundation is fixed at 0 deg.
M_{dL}	32,7 kNm	Moment in length of panel at bottom level
M_{dB}	16,2 kNm	Moment in width of panel at bottom level
e_b	0,30 m	=> B' eff = 1,39 m = 70% of total
e_l	0,61 m	=> L' eff = 0,77 m = 39% of total
A' eff	1,07 m ²	Effective area
q	17,3 kN/m ²	original design value of soilpressure at foundation level



Drained bearing capacity:

Designapproach 3

$c'_{gem;k}$	0,0	kPa	average effective cohesion
$\gamma_{gem;k}$	19,0	kN/m ³	average density
$\varphi_{gem;k}$	30,0	graden	average effective angle of friction
$\sigma'_{v,z;d}$	0,0	kPa	actual design value of soilpressure at foundation level
c'_d	0,0	kPa	design value of average effective cohesion
γ_d	17,3	kN/m ³	design value of average density
φ_d	26,7	graden	design value of average effective angle of friction
N_c	23,3	-	bearingfactor for influence of cohesion
N_q	12,7	-	bearingfactor for influence of actual soilpressure
N_γ	11,8	-	bearingfactor for influence of density
s_c	1,49	-	schapefactor for influence of cohesion
s_q	1,45	-	schapefactor for influence of actual soilpressure
s_γ	0,70	-	schapefactor for influence of density
m_B	1,36	-	factor for direction of horizontal actions in B direction
m_L	1,64	-	factor for direction of horizontal actions in L direction
m_θ	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in resulting direction
i_c	1,00	-	reducitonfactor for influence of cohesion
i_q	1,00	-	reductionfactor for influence of actual soilpressure
i_γ	1,00	-	reductionfactor for influence of density
α	0,00	rad	sloping angle of bottom side of foundation
b_c	1,00	-	reducitonfactor for slope-influence of cohesion
b_q	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of actual soilpressure
b_γ	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of density
$\sigma'_{max;d} = c'_{gem;d} \times N_c \times s_c \times b_c \times i_c + \sigma'_{v,z;d} \times N_q \times s_q \times b_q \times i_q + 0,5 \times \gamma'_{gem;d} \times b' \times N_\gamma \times s_\gamma \times b_\gamma \times i_\gamma$			
σ'_c	0	kPa	0% bearing capacity based on cohesion
σ'_q	0	kPa	0% bearing capacity based on actual soilpressure
σ'_γ	99	kPa	100% bearing capacity based on actual density
$\sigma'_{tot.}$	99	kPa	Total bearing capacity
R_d	106	kN	Design capacity of maximum vertical load, incl. Resistance factor
Check: 53 / 106 = 0,50 OK			

8.1.3 Controle dubbele UNP200 ligger

Uit voorgaande blijkt dat de grondrukken zullen voldoen aan de capaciteit. Wat resteert is een controle van de dubbele UNP 200 ligger. Vanwege kip-effecten dienen de UNP balken met koppelingen verbonden te worden, zoals aangegeven op de schets op volgende pagina.

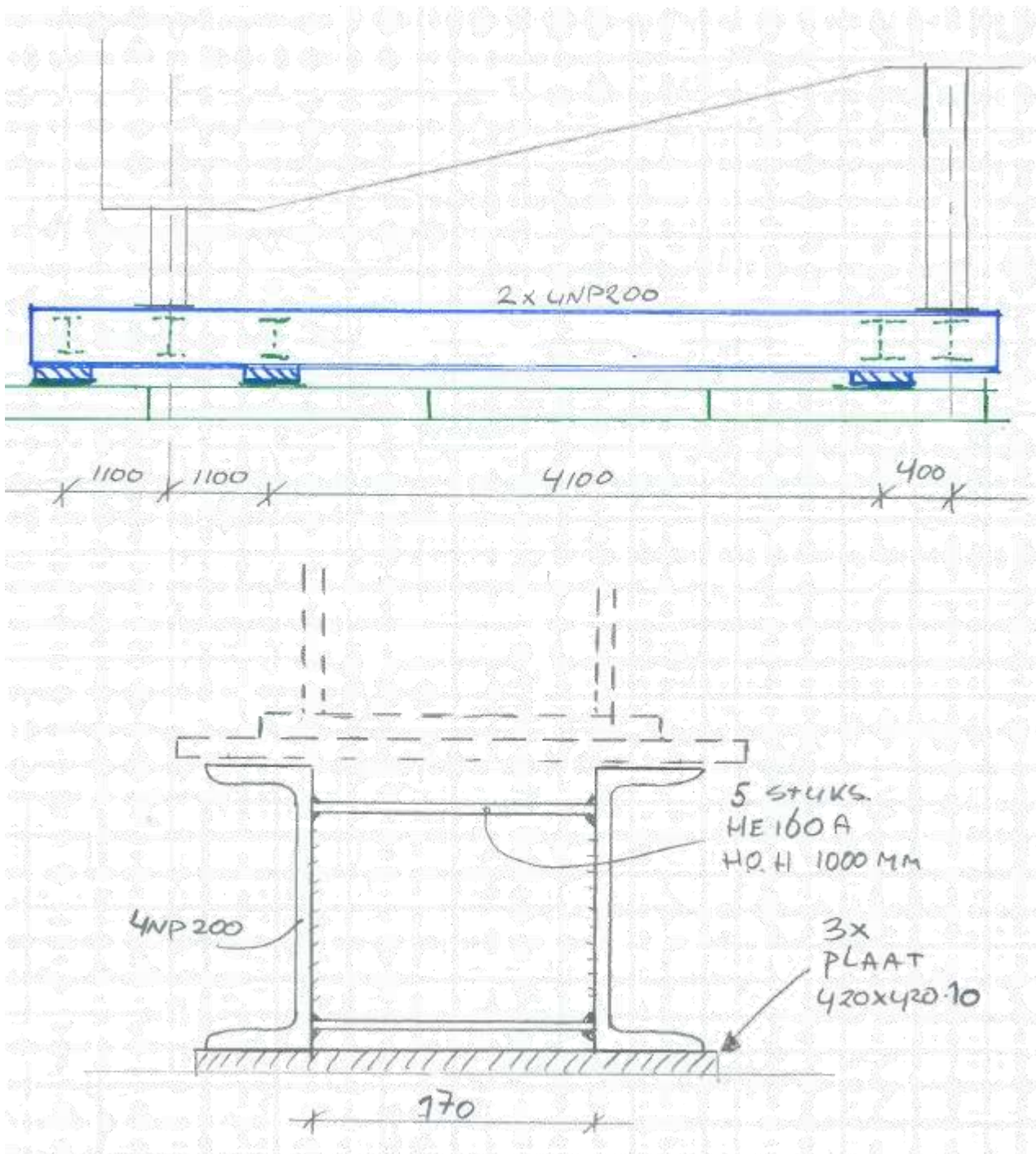
Optredend reken moment: 24,7 kNm.

Capaciteit dubbele UNP200: 2 x 191,1 x 235 = 89,8 kNm.

Op uiterste capaciteit een unity check van **0,27**.

Bij koppelingen om de 1000mm zal er voldoende capaciteit overblijven om kip-effecten op te vangen. Deze koppeling zijn alleen nodig bij de grote buigende momenten.

Schets van nieuwe dubbele UNP200 liggers.



8.2 Afvoercontainer vaste stoffen, item 17

Voor deze container is met name van belang dat de rollen zich steeds op een andere positie bevinden, en bovendien regelmatig verplaatst/ gerold worden. Een groot druk verdelend element is noodzakelijk om de lokale effecten te reduceren.

Dit is mogelijk met een tweede laag bedrijfsplaten bovenop de bestaande. Deze tweede laag, dient versprongen aangebracht te worden, zodat de naden van de bovenste laag in de midden van de onderste laag uitkomen. Op deze wijze wordt voorkomen dat de druk zich op een plaats concentreert.

Een andere mogelijkheid is het toepassen van rijplaten. Met stalen rijplaten van 15mm dik, wordt voldoende oppervlak gecreëerd om de belastingen uit de rollen af te dragen. Ook zijn deze beter geschikt voor rollen.

In de meest ongunstige situatie staat de rol dicht bij een punt van een betonplaat. Door het toepassen van de tweede laag of de rijplaten, wordt de belasting tevens over de punten van de 3 andere betonplaten. De rekenbelasting van 82 kN reduceert dan naar 20,5kN met maximaal mogelijke excentriciteiten van 1,0m en 1,0m. Voor controle zie volgende pagina.

Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

Calculation Shallow Foundation

Foundation for Afvalbak bij Decanteer

Dimensions

Panel

$$B = 2,00 \quad L = 2,00 \quad h1 = 0,16 \text{ m}$$

Plinth

$$d = 0,00 \quad c = 0,00 \quad h2 = 0,00 \text{ m}$$

Grade level (h3) : 0,00 m

max. Groundwaterlevel (h4) : 1,00 m

Materials: ρ concrete: 24 kN/m³
 ρ soil : 19 kN/m³
 γ_G : 0,90

Loads

Imposed loads based on combination:

$$\begin{aligned} V_d &= 21 \text{ kN} & H_{B,d} &= 0 \text{ kN} & H_{L,d} &= 0 \text{ kN} \\ & & M_{B,d} &= 20,5 \text{ kNm} & M_{L,d} &= 20,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dead loads by soil and foundation:

Depth of foundation: 0,16 m

Area of panel: 4,00 m²

Area of plinth: 0,00 m²

Load of foundation: $(4,00 \times 0,16 + 0,00 \times 0,00) \times 24 = 15,4 \text{ kN}$

Load of soil: $(4,00 - 0,00) \times (0,00 - 0,00) \times 19 = 0,0 \text{ kN}$

$$F_{DL \text{ found}} = 15,4 \text{ kN}$$

Upward load of groundwater:

$$F_{\text{upwards}} = (4,00 - 0,00) \times (0,16 - 1,00) \times -10 = 0,0 \text{ kN}$$

(groundwater below foundation,

Design Loads

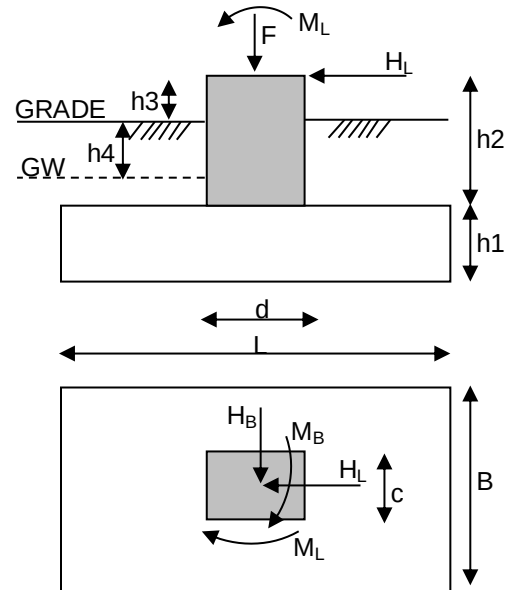
$$\begin{aligned} V_d &= (V_{DL \text{ found}} - F_{\text{upwards}}) \times \gamma_G + V_d = 34,3 \text{ kN} \\ M_{B,d} &= (0 + 0,16) \times 0,0001 + 20,5 = 20,5 \text{ kNm} \\ M_{L,d} &= (0 + 0,16) \times 0,0001 + 20,5 = 20,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Factors:

$$\begin{aligned} \gamma_{cu} &= 1,35 \\ \gamma_c &= 1,60 \\ \gamma_\gamma &= 1,10 \\ \gamma_\phi &= 1,15 \\ \gamma_R &= 1,00 \end{aligned}$$

Calculation Shallow Foundation according EN-1997-1:

V_d	34,3 kN	Resulting vertical load including soil and foundation
H_d	0,0 kN	Maximum Horizontal load
θ	45,0 graden	angle of resulting horizontal load w.r.t. direction of L'.
B	2,0 m	
L	2,0 m	
α	0,0 graden	sloping angle of bottom side of foundation is fixed at 0 deg.
M_{dL}	20,5 kNm	Moment in length of panel at bottom level
M_{dB}	20,5 kNm	Moment in width of panel at bottom level
e_b	0,60 m	=> B' eff = 0,81 m = 40% of total
e_l	0,60 m	=> L' eff = 0,81 m = 40% of total
A' eff	0,65 m ²	Effective area
q	17,3 kN/m ²	original design value of soilpressure at foundation level



Civil Calculation

Opstelling voor WaterTreatment installatie

Drained bearing capacity:

Designapproach 3

$c'_{gem;k}$	0,0	kPa	average effective cohesion
$\gamma_{gem;k}$	19,0	kN/m ³	average density
$\phi_{gem;k}$	30,0	graden	average effective angle of friction
$\sigma'_{v,z;d}$	0,0	kPa	actual design value of soilpressure at foundation level
c'_d	0,0	kPa	design value of average effective cohesion
γ_d	17,3	kN/m ³	design value of average density
ϕ_d	26,7	graden	design value of average effective angle of friction
N_c	23,3	-	bearingfactor for influence of cohesion
N_q	12,7	-	bearingfactor for influence of actual soilpressure
N_γ	11,8	-	bearingfactor for influence of density
s_c	1,49	-	schapefactor for influence of cohesion
s_q	1,45	-	schapefactor for influence of actual soilpressure
s_γ	0,70	-	schapefactor for influence of density
m_B	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in B direction
m_L	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in L direction
m_θ	1,50	-	factor for direction of horizontal actions in resulting direction
i_c	1,00	-	reducitonfactor for influence of cohesion
i_q	1,00	-	reductionfactor for influence of actual soilpressure
i_γ	1,00	-	reductionfactor for influence of density
α	0,00	rad	sloping angle of bottom side of foundation
b_c	1,00	-	reducitonfactor for slope-influence of cohesion
b_q	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of actual soilpressure
b_γ	1,00	-	reductionfactor for slope-influence of density
$\sigma'_{max;d} = c'_{gem;d} \times N_c \times s_c \times b_c \times i_c + \sigma'_{v,z;d} \times N_q \times s_q \times b_q \times i_q + 0,5 \times \gamma'_{gem;d} \times b' \times N_\gamma \times s_\gamma \times b_\gamma \times i_\gamma$			
σ'_c	0	kPa	0% bearing capacity based on cohesion
σ'_q	0	kPa	0% bearing capacity based on actual soilpressure
σ'_γ	57	kPa	100% bearing capacity based on actual density
$\sigma'_{tot.}$	57	kPa	Total bearing capacity
R_d	37	kN	Design capacity of maximum vertical load, incl. Resistance factor
Check: 34 / 37 = 0,92 OK			

9. CONCLUSIE

Uit de controle op items die *een gelijkmatig verdeelde belasting* op de betonplaten geven, blijkt dat alle berekende gronddrukken binnen acceptabele grenzen ligt.

Uit de controle van items die *een geconcentreerde belasting* op de betonplaten geven, blijkt echter dat bij de DAF units en de Afvalcontainer in de huidige opstelling te hoge gronddrukken zullen optreden. De belastingen bij de Decanteer unit en zandfilters blijkt nog net binnen de acceptabele grenzen te liggen.

Voor de DAF units en de afvalcontainer zijn aanpassingen nodig om de gronddruk binnen acceptabele grenzen te krijgen.

Voor de DAF units, wordt voorgesteld om stalen balken onder de poten aan te brengen, waarmee de belasting verspreid en op gunstigere positie op de betonplaat afgevoerd kan worden.

Voor de afvalcontainer is een druk verdelend element als 2^e laag betonplaten, of rijplaten noodzakelijk om de belasting over naastgelegen platen te verdelen.