



VOOR PROJECT:

S4-GRONEXT-ASG

DOCUMENT NUMMER

BSU01 + BSU02 Fundatie berekening

		Project Revisions		
Rev.	Date	Description / Status	Prepared by	Approved by
A00	2022-03-23	For Cmments		
A01	2022-04-06	Document number changed		
A02	2022-12-01	Document translated into Dutch		

INHOUD:

1.	ALGEMEEN.....	3
1.1	Introductie.....	3
1.2	Uitgangspunten.....	3
1.2.1	Toegepaste voorschriften.....	3
1.2.2	Referentie.....	3
1.2.3	Materialen.....	4
1.2.4	Referentie documenten.....	4
2.	BELASTINGEN.....	5
2.1	Eigen gewicht	5
2.2	Nuttige belasting.....	5
2.3	Wind belasting.....	5
2.4	Combinations.....	6
3.	BEREKENING BETON FUNDATIE.....	7
3.1	Stabiliteit.....	7
3.2	Grondspanning.....	7
4.	CONCLUSIE.....	9

1. ALGEMEEN

1.1 Introductie

Dit document bevat de statische berekening voor de fundaties voor de twee batterij opslag gebouwen. (Battery Storage Units =BSU)

Deze BSU-gebouwen zullen op twee afzonderlijke betonfundaties gefundeerd worden.

Er zal slechts één enkele berekening van een gebouw gemaakt worden, omdat beide gebouwen identiek zijn.

Eerst was het de bedoeling om de gehele laag van de bestaande gravel tot 1,00 meter diepte te ontgraven. Na een evaluatie van deze methode is besloten om het goed verdichte gravel te laten liggen en alleen te ontgraven op die plaatsen waar de kabels de grond in moeten. Dit is tevens de reden dat er niet op vorst diepte zal behoeven te worden gefundeerd omdat er geen gevaar voor opvriezen zal bestaan.

Conclusie: een betonplaat zonder vorstrand toepassen.

1.2 Uitgangspunten

1.2.1 Toegepaste voorschriften

NEN-EN 1990	Basis of design.
NEN-EN 1991	Loadings on constructions.
NEN-EN 1992-reeks	Design and calculation of Concrete structures.
NEN-EN 1993-reeks	Design and calculation of Structural steel structures.
NEN-EN 1997-reeks	Geotechnical Design.

1.2.2 Referentie

Ontwerp levensduur klasse → 20 jaar

De berekening van deze fundatie is gedaan conform de consequence class 1 en de reliability Class 1

(CC1 = Consequence Class 1 en RC1 = Reliability Classes 1 → $K_{fi} = 0,90$)

Belasting factoren:	yf;g	yf;q	Ψ	
	ULS 1,10	1,35	-	(= Ultimate Limit State)
	ULS 1,20	1,35	Ψ_0	
	SLS 1,00	1,00	$\Psi_{1/2}$	(= Serviceability Limit State)

Voor onderstaande berekening is uitsluitend de factor $\Psi = 1,0$ gebruikt. (Conservatieve benadering!)

Tabel NB.5 — Partiële factoren voor gevolgklassen 1 en 3 voor belastingen (STR/GEO) (groep B)

CC	Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
		Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
1	(Vgl. 6.10a)	1,2 $G_{k,j,sup}^a$	0,9 $G_{k,j,inf}$		1,35 $\psi_{0,1} Q_{k,1}$	1,35 $\psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
	(Vgl. 6.10b)	1,1 $G_{k,j,sup}^b$	0,9 $G_{k,j,inf}$	1,35 $Q_{k,1}$		1,35 $\psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
3	(Vgl. 6.10a)	1,5 $G_{k,j,sup}^a$	0,9 $G_{k,j,inf}$		1,65 $\psi_{0,1} Q_{k,1}$	1,65 $\psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
	(Vgl. 6.10b)	1,3 $G_{k,j,sup}^b$	0,9 $G_{k,j,inf}$	1,65 $Q_{k,1}$		1,65 $\psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

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

Tabel NB.6 – A1.2(C) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep C)

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
(Vgl. 6.10)	1,0 $G_{k,j,sup}$	1,0 $G_{k,j,inf}$	1,3 $Q_{k,1}$		1,3 $\psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

1.2.3 Materialen

Beton : C28/35
Wapening : B500B

1.2.4 Referentie documenten

De volgende documenten zijn onderdeel van deze berekening :

- S4-GRONEXT-ASG Wapening fundatie.
- Grondonderzoek report opgesteld door Wiertsema & Partners. (Order number : VN-77409-1 d.d 10 december , 2020)
Onderwerp Project : GRONEXT aan de Middenweg te Eemshaven.

:

2. BELASTINGEN

Voor de berekening van de fundatie voor deze twee units zijn de volgende belastings gevallen onderzocht namelijk :

2.1 Eigen gewicht

- Container (Leeg)	145 kN
- Racks (Incl. toekomstige)	} 250 kN
- HVAC – unit	
- Communicatie	

Totaal maximum eigen gewicht : (145 + 250) = 395 kN

2.2 Nuttige belasting

Nuttige belasting in de container bedraagt 2,50 kN/m² over de gehele oppervlakte van deze container (= 29 m²) → Maakt totaal 2,50 x 29 = 72,50 kN

2.3 Wind belasting

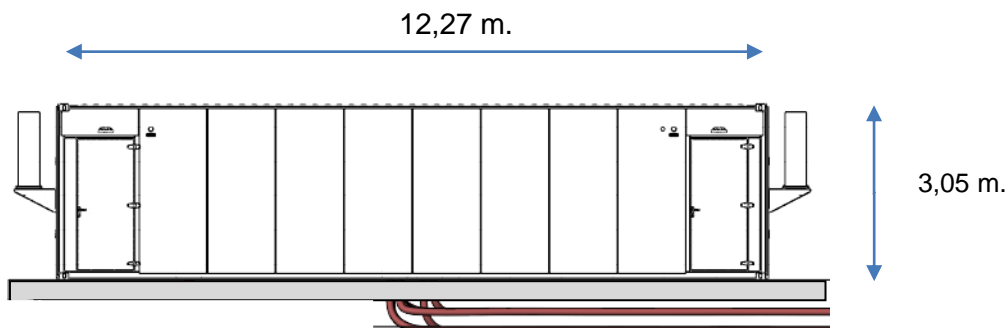
Voor de windbelasting is gekozen voor: Windgebied II Onbebouwd. (Eemshaven) In dit geval zal de stuwdruk op 3,00 meter hoogte 0,60 kN/m² bedragen.

Met een lengte van 12,27 meter en een hoogte van 3,05 meter zal het totale wind oppervlak dan zijn: 12,27 x 3,05 = 37,42 m²

Met een C_{pe} voor winddruk / windzuiging van 2,0 (Conservatieve benadering)

Totale horizontale windbelasting op de BSU-container:

$$\text{Oppervlakte} * \text{winddruk} * C_{pe} = 37,42 \text{ [m}^2\text{]} * 0,60 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 2,0 = 44,91 \text{ kN}$$



2.4 Combinations

De volgende combinaties zijn beschouwd:

2.5.1 : Eigen gewicht + Nuttige belasting

Totale E.G. + N.B. : $(395 \times 1,2) + (72,50 \times 1,35) = 571,88 \text{ kN}$

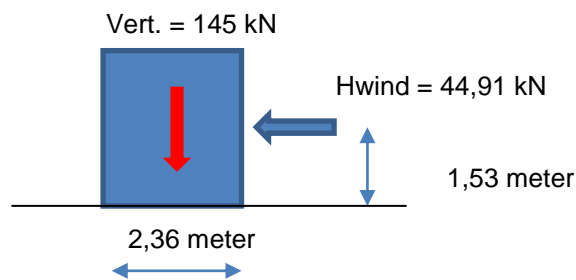
2.5.2 : Eigen gewicht (Leeg)+ Wind

Het E.G. zal worden gereduceerd door een factor 0,90 toe te passen op het E.G. van de container.

E.G.(Leeg) + wind : $[(295) \times 0,9 + 45,38 / 2,36 \times 1,35] \text{ kN} = 156,46 \text{ kN} \rightarrow$

Tengevolge van de wind zal er een kantelmoment ontstaan op de fundatie ter grootte van :

: $44,91 \times 1,53 \times 1,35 = 92,76 \text{ kNm}$



Stabiliteit van de BSU-Unit zelf : Tegenwerkend moment $145 \times 2,36 / 2 \times 0,90 = 153,99 \text{ kNm}$
 $\rightarrow 153,99 > 92,76$ Dus stabiliteit is OK

Dus zelfs als de container leeg is, is er voldoende weerstand tegen de wind om te blijven staan.

2.5.3 : Eigen gewicht (Maximaal) + Wind + Nuttige belasting

De BSU-unit brengt zijn gewicht op de betonfundatie middels twee in de lengte richting lopende balken onder de container
 Hierdoor zal de totale belasting door twee gedeeld worden (Elke zijde 50%)

Door de belasting per zijde te delen door de totale lengte (=12,20 meter.) krijgt men de belasting per strekkende meter fundatie.

D.L. + W.L. + L.L. = $[(145 + 250) \times 1,20 / 2] + (45,38 / 2,36) \times 1,35 + [(72,50 \times 1,35) / 2] =$
 $= 237 + 25,96 + 48,94 = 311,90 \text{ kN / per zijde.}$

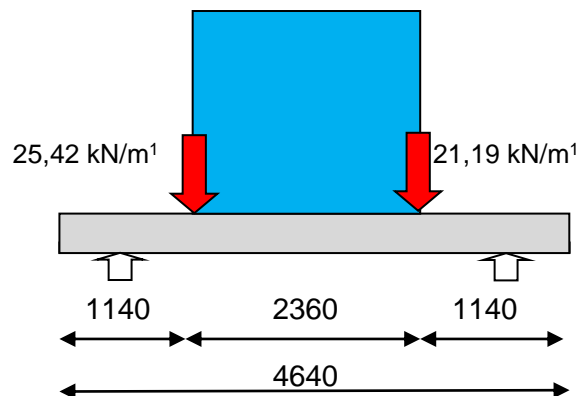
\rightarrow Per meter lengte $311,90 / 12,27 = 25,42 \text{ kN/m}^1$

Aan de andere kant van de container hebben we de volgende belasting : $237 - 25.96 + 48,94 = 259,96 \text{ kN}$

→ Per meter lengte $259,96 / 12,27 = 21,19 \text{ kN/m}$

3. BEREKENING BETON FUNDATIE

3.1 Stabiliteit



Maximaal buigend moment in de betonplaat is : $L \times V_{de} = 1,14 / 2 \times 25,42 = 14,49 \text{ kNm/m}^1$

$M_{ED} = 14,49 \text{ kNm/m}^1$

Ten gevolge van het eigen gewicht van de betonplaat : $1,14/2 \times 0,2 \times 25 = 2,85 \text{ kNm/m}^1$

→ Totaal moment : $14,49 + 2,85 = 17,34 \text{ kNm/m}^1$

De maximaal optredende dwarskracht bedraagt: $V_{ED} = 0,2 \times 25 + 25,42 = 30,42 \text{ kN/m}$

Voor de berekening van de betonplaat, zie volgende pagina.

Toegepaste wapening : Onder / boven $\text{Ø}8\text{-}150$ in beide richtingen.

3.2 Grondspanning

De maximale gronddruk uitgeoefend door de betonfundatie inclusief de BSU-Unit bedraagt:

Gewicht betonfundatie + BSU-Unit + Racks + Nuttige belasting ± wind

Eigen gewicht betonfundatie : $(13,90 \times 4,64 \times 0,2) \times 25 = 323 \text{ kN}$

Maximum / minimum gronddruk: $\sigma = F/A \pm M/W =$

$= [(323 + 145 + 250 + 72,50) / (13,90 \times 4,64)] \pm [(44,91 \times 1,53) / (1/6 \times 13,90 \times 4,64^2)] =$

$$= 12,26 \pm 1,38 \rightarrow \text{Max. } 13,64 \text{ kN/m}^2 \quad \& \quad \text{Min. } 10,88 \text{ kN/m}^2$$

Toelaatbare grondspanning 50 kN/m² Dus O.K.

Berekening vloerwapening volgens Eurocode -2					
Norm :	Eurocode 2	NL			
DOORSNEDEKRACHTEN		VLOER GEGEVENS		MATERIAALGEGEVENS	
$M_{Ed} =$	17,34	kNm	$b =$	1000	mm
$M_{qp} =$	12,85	kNm	$h =$	200	mm
$V_{Ed} =$	30,42	kN	$d =$	156	mm
				Beton kwaliteit	C20/25
				Staal kwaliteit	B500
				Kruip coëff. ϕ	2,38
HOOFDWAPENING		VERDEELWAPENING		SCHEURVORMING	
laag:	1	laag:	2	Milieuklasse:	XC4
$\phi_1 =$	8	mm	$\phi_{av} =$	8	mm
$(h.o.h.)_1 =$	150	mm		Dekking $C_{nom} =$	40 mm
$\phi_2 =$	0	mm	Doorlopende onderwapening	Dekking $C_{applied} =$	40 mm
$(h.o.h.)_2 =$	0	mm	$A_{sl} =$	335	mm ²
$A_{s,prov} =$	335	mm ²		$w_{k,max \text{ toel.}} =$	0,20 mm
$\rho_{,prov} =$	0,215	%		$w_k =$	0,20 mm
CONTROLE WAPENING		CONTROLE DWARSKRACHT		CONTROLE DETAILLERING	
$\rho =$	0,169	%	$V_{Rd,c} =$	69,1	kN
$A_{sreq} =$	263	mm ²	$A_{sw} / s =$	0,000	mm ² / mm
$A_{s,min} =$	203	mm ²	$V_{Rdsmax} =$	76,1	kN
$\rho_{,max} =$	1,030	%	$A_{sw} / s =$	0,462	mm ² / mm
$M_{Rd} =$	22	kNm	$V_{Rdsmax} =$	516,67	kN
				min. hoh staven	37 mm
				max hoh staven	250 mm

4. CONCLUSIE

In dit document is een berekening opgesteld van een enkele Battery Storage Unit (BSU)
De totale stabiliteit van deze Unit, zelfs leeg gerekend en bij wind is ten alle tijden binnen de limiet.

Voor de berekening van deze fundatie zijn drie basis belastingen beschouwd namelijk:

- 1 – E.G (Maximaal) + N.B
- 2 – D.L (Empty) + W.B
- 3 – D.L (Maximaal) + W.B + N.B.

Voor al deze drie belastingscombinaties blijft de optredende grondspanning beneden de toelaatbare grondspanning.