



VOOR PROJECT:

S4-GRONEXT-ASG

DOCUMENT NUMMER

BIU01 + BIU02 Fundatie berekening

		Project Revisions		
Rev.	Date	Description / Status	Prepared by	Approved by
A00	2022-03-23	For Comments		
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	Gebruikte voorschriften	3
1.2.2	Referenties	3
1.2.3	Materiaal	4
1.2.4	Referentie documenten	4
2.	BELASTINGEN.....	5
2.1	Eigen gewicht	5
2.2	Nuttige belasting.....	6
2.3	Wind belasting.....	6
2.4	Sneeuw belasting	6
2.5	Combinaties	6
3.	BEREKENING BETON FUNDATIE.....	7
3.1	Stabiliteit	7
3.2	Gronddruk	9
4.	CONCLUSIE.....	10

1. ALGEMEEN

1.1 Introductie

Dit document bevat de statische berekening van de twee Battery Inverter Units (=BIU)
Deze BIU-units worden op twee afzonderlijke beton fundaties geplaatst. In het onderstaande document zal slechts één van de twee identieke units worden berekend.

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 Gebruikte 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 Referenties

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!)

ULS	1,20	1,35	Ψ_0	
SLS	1,00	1,00	$\Psi_{1/2}$	(= Serviceability Limit State)

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 $\psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

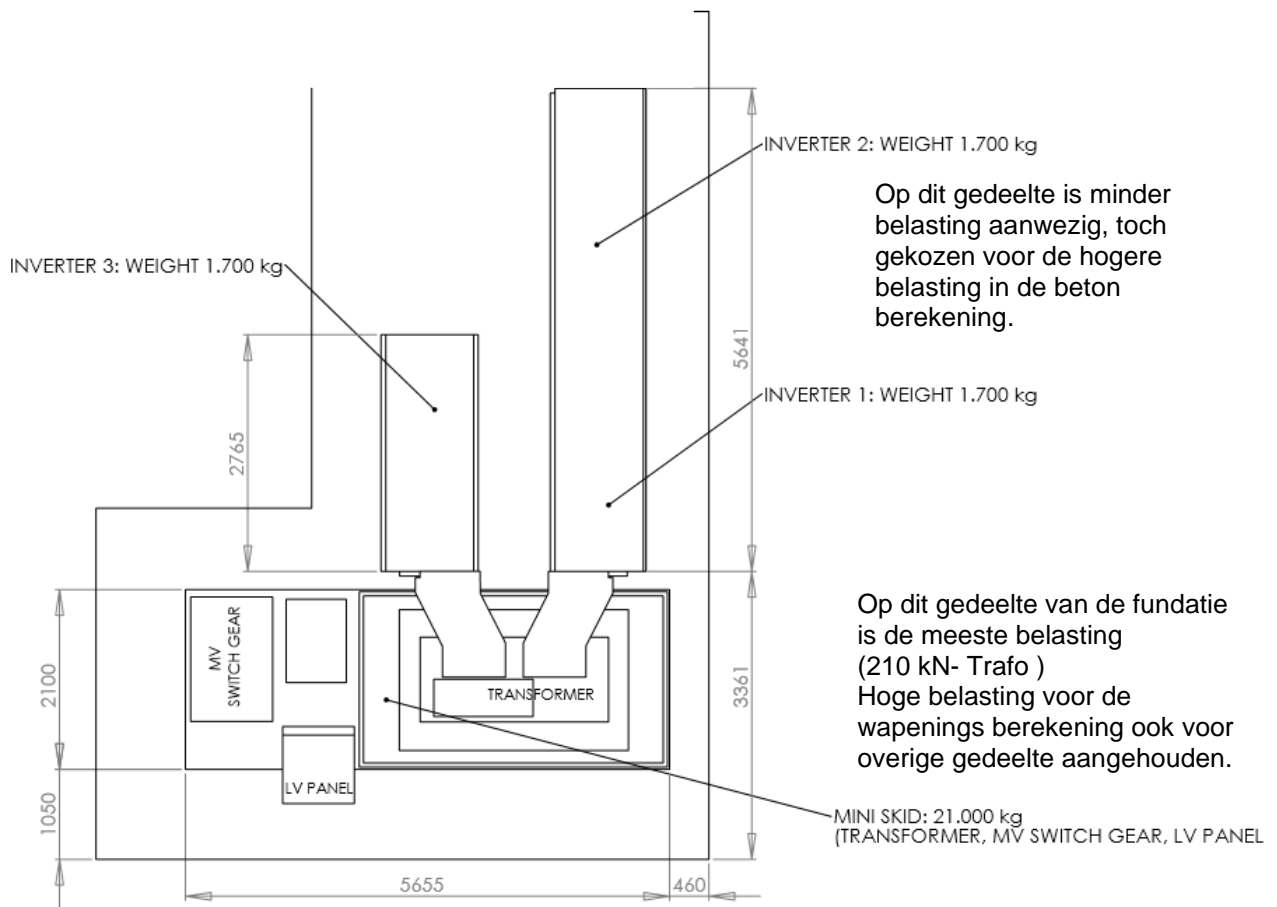
1.2.3 Materiaal

Beton : C28/35
Wapening : B500B

1.2.4 Referentie documenten

De volgende documenten zijn onderdeel van deze berekening:

- Tekening -S4-GRONEXT-ASG. BIU01 + BIU02 Fundatie tekening / Grondverbetering.
- Grondonderzoeks rapport door Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners – Report : VN-77409-1 d.d. 10 December, 2020
Onderwerp : Project : GRONEXT aan de Middenweg te Eemshaven.



2. BELASTINGEN

Voor de berekening van de fundatie zijn vier basis belastingen beschouwd:

2.1 Eigen gewicht

Het eigen gewicht van de BIU-unit:

Eigen gewicht

- Trafo	210,00 kN
- Inverter(Incl. substructure)	34,00 kN (Dual – set)
- Inverter (Incl. substructure)	17,00 kN (Single – set)

Totaal maximaal eigen gewicht: (210,0 + 34,00 + 17,00) = 261,00 kN / fundatie

2.2 Nuttige belasting

Nuttige belasting rondom het skid en de inverters op de beton fundatie: Maximaal $2,50 \text{ kN/m}^2$ op een oppervlakte van $2 \times 10,89 \text{ m}^2 \rightarrow$ Maakt totaal: $2,50 \times 2 \times 10,89 = 54,45 \text{ kN}$

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 $0,60 \text{ kN/m}^2$ bedragen.

Met een lengte van 9,00 meter en een hoogte van 3,00 meter, bedraagt de totale wind oppervlak $27,00 \text{ m}^2$

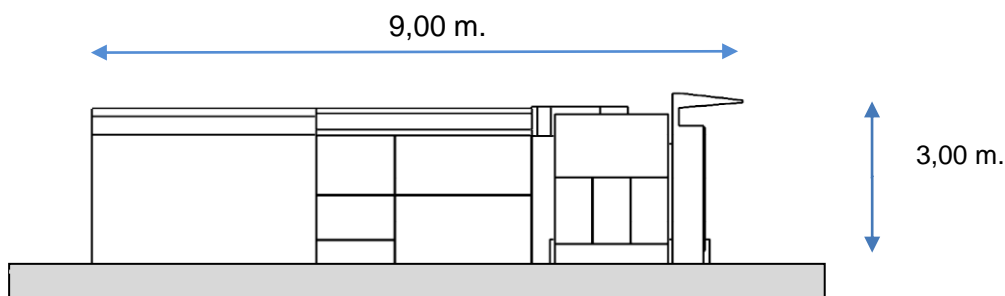
Met een waarde van C_{pe} voor windoverdruk / onderdruk = 2,0 (Conservatieve benadering)

Totale horizontale winddruk op elk BSU-unit :

Oppervlakte * winddruk * $C_{pe} = 27,00 \text{ [m}^2\text{]} \times 0,60 \text{ [kN/m}^2\text{]} \times 2,0 = 32,40 \text{ kN.}$

2.4 Sneeuw belasting

Voor sneeuw belasting slechts een belasting van $0,56 \text{ kN/m}^2$ rekening op het dak van het BIU-Unit. Omdat deze belasting zo klein is in vergelijking met de belasting uit de wind, is de sneeuw belasting verder niet meegenomen in de beschouwing.



2.5 Combinaties

De volgende drie combinaties zijn beschouwd:

2.5.1 : E.G. + N.B. load

Totaal E.G. + N.B. : $(261 \times 1,2) + (54,45 \times 1,35) = 386,71 \text{ kN}$

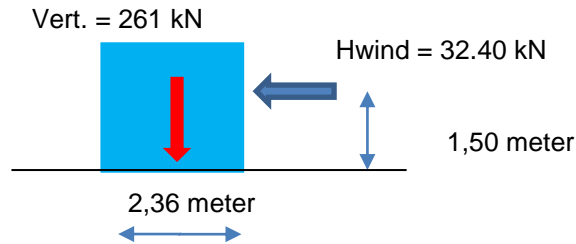
2.5.2 : E.G. (Leeg) + Wind

Het E.G. van de BIU-Unit zal gereduceerd worden met een factor 0,90

E.G. + Wind : $[(261) * 0,9 + 54,45 / 2,36 * 1,35] \text{ kN} = 266,05 \text{ kN} \rightarrow$

Tengevolge van dewind zal er een kantelmoment ontstaan op de fundatie ter grote van:

$$= 32.40 * 1,35 * 1,50 = 65,61 \text{ kNm}$$



Stabiliteit van de BIU-unit zelf: Tegenwerkend moment $261 * 0,90 * 2,36/2 = 277,18 \text{ kNm}$

$\rightarrow 277,18 > 65,61$ Conclusie Stabiliteit OK.

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

Het transformer skid gedeelte is het meest zware onderdeel van de skid op de beton fundatie.

De BIU-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 (=3,00 meter.) krijgt men de belasting per strekkende meter fundatie.

$$\begin{aligned} \text{D.L.} + \text{W.L.} + \text{L.L.} &= [(261) * 1,20 / 2] + (32,40 * 1,50 / 2,36) * 1,35 + [(54,45 * 1,35) / 2] = \\ &= 156,60 + 27,80 + 36,75 = 221,15 \text{ kN/ per zijde.} \end{aligned}$$

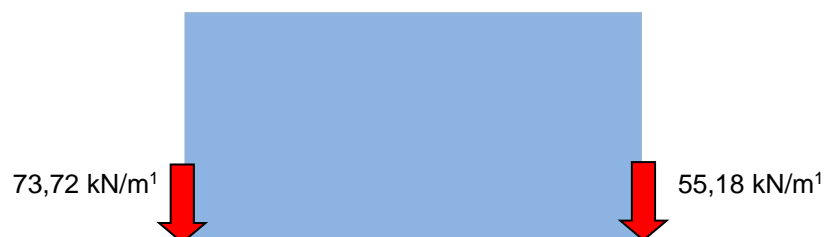
\rightarrow Per meter lengte $221,15 / 3,00 = 73,72 \text{ kN/m}^1$

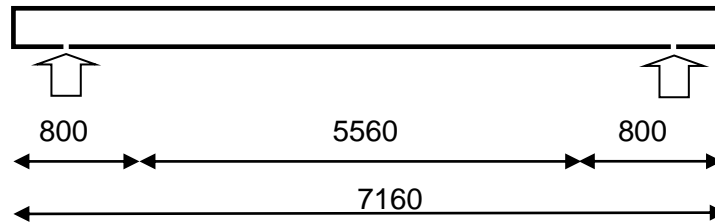
Aan de andere zijde van de unit: $= 156,60 - 27,80 + 36,75 = 165,55 \text{ kN/ per zijde}$

\rightarrow Per meter lengte $165,55 / 3,00 = 55,18 \text{ kN/m}^1$

3. BEREKENING BETON FUNDATIE

3.1 Stabiliteit





Maximale buigende moment in de betonfundatie: $L * V_{de} = 0,80 / 2 * 73,72 = 29,49 \text{ kNm/m}^1$

$$M_{ED} = 29,49 \text{ kNm/m}^1$$

Ten gevolge eigen gewicht betonfundatie: $0,20 * 25 * 0,80 / 2 = 2,00 \text{ kNm/m}^1$

Maximum moment $29,49 + 2,00 = 31,49 \text{ kNm/m}^1$

De maximale dwarskracht is $V_{ED} = 73,72 \text{ kN/m}^1 + 5,00 \text{ kN/m}^1 = 78,72 \text{ kN/m}^1$

Toegepaste wapening in betonfundatie: Alleen onderwapening: kruisnet $\text{Ø}10\text{-}150$

Berekening vloerwapening volgens Eurocode -2							
Norm :	Eurocode 2		NL				
DOORSNEDEKRACHTEN			VLOER GEGEVENS			MATERIAALGEGEVENS	
$M_{Ed} =$	31,49	kNm	$b =$	1000	mm	Beton kwaliteit	C28/35
$M_{qp} =$	23,33	kNm	$h =$	200	mm	Staal kwaliteit	B500
$V_{Ed} =$	78,72	kN	$d =$	155	mm	Kruip coëff. ϕ	2,00
HOOFDWAPENING			VERDEELWAPENING			SCHEURVORMING	
laag:	1		laag:	2		Milieuklasse:	XC4 XC4
$\phi_1 =$	10	mm	$\phi_{av} =$	10	mm	Dekking $C_{nom} =$	40 mm
$(h.o.h.)_1 =$	150	mm				Dekking $C_{applied} =$	40 mm
$\phi_2 =$	0	mm	Doorlopende onderwapening			$w_{k,max\ toel.} =$	0,30 mm
$(h.o.h.)_2 =$	0	mm	$A_{sl} =$	524	mm ²	$w_k =$	0,29 mm
$A_{s,prov} =$	524	mm ²					
$\rho_{,prov} =$	0,338	%					
CONTROLE WAPENING			CONTROLE DWARSKRACHT			CONTROLE DETAILLERING	
$\rho =$	0,313	%	$V_{Rd,c} =$	81,2	kN	min. hoh staven	37 mm
$A_{sreq} =$	486	mm ²	$A_{sw} / s =$	0,000	mm ² / mm	max hoh staven	250 mm
$A_{s,min} =$	223	mm ²	$V_{Rdsmax} =$	196,8	kN		
$\rho_{,max} =$	1,443	%	$A_{sw} / s =$	1,214	mm ² / mm		
$M_{Rd} =$	34	kNm	$V_{Rdsmax} =$	693,71	kN		

3.2 Gronddruk

De maximaal optredende gronddruk onder de betonfundatie ter plaatse van de trafo is:

Gewicht beton fundatie + Trafo + Nuttige belasting ± Wind

Eigen gewicht beton fundatie: $(7,16 * 4,10 * 0,2) * 25 = 146,78$ kN

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

$$= [(146,78 + 261 + 54,45) / (7,16 * 4,10)] \pm [(32,40 * 1,50) / (1/6 * 7,16 * 4,10^2)] =$$
$$= 15,75 \pm 2,42 \rightarrow \text{Max. } 18,17 \text{ kN/m}^2 \quad \& \quad \text{Min. } 13,33 \text{ kN/m}^2$$

Toelaatbare gronddruk is ongeveer 50 kN/m^2 , dus grondspanning is O.K.

4. CONCLUSIE

In dit document is de fundatie voor een enkele Battery Invertor Unit (=BIU) doorgerekend.

De stabiliteit blijft ten alle tijden binnen de limiet.

Voor de berekening van de fundatie zijn drie basis combinaties beschouwd namelijk:

1 – D.L (Full)

2 – D.L (Empty) + W.L

3 – D.L (Full) + W.L + L.L

Voor de uitkomsten van al deze drie combinaties geldt dat de maximaal optredende grondspanning altijd onder de toelaatbare gronddruk blijft.