



Project **GCA23002**
Faunatoren
Onderwerp te Sint-Michielsgestel
Statische berekening

Fase Uitvoering
Status Definitief

Constructeur 
Datum 09 januari 2023
Versie

Opdrachtgever 



Inhoud

bladnummer

Algemene constructie gegevens	2
Belastingaanne	3
Gewichtsberekening	3
Stabiliteit	4
Berekening sporen	5
Berekening fundering op staal	6
Constructieoverzichten	51

Algemene constructiegegevens

Omschrijving bouwwerk

Plan voor de nieuwbouw van een faunatoren te Sint-Michielsgestel

Bouwkundige tekeningen

De berekening is gebaseerd op de tekening van 

Uitgangspunten

Voorschriften: NEN-EN 1990, NEN-EN 1991-1-1 t/m NEN-EN 1991-1-6

Gebouwfunctie: Categorie E1c

Gevolgklasse: CC 1

Ontwerplevensduur: 15 Ontwerplevensduurklasse: 2 K_{FI} -factor = 0,9 (zie NB bijlage B3.3)
Vermenigvuldigingsfactor toegepast op de
partiele factoren van combinatie B (NB bijlage A)

Belastingfactoren: Permanente belasting gunstig: 0,9
Groep B

Permanente belasting ongunstig: 1,08
Veranderlijke belasting $Q_{extr.} + Q_{mom.}$: 1,35

Permanente belasting ongunstig: 1,22
Veranderlijke belasting $Q_{mom.}$: 1,35

Stabiliteit

De stabiliteit wordt voorzien door de schijfwerking van de dakvloer en de dragende wanden. In beide richtingen zijn voldoende gefundeerde wanden aanwezig overeenkomstig NPR 6791 paragraaf 3.2.1.

Materialen

Beton: Betonsterkte klasse in het werk gestort: C20/25
Milieuklasse: XC2 tenzij anders aangegeven.
Cementsoort: volgens opgave leverancier
Wapeningsstaalkwaliteit: FeB 500 HWL

Hout: Kwaliteit gezaagd naaldhout: C18
Kwaliteit Eiken regels: D18

Metselwerk kwaliteit steen: 10,0 N/mm²
kwaliteit mortel/lijm: 7,5 N/mm²
representatieve muurdruksterkte: 3,1 N/mm²

Cellenbeton G5 / 800

Constructieonderdelen

Kapconstructie: Sporenkap met ovh dakpannen

Wandconstructie: Metselwerk, halfsteens met bovenin beplanking

Fundering: Fundering op staal door middel van randbalk. Fundering op een vaste laag met een conusweerstand groter of gelijk aan 4MN/m². Eventuele slechte lagen onder het ontgravingsniveau verwijderen en vervolgens weer aanbrengen in lagen van maximaal 30cm die elk mechanisch afgetrild dienen te worden tot een conuswaarde van minimaal 4MN/m² is bereikt.

Belastingen

Windbelasting

Gebied I, II of III, bebouwd/onbebouwd	III onbebouwd
Hoogte pand boven maaiveld =	6,0 m
Pw =	0,58 kN/m ² $\psi_0 = 0$
q-wind =	$0,58 * 0,85 * (0,8 - -0,57) = 0,68 \text{ kN/m}^2$

Dakconstructie

Dakhelling	45 graden			
Eigen gewicht pannendak	0,65 / cos	45	=	0,92 kN/m ² (grondvlak)

Wanden

Metselwerk	dik	100 mm		2,00 kN/m ²
Regelwerk + beplating				0,50 -

Gewichtsberekening

wand 1 - met daklast

Lijnlast	breedte (m)	P _{g,rep} (kN/m ²)	P _{q,rep} (kN/m ²)	Q _{g,rep} (kN/m ¹)	Q _{q,rep} (kN/m ¹)
Dakconstructie	1,00	0,92	0,00	0,92	0,00
Fundering	1,00	3,00	0,00	3,00	0,00
Metselwerk buitenblad	5,30	2,00	0,00	10,60	0,00
Regelwerk + beplating	2,20	0,50	0,00	1,10	0,00
				15,62	0,00

wand 2 - zonder daklast

Lijnlast	breedte (m)	P _{g,rep} (kN/m ²)	P _{q,rep} (kN/m ²)	Q _{g,rep} (kN/m ¹)	Q _{q,rep} (kN/m ¹)
Dakconstructie	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00
Fundering	1,00	3,00	0,00	3,00	0,00
Metselwerk buitenblad	5,30	2,00	0,00	10,60	0,00
Regelwerk + beplating	2,20	0,50	0,00	1,10	0,00
				14,70	0,00

Stabiliteit

Het gebouw heeft geen constructieve koppeling met de fundering. Er moet daarom voldoende gewicht worden gemobiliseerd op trek in een wand te voorkomen.

$$p\text{-wind} = 0,68 \text{ kN/m}^2$$

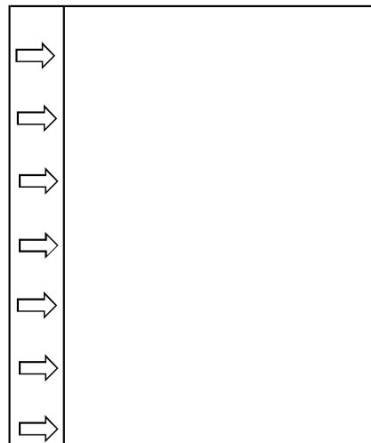
$$\text{gebouw } b = 2,0 \text{ m}$$

$$q\text{-wind} = 0,68 * 2,0 = 1,36 \text{ kN/m}$$

$$q\text{-Ed} = 1,35 * 1,36 = 1,84 \text{ kN/m}$$

$$\text{hoogte gebouw } 6 \text{ m}$$

$$M\text{-w-Ed} = 1,84 * 0,5 * 6^2 = 33,12 \text{ kNm}$$



$h = 6 \text{ m}$

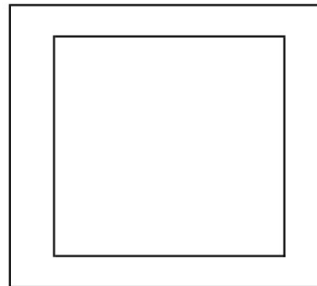
$0,0 \text{ m}$

$$W\text{-kern} = 1/6 * 2000^3 - 1/6 * 1800^3$$

$$W\text{-kern} = 361333 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = 33,12 * 10^6 / 361333 * 10^3 = 0,10 \text{ N/mm}^2$$

$$F\text{-trek - bruto} = 0,10 * 100 * 2000 = 20 \text{ kN}$$



metselwerkwand 100mm

Wand 2 is de wand met de minste bovenbelasting.

$$Q_{g,rep} = 11,7 \text{ kN/m} \quad (\text{zonder fundering})$$

Totale belasting wand

$$F = 11,7 * 2,0 = 23,4 \text{ kN}$$

Controle stabiliteit	$F \text{ trek} < F \text{ druk} * 0,9$	=	20 kN	<	$23,4 * 0,9 \text{ kN}$	voldoet
			20 kN	<	21,06 kN	

Voorwaarden Metselwerk in verband metselen, ook in hoeken

Berekening sporen

Belastingen zie blad 3

Overspanning (max)	2	m
Hoh in dakvlak	440	mm

dakvorm	zadeldak
dakhelling	a= 45 graden
kan de sneeuw onbelemmerd afglijden	: ja -

eigen gewicht

eigen gewicht per m ² dakvlak (schuin)	$G_{k,i} = 0,65$ kN/m ²
---	------------------------------------

windbelasting

windgebied	= III -
soort terrein	onbebouwd II -
hoogte onderdeel boven maaiveld	z= 6 m
totale gebouwbreedte; loodrecht op wind	br= 2 m
totale gebouwhoogte	ho= 6 m
totale gebouwdiepte; in windrichting	d= 2 m

specifieke spantvorm-afhankelijke invoer

overspanning	L= 2 m
hoogte regel tov steunpunt 1 en 2	$h_{onder} = 0$ m
te dragen m' dakvlak	a= 0,44 m
eigen gewicht vloer	$G_{vloer} = 0,001$ kN/m ²
veranderlijke belasting vloer	$Q_{vloer} = 0,001$ kN/m ²
momentaanfactor vloerbelasting	y= 0,4 -

houtbreedte	spantbenen	b=	38	mm
houthoogte	spantbenen	h=	89	mm
aantal		n1=	1	st

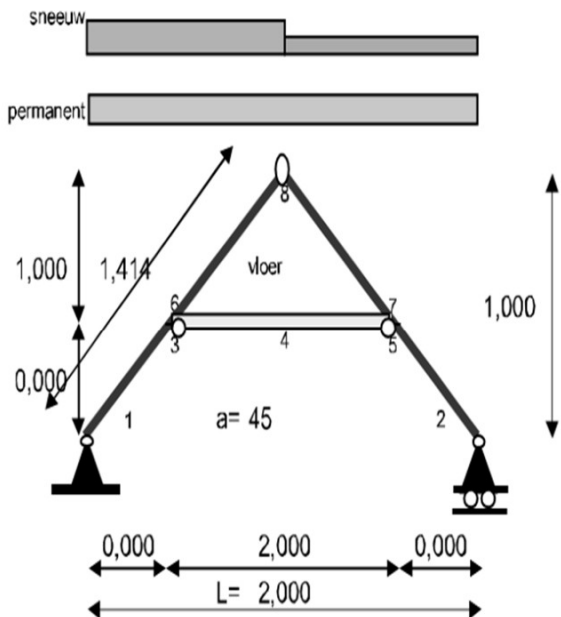
unity-check spantbenen

uiterste grenstoestand	buiging	0,00	kip	0,02
bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,26	u_{bij}	0,16

Berekening zie navolgende - uitvoer QEC

Balkafmetingen

Breedte	38	mm
Hoogte	89	mm

schematische tekening van de berekende constructie

houtbreedte	horizontale regel	b=	38	mm
houthoogte	horizontale regel	h=	89	mm
aantal		n2=	1	st

unity-check horizontale regel

uiterste grenstoestand	buiging + trek		0,01
bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,00	u_{bij} 0,00

Berekening draagvermogen fundering op staal

Uitgangspunten

zand; schoon; los

$$\Phi'_{rep} = 30,0^\circ$$

$$\Phi'_{e;d} = 26,7^\circ$$

Fundering op zand of grondverbetering

$$\gamma'_{e;d} = 17,0 \text{ kN/m}^3$$

Maximale grondwaterstand = onderkant fundering

Geen grondwater !!!

$$\gamma_{kar} = 17,0 \text{ kN/m}^3$$

Bepaling draagkracht, gedraineerde toestand

$$\sigma'_{max;d} = (c'_{e;d} \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c) + (\sigma'_{v;z;o;d} \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q) + (0,5 \cdot \gamma'_{e;d} \cdot B_{ef} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)$$

Draagkrachtfactoren

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \Phi'_{e;d} = 23,35$$

voor invloed van de cohesie

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \Phi'_{e;d} \cdot (\tan(45^\circ + 0,5 \cdot \Phi'_{e;d}))^2} = 12,72$$

voor invloed van de gronddekking

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \Phi'_{e;d} = 11,77$$

voor invloed van het effectieve volumieke gewicht van de grond onder het funderingsoppervlak

Reductie- en vormfactoren

algemeen

$$i_c = 1,00$$

belasting grijpt loodrecht aan op de fundering

$$i_q = 1,00$$

$$i_\gamma = 1,00$$

$$s_c = 0,00$$

geen invloed van de cohesie

strokenfundering

$$s_q = 1,10$$

$$s_\gamma = 0,70$$

vierkante poeren

$$s_q = 1,45$$

$$s_\gamma = 0,70$$

rechthoekige poeren

$$s_q = 1 + (B_{ef}/L_{ef}) \cdot \sin \Phi'_{e;d}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot (B_{ef}/L_{ef})$$

Bepaling $\sigma'_{max;d}$

$$(c'_{e;d} \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c)$$

max. grondspanning

$$106,9 \text{ kN/m}^2$$

de positieve invloed van de cohesie is niet meegenomen

$$(\sigma'_{v;z;o;d} \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q) (\Rightarrow \sigma'_{v;z;o;d} = \gamma_{f,g} \cdot d_i \cdot \gamma_{kar} = 0,9 \cdot d_i \cdot \gamma_{kar})$$

$$\text{stroken} \quad 216,3 \cdot d_i \text{ kN/m}^2$$

vierkante poeren

$$282,0 \cdot d_i \text{ kN/m}^2$$

$$\text{stroken} (d_i = 0,20) \quad 43,3 \text{ kN/m}^2$$

vierkante poeren ($d_i=0,20$)

$$57,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{stroken} (d_i = 0,60) \quad 129,8 \text{ kN/m}^2$$

vierkante poeren ($d_i=0,60$)

$$170,9 \text{ kN/m}^2$$

$$(0,5 \cdot \gamma'_{e;d} \cdot B_{ef} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)$$

$$\text{stroken} \quad 63,7 \cdot B_{ef} \text{ kN/m}^2$$

vierkante poeren

$$63,7 \cdot B_{ef} \text{ kN/m}^2$$

rechthoekige poeren

$$90,9 \cdot s_\gamma \cdot B_{ef} \text{ kN/m}^2$$

Stroken $q_{r,v;d}$ (kN/m ¹)				
breedte	gronddekking d_i (m)			
B_{ef} (m)	0,00	0,20	0,40	0,60
0,30	5,7	18,7	31,7	32,1
0,40	10,2	27,5	42,8	42,8
0,50	15,9	37,5	53,5	53,5
0,60	22,9	48,9	64,1	64,1
0,70	31,2	61,5	74,8	74,8
0,80	40,7	75,3	85,5	85,5
0,90	51,6	90,5	96,2	96,2
1,00	63,7	106,9	106,9	106,9
1,20	91,7	128,3	128,3	128,3
1,40	124,8	149,7	149,7	149,7
1,50	143,2	160,4	160,4	160,4
1,75	187,1	187,1	187,1	187,1
2,00	213,8	213,8	213,8	213,8
2,25	240,6	240,6	240,6	240,6
2,50	267,3	267,3	267,3	267,3

Poeren $F_{r,v;d}$ (kN)					
breedte	lengte	gronddekking d_i (m)			
B_{ef} (m)	L_{ef} (m)	0,00	0,20	0,40	0,60
0,60	0,60	15,1	35,6	38,5	38,5
0,80	0,80	35,9	68,4	68,4	68,4
1,00	1,00	70,0	106,9	106,9	106,9
1,20	1,20	121,0	154,0	154,0	154,0
1,40	1,40	192,2	209,6	209,6	209,6
1,50	1,50	236,3	240,6	240,6	240,6
1,75	1,75	327,4	327,4	327,4	327,4
2,00	2,00	427,7	427,7	427,7	427,7
2,25	2,25	541,3	541,3	541,3	541,3
2,50	2,50	668,2	668,2	668,2	668,2
2,75	2,75	808,5	808,5	808,5	808,5
3,00	3,00	962,2	962,2	962,2	962,2

De gronddekking aan alle zijden van de fundering onverminderd toepassen over $5 \cdot B_{ef}$

Grondverbetering; werkwijze

- De ontgraving voor de grondverbetering weer aanvullen met schoon zand in lagen van 300mm dikte, waarbij iedere laag verdicht dient te worden met een mechanische trilplaat met een slaggewicht van 500kg. Dit aantrillen dient te geschieden in 4 gangen per laag, welke om en om haaks op elkaar moeten worden uitgevoerd.
- De aanvulling in den droge uitvoeren; zonodig de grondwaterstand verlagen tot 500mm onder het ontgravingsniveau.
- Het zandpakket onder de funderingsstroken dient een oplopende sondeerwaarde te hebben van 10 kgf/cm² per 10 cm diepte (1 N/mm² per 100mm diepte) dus bijvoorbeeld: 25 kgf/cm² op 25 cm en 40 kgf/cm² op 40 cm diepte.
- Indien geen grondverbetering wordt toegepast, de bouwput natrillen zodat aan bovenstaande eis wordt voldaan.
- Door het lostrillen van de bovenkant van het zandpakket dient ter plaatse van de funderingsstroken het losse zand verwijderd te worden. Daarom de grondverbetering 30mm hoger aanbrengen aangegeven.
- Het zandniveau aanvullen tot bovenkant funderingsstrook of tot minimale gronddekking is bereikt.

Berekening fundering op staal**Strook 1** Wand 1 - hoog met daklast**Belastingen**

	breedte (m)	$P_{g,rep}$ (kN/m ²)	$P_{q,rep}$ (kN/m ²)	ψ	$Q_{g,rep}$ (kN/m ¹)	$Q_{q,rep}$ (kN/m ¹)	Q_{rep} (kN/m ¹)	$Q_{d,1}$ (kN/m ¹)	$Q_{d,2}$ (kN/m ¹)
Eigen gewicht strook		3,00	0,00	0,00	3,00	0,00	3,00	3,24	3,66
Dakconstructie	1,00	0,92	0,00	1,00	0,92	0,00	0,92	0,99	1,12
Beganegrondvloer	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
buitenblad	5,30	2,00	0,00	0,40	10,60	0,00	10,60	11,45	12,93
regelwerk + beplating	2,20	0,50	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10	1,19	1,49
					15,62	0,00	15,62	16,87	19,20

Gronddekking op strook:	0,6 m
Dikte strook:	0,2 m
Optredende belasting:	19,20 kN/m ¹
Toelaatbare belasting:	64,15 kN/m ¹
Optredende grondspanning:	32,00 kN/m ²

Toepassen strook b= 600 mm

sterkte u.c. = 0,30

Berekening wapening funderingsstroken**Strook 1** (maatgevende strook)**algemene gegevens**

Strookbreedte	0,60 m
Strookdikte	0,20 m
Optredende grondspanning	32,00 kN/m ²
Breedte opgaand metselwerk	0,25 m
Sterkteklasse beton	C20/25
Milieuklasse	XC 2
Dekking	30 mm
Toegepaste wapening	# ø8-150

controle moment

$M_{s,d}$ =	0,49 kNm
z =	149 mm
$A_{s,ben}$ =	8 mm ²
$A_{s,aanw}$ =	335 mm ² voldoet

controle scheurvorming

σ_s =	7,9649 N/mm ²
σ_{km} <	470,82 mm voldoet

Toepassen wapening: # ø8-150**controle dwarskracht**

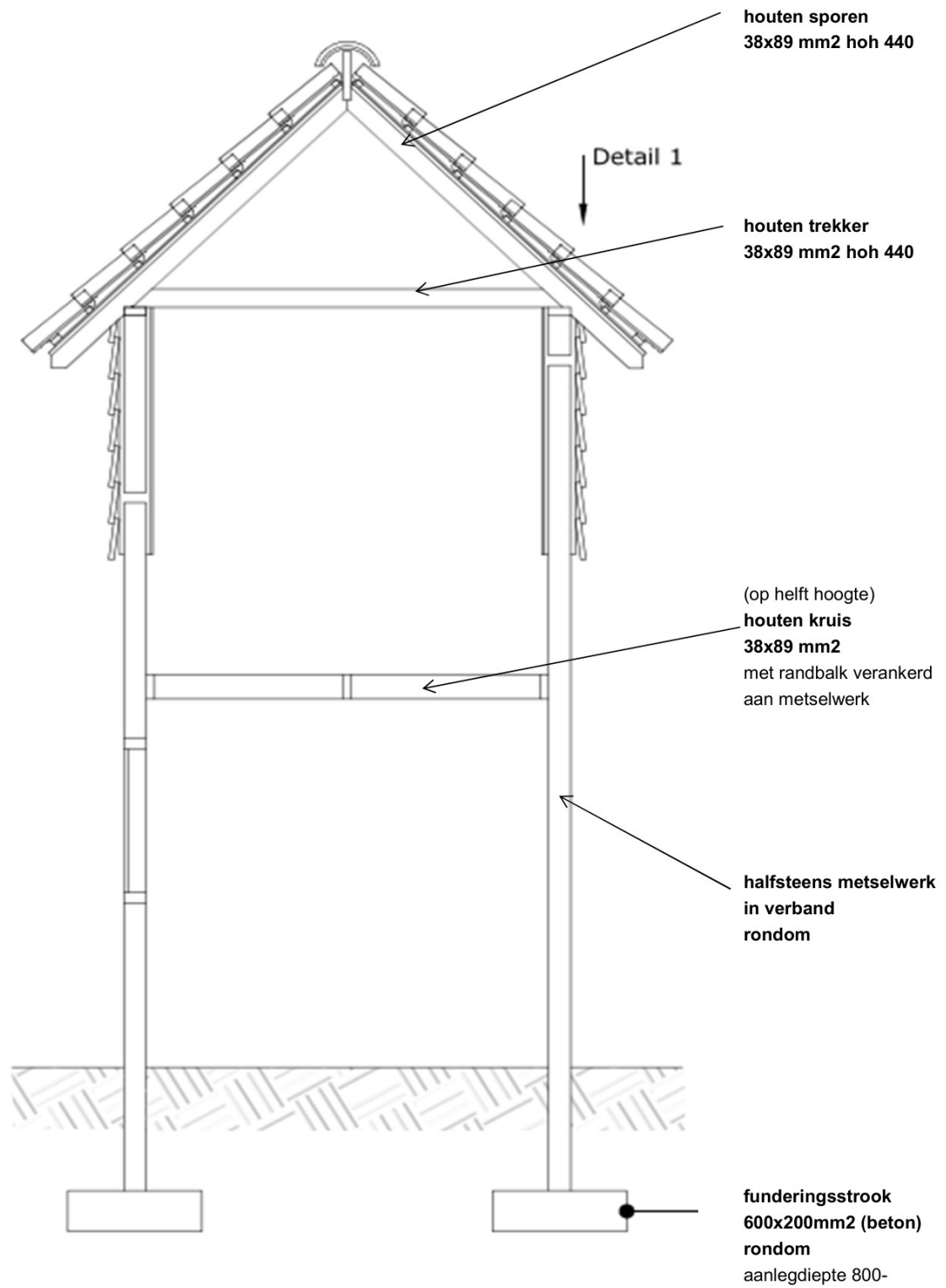
V_d =	9,6 kN
d =	166 mm
τ_d =	0,06 N/mm ² voldoet



Project **GCA23002**
Faunatoren
te Sint-Michielsgestel

Constructieoverzichten



Constructieoverzicht

beton:	C20/25
	XC2
dekking:	30mm
wapening:	B500B #Ø 8-150

hout:	C18
-------	-----