

Pieters Bouwtechniek
Vlietsorgstraat 15
2012 JB Haarlem
023-5431999

info.haarlem@pieters.net
www.pietersbouwtechniek.nl

Plaatsing zonnepanelen Molenduin te Schagen

Uitgangspunten en Constructief ontwerp

Opdrachtgever:	Aloysius Stichting
Architect:	-
Opgesteld door:	Ing. K. Rocha
Projectleider:	Ing. P.G. Hooijschuur
Datum:	27 november 2020
Wijziging:	-
Ref.:	R-120290-UO-004
Paraaf:	K.R.



Inhoudsopgave

1	Algemeen	3
1.1	Projectgegevens.....	3
1.2	Projectomschrijving	3
1.3	Conclusie	4
2	Uitgangspunten.....	5
2.1	Normen en voorschriften.....	5
2.2	Gevolklasse, ontwerp levensduur en gebouwcategorieën	5
2.3	Vervormingen en trillingen	6
3	Belastingen.....	7
3.1	Permanente belastingen	7
3.2	Gebruiksbelastingen	7
3.3	Belasting door regenwater	7
3.4	Belasting door sneeuw.....	9
4	Constructief ontwerp	10
4.1	Inleiding	10
4.2	Draagconstructie.....	10
4.3	Noodoverstorten	11
5	Berekeningen	11
6	Controle noodoverstorten	12
6.1	Blauw	12
6.2	Geel.....	13
6.3	Groen	13
Bijlage 1 Archieftekeningen & -berekeningen		

1 Algemeen

1.1 Projectgegevens

Project	Plaatsing zonnepanelen Molenduin te Schagen
Opdrachtgever	Aloysius Stichting
Architect	-
Adviseur constructies	Pieters Bouwtechniek

1.2 Projectomschrijving

Pieters Bouwtechniek (vestiging Haarlem) heeft de opdracht gekregen om te kijken of er constructieve ruimte is voor het plaatsen van zonnepanelen op het bestaande dak van Molenduin, Schar 11 in Schagen. Het gebouw is nagenoeg nieuw, omstreeks 2015. Het gebouw bestaat uit 2 bouwlagen. T.p.v. de sporthal is het dak hoger gelegen. Hier staan volgens de foto's al zonnepanelen op. Er wordt onderzocht of er ruimte is voor het plaatsen van zonnepanelen op het lager gelegen dak. Het dak bestaat hier uit breedplaten. Daar waar geen installaties geplaatst zijn, wordt het dak onderzocht. Zie groene zone.

Het advies is op basis van de aangeleverde informatie welke bestaat uit technische tekeningen van de constructie (zie archiefstukken in Bijlage 1).



Impressie van het project



Voorgestelde positie zonnepanelen

■ Datum: 27 november 2020

■ Project: Plaatsing zonnepanelen
Molenduin te Schagen

■ Betreft: Uitgangspunten en Constructief
ontwerp

■ Ref.: R-120290-UO-004



Ruimte voor zonnepanelen (groene zone)

1.3 Conclusie

Door een minimale toename van 2%, is het dak geschikt voor het plaatsen van zonnepanelen.

2 Uitgangspunten

2.1 Normen en voorschriften

De nieuwbouw moet voldoen aan het bouwbesluit 2012. Dit betekent dat voor het constructief ontwerp de Eurocodes van toepassing zijn.

De volgende normen worden gehanteerd inclusief de Nederlandse Nationale Bijlagen (NB):

NEN – EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN – EN 1991	Belastingen op constructies
NEN – EN 1992	Betonconstructies
NEN – EN 1993	Staalconstructies
NEN – EN 1994	Staal – betonconstructies
NEN – EN 1995	Houtconstructies
NEN – EN 1996	Metselwerkconstructies
NEN – EN 1997	Geotechnisch ontwerp (NEN 9997)
NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Grondslagen
NEN 8701	Beoordeling constructieve veiligheid bestaand bouwwerk - Belastingen

2.2 Gevolgklasse, ontwerplevensduur en gebouwcategorieën

Volgens NEN – EN 1990 en NEN-EN 1991-1-7 geldt voor de nieuwbouw:

Gevolgklasse	CC2a (Onderwijsgebouwen met 1 bouwlaag)
Ontwerplevensduur	klasse 3 (ontwerplevensduur = 50 jaar)
Gebouwcategorie	Categorie H (daken)

In uiterste grenstoestand STR gelden de volgende partiële factoren:

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke be- lasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
CC2 (Vgl. 6.10a)	1,35	$G_{k,j,sup}$	0,90	$G_{k,j,inf}$	1,50 $\Psi_{0,1} Q_{k,1}$
(Vgl. 6.10b)	1,20	$G_{k,j,sup}$	0,90	$G_{k,j,inf}$	1,50 $\Psi_{0,1} Q_{k,1}$ ($i > 1$)

Bij verbouw

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke be- lasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
CC2 (Vgl. 6.10a)	1,2	$G_{k,j,sup}$	0,9	$G_{k,j,inf}$	1,3 $\Psi_{0,1} Q_{k,1}$
(Vgl. 6.10b)	1,15	$G_{k,j,sup}$	0,9	$G_{k,j,inf}$	1,3 $\Psi_{0,1} Q_{k,1}$ ($i > 1$)

In de bruikbaarheidsgrenstoestanden geldt partiële factoren $\gamma = 1,0$

2.3 Vervormingen en trillingen

Volgens NEN – EN 1990 (+NB) geldt:

Toelaatbare horizontale vervormingen in karakteristieke belastingscombinatie:

Voor gebouwen met één bouwlaag

- $u \leq 1/150 \times h$ (voor industriegebouwen)
- $u \leq 1/300 \times h$ (andere gebouwen)

Voor gebouwen met meer dan één bouwlaag:

- $u \leq 1/500 \times h$ (voor het gehele gebouw)
- $u \leq 1/300 \times h$ (per bouwlaag)

Waarin h de kleinste gevelhoogte of de kleinste bouwlaaghoogte is.

Toelaatbare vervorming van afscheidingen ter plaatse van een hoogteverschil:

- $u \leq 20\text{mm}$ bij karakteristieke belastingcombinatie



Toelaatbare verticale vervormingen van vloeren in bruikbaarheidsgrenstoestanden:

- $w_2 + w_3 \leq 0,006 \times \ell_{rep}$ (hekwerken/balustrades t.p.v. vloerafscheidingen)
- $w_2 + w_3 \leq 0,004 \times \ell_{rep}$ (daken niet intensief gebruikt door personen)
- $w_2 + w_3 \leq 0,003 \times \ell_{rep}$ (daken en vloeren intensief door personen gebruikt)
- $w_2 + w_3 \leq 0,002 \times \ell_{rep}$ (t.p.v. steenachtige wanden, maximaal 15 mm, bij uitkragingen maximaal 10 mm)

Waarin ℓ_{rep} de lengte is van een overspanning of tweemaal de lengte van een uitkraging.

3 Belastingen

In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten voor de belastingen per onderdeel weergegeven. De veranderlijke vloerbelastingen zijn aangehouden volgens de Eurocode en het programma van eisen van de opdrachtgever.

3.1 Permanente belastingen

Onderdeel	Blijvend	Opgelegd		Ψ -waarden		
	G_k kN/m ²	q_k kN/m ²	Q_k kN	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
dak (beton)						
breedplaat d=300	7,20					
isolatie en plaklagen	0,15					
Plafond, installaties en armaturen	0,30					
H Daken - niet toegankelijk		1,00	2,00			
	7,65	1,00	2,00	0	0	0

Voor de installaties op het dak is een extra last van 4,0 kN/m² rustende belasting op het dak geplaatst.

Nieuwe zonnepanelen max.

Zonnepanelen

$$G_k = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

3.2 Gebruiksbelastingen

Conform NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2019 gelden voor de vloeren binnen dit project de volgende opgelegde belastingen:

Gebruiksbelastingen

Klasse van belaste oppervlakte

Klasse van belaste oppervlakte	Verdeelde belasting q_k	Geconcentreerde belasting Q_k	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Klasse H-daken (niet toegankelijk) $0 \leq \alpha < 15^\circ$	1,0 kN/m ²	2,0 kN	0,0	0,0	0,0
Klasse H-daken (niet toegankelijk) $\alpha \geq 20^\circ$	0,0 kN/m ²	2,0 kN	0,0	0,0	0,0

3.3 Belasting door regenwater

Om te voorkomen dat hemelwater kan accumuleren op het dak, moet de dakbedekking onder afschot worden gelegd (16mm/m). Tevens worden noodoverlaten in de dakrand aangebracht om bij hevige regenval het hemelwater af te voeren en een probleem met de reguliere afvoer aan te duiden.

4.5.2 Wateraccumulatie

$$\psi_0 = 0$$

$$\psi_1 = 0,5$$

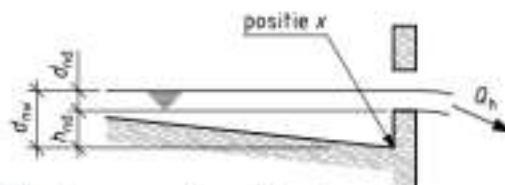
$$\psi_2 = 0$$

Steenachtige dak

Op het dak wordt gerekend met een variabele last van $1,0 \text{ kN/m}^2$. De noodoverlaten worden zo gekozen dat er maximaal 10 cm water op het dak komt te staan. Doorbuiging niet van belang. Pas verspreid over de dakrand 2,4 m noodoverlaat toe, met een drempelhoogte van 50 mm.

Noodoverlaten, EC 1991-1-1 NB.8
(NEN6702 - 8.7.1.5)

Oppervlakte afvoergebied [m^2]



Totaal	961 m^2	(breedte gebouw)
Gekozen breedte overlaat	2,4 m	(beide zijden dak)
Hoogte noodoverlaat, h_{nd}	50 mm	(gemiddelde waterhoogte)
Regenintensiteit $i_r =$	$0,047 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$	
$Q_h = A \cdot i_r = 961 \cdot 0,000047 =$	$0,0452 \text{ m}^3/\text{s}$	
$d_{nd,i} = 0,70 \cdot (Q_{h,i} / b_i)^{2/3}$	0,0495 m	
$d_{nd,i} =$	50 mm	
Waterhoogte op dak = $50 + 50 =$	100 mm	

Reken met last van $1,0 \text{ kN/m}^2$ variabel op dak

In werkelijkheid is de belasting lager, daar het dak voorzien is van afschotplaten.

3.4 Belasting door sneeuw

4.5.3 Sneeuw

$\psi_0 = 0$

$\psi_1 = 0,2$

$\psi_2 = 0$

Sneeuwbelasting NEN-EN 1991-1-3+C1:2011 - 5.3.6

Aangrenzend dakvlak

Dakhelling hoge dak α

Dakhelling lage dak α

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 4,5$$

$$l_s = 6$$

$$\mu_s \text{ (afgeleiden)} = 0$$

$\mu_w \text{ (opwaaien):}$

$$\gamma_{\text{sneeuw,rep}} = 2 \text{ kN/m}^3$$

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^3$$

$$b_1 = 18 \text{ m}$$

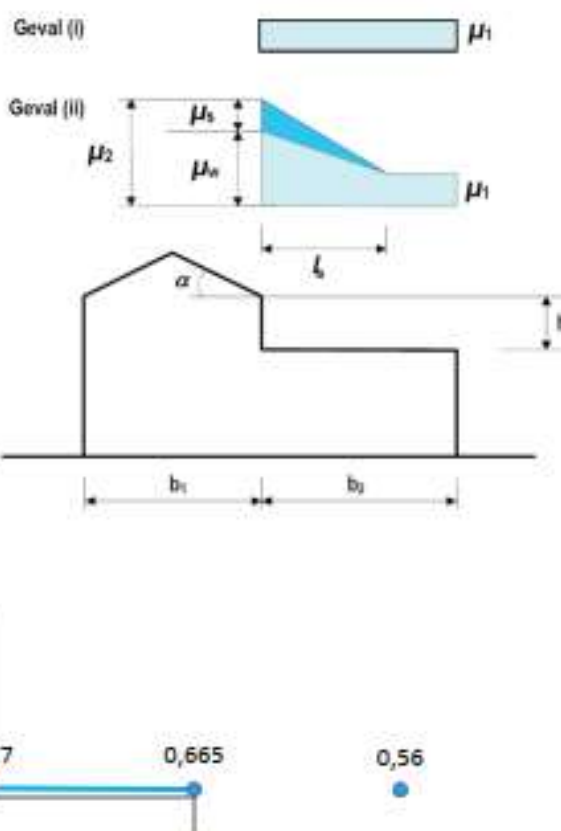
$$b_2 = 9 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$\mu_w = 4,5 \text{ kN/m}^3$$

$$p_{\text{sn,rep}} = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{\text{sn,rep}} = 3,15 \text{ kN/m}^2$$



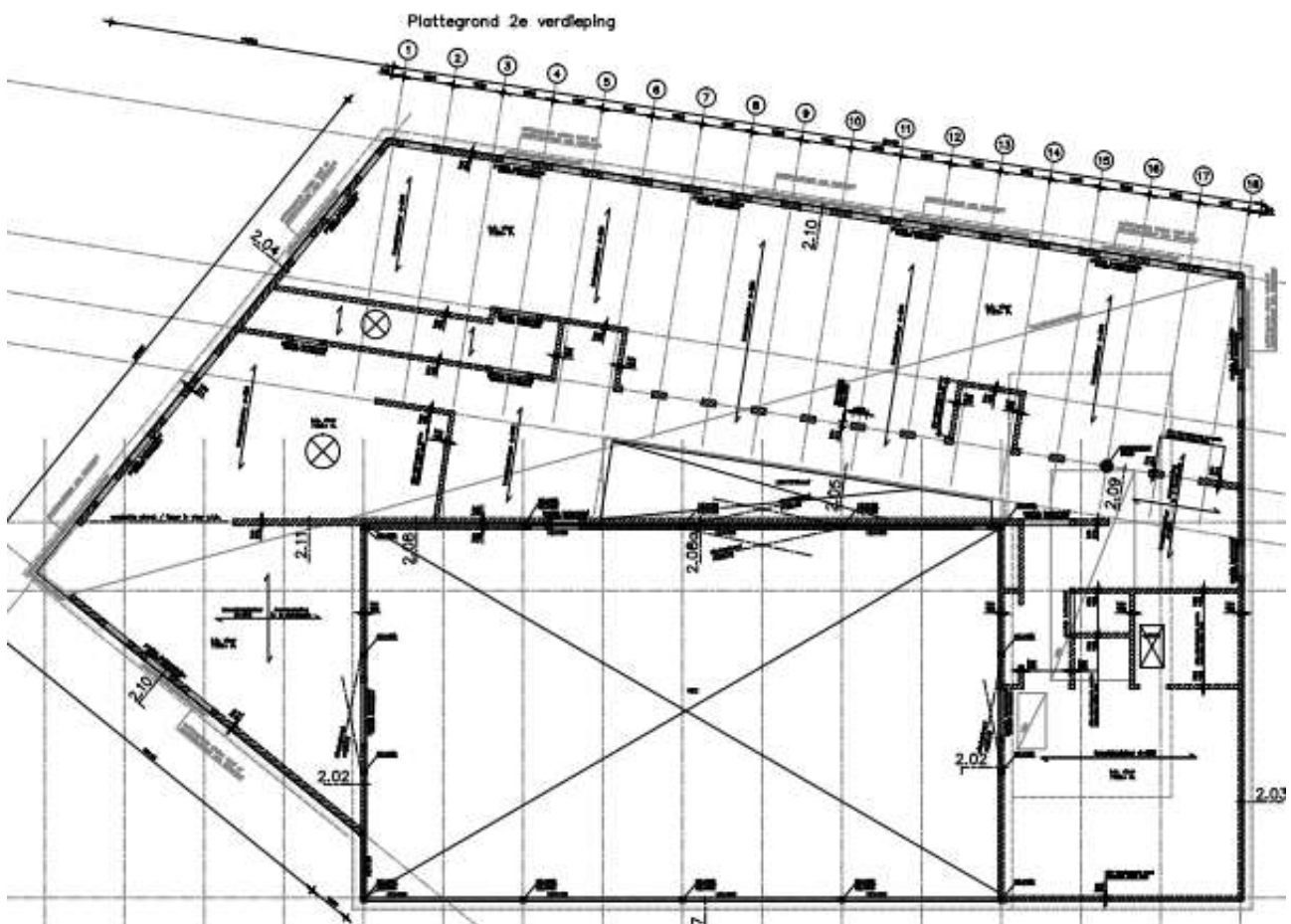
Over de 1e 6m rondom de sporthal is een hogere sneeuwlast van toepassing

4 Constructief ontwerp

4.1 Inleiding

Voor tekeningen van de constructie wordt verwezen naar de archieftekeningen (zie Bijlage 1).

4.2 Draagconstructie



Het platte dak dat van toepassing is, bestaat uit breedplaten $h=300$ met een overspanning tot 11 m. Deze worden opgelegd op stalen liggers en kalkzandsteenwanden.

4.3 Noodoverstorten

Op de noordoostelijke gevel zijn 2 noodoverstorten zichtbaar. Verder is het onbekend waar en hoeveel noodoverstorten aanwezig zijn.



5 Berekeningen

In het volgende worden de bestaande en de nieuwe belasting vergeleken met elkaar. Omdat het gebouw niet ouder is dan 15 jaar, mogen de verbouwfactoren niet toegepast worden.

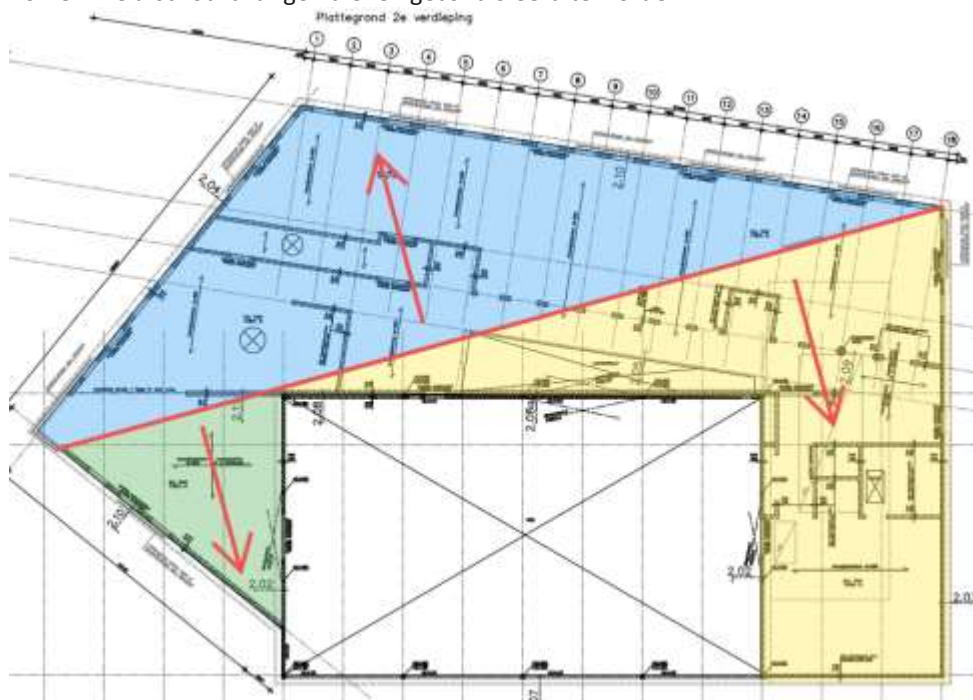
		G		Q	ψ_0	q_{ed}	Toename
6.10a bestaand	1,35	7,65	1,5	1	0	= 10,3	
6.10b bestaand	1,2	7,65	1,5	1		= 10,7	
6.10a nieuw	1,35	7,83	1,5	1	0	= 10,6	
6.10b nieuw	1,2	7,83	1,5	1		= 10,9	1,02

Er is een toename van 2%, dit is acceptabel voor de dakconstructie.

6 Controle noodoverstorten

De afmetingen van noodoverstorten zijn onbekend en dienen gecontroleerd te worden.

Op de tekening is aangegeven waar de afschotlijn (rood) is. Onderstaande afschotrichtingen zijn als uitgangspunt genomen. De afschotrichtingen dienen gecontroleerd te worden.

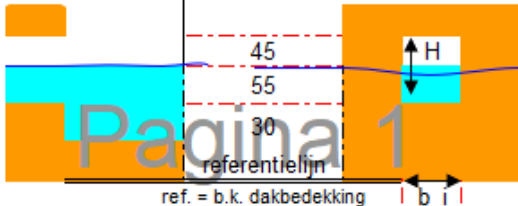


6.1 Blauw

Pieters Bouwtechniek Haarlem B.V.		Versie : 1.8.12 ; NDP : NL		printdatum : 27-11-2020	
Blauw		Belasting door regenwater		A ₁ noodafvoer	97 m ²
Molenduin Schagen		berekening noodoverstorten		ref.periode	50 jaar
120290				b _i	200 mm
				H	100 mm
				vrije hoogte	41 mm
				d _{nd}	59 mm
				h _{nd}	30 mm
				d _{nd} +h _{nd}	89 mm
rechte vrije overlaat		ref. = b.k. dakbedekking		Dit is 0,89 kN/m ² t.o.v. ref.	
A _{totaal} 291 m ² op 3 stuk		detaillering 0,00 1,00 0,73		rechte vrije overlaat b x h: 200 mm x 100 mm	
opmerking				onderkant op 30 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)	
De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,9 kN/m ²					
0					

Bxh 3x 200x100

6.2 Geel

Pieters Bouwtechniek Haarlem B.V.		Versie : 1.8.12 ; NDP : NL		printdatum : 27-11-2020	
Geel Molenduin Schagen 120290		Belasting door regenwater berekening noodoverstorten 		A₁ noodafvoer 88 m² ref.periode 50 jaar b_i 200 mm H 100 mm vrije hoogte 45 mm d_{nd} 55 mm h_{nd} 30 mm d_{nd}+h_{nd} 85 mm	
rechte vrije overlaat		ref. = b.k. dakbedekking		Pagina 2	
detaillering		0,00 1,00 0,67		Dit is 0,85 kN/m ² t.o.v. ref.	
A _{totaal} 264 m ² op 3 stuk		rechte vrije overlaat b x h: 200 mm x 100 mm onderkant op 30 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)			
opmerking					
De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielij is : 0,8 kN/m ²					
0					

Bxh 3x 200x100

6.3 Groen

Pieters Bouwtechniek Haarlem B.V.		Versie : 1.8.12 ; NDP : NL		printdatum : 27-11-2020	
Groen Molenduin Schagen 120290		Belasting door regenwater berekening noodoverstorten		A₁ noodafvoer 62 m² ref.periode 50 jaar b_i 200 mm H 100 mm vrije hoogte 56 mm d_{nd} 44 mm h_{nd} 30 mm d_{nd}+h_{nd} 74 mm	
rechte vrije overlaat ref. = b.k. dakbedekking detaillering 0,00 0,00 0,53		Pagina 1		Pagina 2	
A _{totaal} 62 m ² op 1 stuk		rechte vrije overlaat b x h: 200 mm x 100 mm onderkant op 30 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)		Dit is 0,74 kN/m ² t.o.v. ref.	
opmerking De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,7 kN/m ² 0					

Bxh 1x 200x100

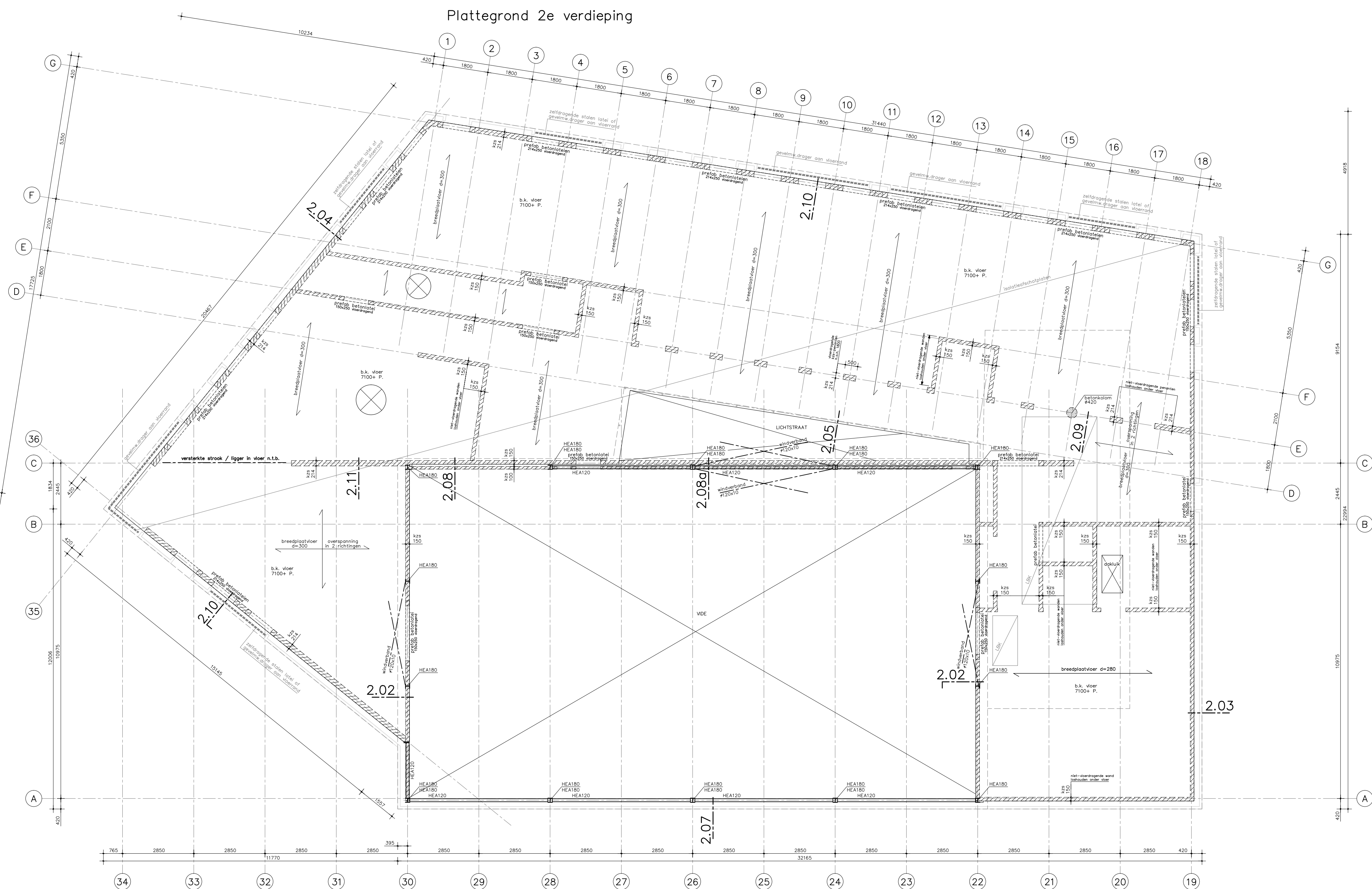
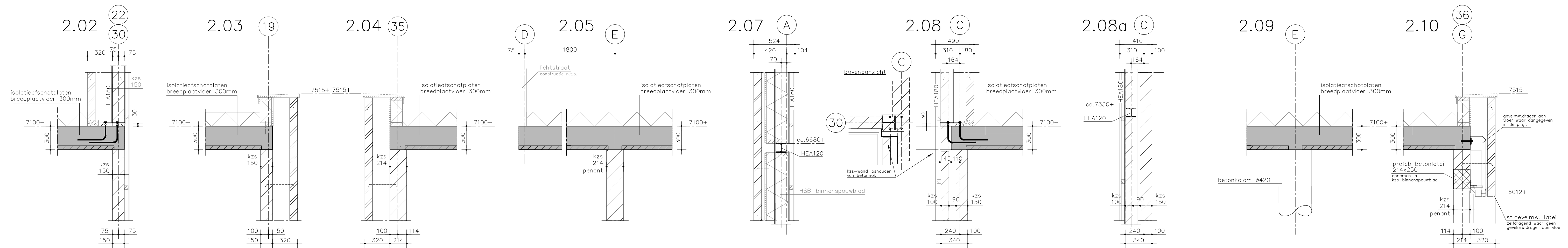
■ Datum: 27 november 2020

■ Project: Plaatsing zonnepanelen
Molenduin te Schagen

■ Betreft: Uitgangspunten en Constructief
ontwerp

■ Ref.: R-120290-UO-004

Bijlage 1 Archieftekeningen & -berekeningen



Voor nadere constructiespecificaties zie tek. 13.133-02.

Project	: Het Molenduin (VSO) te Schagen Nes-Noord
Onderwerp	: PLATTEGROND 2e VERDIEPING en DETAILS Bouwaanvraag

Opdr. gever : Aloysius Stichting Onderwijs Jeugdzorg (ASOJ)
te Voorburg
Architect : VROEG IN DE WEL Architectuur BNA
te Noord-Sleen

SCHAEFFER
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU B.V.
Oude Delft 168, 2611HG DELFT, Tel.078-6142555, Email: bureau@schaeffer.nl

projectleider	ir. A.L.A. v. Noort
getekend	
gezien	

schaal	1:100/1:25
--------	------------

	datum	gew.		datum	gew.
O	13-03-15	X	D		
A			E		
B			F		
C			G		

tek.nr. 13.133 – 04



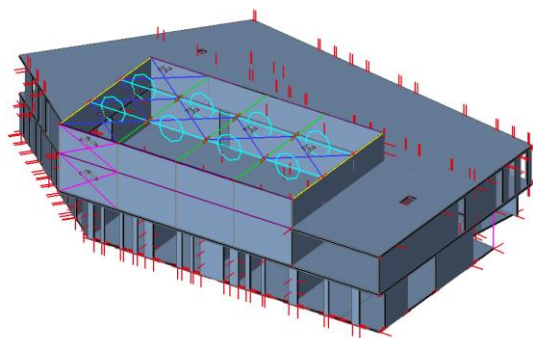
Project **Het Molenduin - locatie Schagen Nes-Noord**

Opdrachtgever : Aloysius Stichting Onderwijs Jeugdzorg (ASOJ)
te Voorhout

Architect : Vroeg in de Wei architectuur
te Noord-Sleen

Onderdeel : **Berekening constructie**

Rapport nummer : 13.133-R-01



Opgesteld: ir. A.L.A. van Noort

datum : 16 augustus 2015

INHOUDSOPGAVE

1.	Inleiding.....	4
2.	Eenheden	5
3.	Toegepaste voorschriften en software.....	6
3.1	Toegepaste voorschriften	6
3.2	Toegepaste software	6
4.	Uitgangspunten en Belastingen.....	7
4.1	Ontwerplevensduurklasse	7
4.2	Gevolklasse	8
4.3	Psi-factoren	8
4.4	Blijvende belastingen (G)	9
4.4.1	Vloer bgg	10
4.4.2	verdiepingsvloer	10
4.4.3	Dak	11
4.4.4	Gevels	11
4.4.5	Dragende binnenwanden	12
4.4.6	Prefab betontrap	12
4.5	Veranderlijke Belastingen (Q).....	12
4.5.1	Algemeen	12
4.5.2	Wateraccumulatie	13
4.5.3	Sneeuw.....	14
4.5.4	Windbelasting	14
4.5.5	Sporttoestellen – Basketbalbord.....	16
4.5.6	Sporttoestellen – Basket gasveer	16
4.5.7	Sporttoestellen – Klimmuur	17
4.5.8	Sporttoestellen – 3-vaks klimraam elektrisch bediend	18
4.5.9	Sporttoestellen – Klimtouwen	18
4.5.10	Sporttoestellen – Ringen	19
4.5.11	Sporttoestellen – Grondpotten.....	19
4.5.12	Sporttoestellen – Grondbus	20
5.	Brandwerendheid	21
6.	Belasting Combinaties.....	23
7.	Stabiliteit	24
7.1	Algemeen	24
8.	Berekening.....	25
8.1	Sporthal	25
8.1.1	Dakplaten	25
8.1.2	Spanten	26
8.1.3	Windkruizen dak	26
8.2	Gevel sporthal	26
8.3	Kalkzandsteen penanten	28

8.4	Vloeren	28
8.4.1	Algemeen	28
8.4.2	Bgg vloer	28
8.4.3	Verdiepingsvloer	28
8.5	Kalkzandsteen penanten	28
8.5.1	Penant 500x214	29
8.5.2	Penant 370x214	32

Bijlagen

- 1 Staalconstructie sporthal
- 2 3D SCIA Engineer model

1. INLEIDING

In opdracht van Aloysius Stichting Onderwijs Jeugdzorg (ASOJ) te Voorhout heeft Schaeffer Raadgevend Ingenieursbureau de constructie berekend t.b.v. project Het Molenduin - locatie Schagen Nes-Noord.

Het betreft een Schoolgebouw van 2 bouwlagen, met op de 1e verdieping ook een sporthal. Het gebouw is gefundeerd op prefab betonpalen. De bgg is uitgevoerd in geïsoleerde kanaalplaat. Het gehele gebouw is verder opgebouwd uit breedplaatvloeren op kalkzandsteen. Behoudens de sporthal, daar is voor een staalconstructie gekozen.

De stabiliteit wordt beschreven in hoofdstuk 7. De berekening van de verschillen de onderdelen wordt beschreven in hoofdstuk 8.

2. EENHEDEN

De volgende eenheden worden gebruikt:

Lengte	:	m, mm
Oppervlakte	:	m ² , mm ²
Kracht	:	kN, N
Moment	:	kNm
Spanning	:	N/mm ²
Verplaatsingen	:	mm
Rotatie	:	rad

3. TOEGEPASTE VOORSCHRIFTEN EN SOFTWARE

3.1 Toegepaste voorschriften

De berekeningen zijn uitgevoerd conform geldende eurocode normen:



3.2 Toegepaste software

SCIA Engineer 2015
Technosoft Raamwerken 5.23
Technosoft Liggers 5.24
Technosoft Construct 5.22
Technosoft Balkroosters 5.24
Technosoft Kolomwapening 5.23
VNK Statica 5.0
Potfire
Overige software in de berekening genoemd.

4. UITGANGSPUNTEN EN BELASTINGEN

4.1 Ontwerplevensduurklasse

Conform NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011, bijlage B → 50 jaar

Ontwerplevensduur- klasse	Richtwaarden ontwerplevensduur (jaren)	Voorbeelden
1	10	Tijdelijke constructies ⁽¹⁾
2	10 tot 25	Vervangbare constructieve onderdelen, bijv. kraanbaanliggers, opleggingen
3	15 tot 30	Landbouwkundige en soortgelijke constructies
4	50	Gebouwen en andere gewone constructies
5	100	Monumentale gebouwen, bruggen en andere civieltechnische werken
(1) Constructies of delen van constructies die kunnen worden ontmanteld met de bedoeling om te worden hergebruikt behoren niet als tijdelijk te zijn aangemerkt.		

4.2 Gevolgklasse

Conform NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011bijlage B

Gevolgklasse CC *	Omschrijving	Voorbeelden van gebouwen en civieltechnische werken
CC3	Grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of zeer grote economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Tribunes, openbare gebouwen waarbij de gevolgen van het bezwijken groot zijn (bijv. een concertzaal)
CC2	Middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, aanzienlijke economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Woon- en kantoorgebouwen, openbare gebouwen waar de gevolgen van bezwijken beperkt zijn (bijv. een kantoorgebouw)
CC1	Geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of kleine of verwaarloosbare economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.	Gebouwen voor de landbouw waar mensen normaal niet verblijven (bijv. opslagschuren, tuinbouwkassen)

Gebouw ingedeeld in CC2, vereiste betrouwbaarheidsklasse RC2

4.3 Psi-factoren

Conform NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011, bijlage A

Tabel NB.2 – A1.1 — ψ -factoren voor gebouwen

Belasting	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Voorgeschreven belastingen in gebouwen, categorie			
Categorie A: woon- en verblijfsruimtes	0,4	0,5	0,3
Categorie B: kantoorruimtes	0,5	0,5	0,3
Categorie C: bijeenkomstruimtes	0,6/0,4 ^a	0,7	0,6
Categorie D: winkelruimtes	0,4	0,7	0,6
Categorie E: opslagruimtes	1,0	0,9	0,8
Categorie F: verkeersruimte, voertuiggewicht ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Categorie G: verkeersruimte ^b , $30 \text{ kN} < \text{voertuiggewicht} \leq 160 \text{ kN}$	0,7	0,5	0,3
Categorie 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, bijvoorbeeld parkeergarages.			

Waarin:

ψ_0 Qk:combinatiewaarde van een veranderlijke belasting

ψ_1 Qk :frequente waarde van een veranderlijke belasting

ψ_2 Qk:quasi-blijvende waarde van een veranderlijke belasting

De vloeren van de school vallen onder categorie C

4.4 Blijvende belastingen (G)

4.4.1 Vloer bgg

Onderdeel	Blijvend G;k kN/m ²	Opgelegd q;k kN/m ²	Q;k kN	Ψ-waarden		
				Ψ0	Ψ1	Ψ2
bgg						
kanaalplaat d=200	3,10					
afwerking d = 80 mm	1,50					
Verpl. wanden, eigen gewicht kleiner dan 3,0 kN/m		1,20				
C2 Bijeenkomstfunctie - vrij-indeelbaar (Schoolgebouw)		2,50	7,00			
	4,60	3,70	7,00	0,4	0,7	0,6

Opm.: In EN1991 worden de (verplaatsbare) scheidingwanden gezien als veranderlijk en hebben dus een momentaanfactor!

4.4.2 verdiepingsvloer

Onderdeel	Blijvend G;k kN/m ²	Opgelegd q;k kN/m ²	Q;k kN	Ψ-waarden		
				Ψ0	Ψ1	Ψ2
1e verdiepingsvloer						
breedplaat d=300	7,20					
afwerking d = 80 mm	1,50					
Plafond, installaties en armaturen	0,30					
Verpl. wanden, eigen gewicht kleiner dan 3,0 kN/m		1,20				
C2 Bijeenkomstfunctie - vrij-indeelbaar (Schoolgebouw)		2,50	7,00			
	9,00	3,70	7,00	0,4	0,7	0,6

Onderdeel	Blijvend G;k kN/m ²	Opgelegd q;k kN/m ²	Q;k kN	Ψ-waarden		
				Ψ0	Ψ1	Ψ2
1e verdiepingsvloer, sporthal						
breedplaat d=280	6,80					
afwerking d = 80 mm	1,50					
Plafond, installaties en armaturen	0,30					
Geen verplaatsbare wanden		0,00				
C5 Bijeenkomstfunctie - grote mensenmassa's		5,00	7,00			
	8,60	5,00	7,00	0,4	0,7	0,6

Opm: in het model wordt t.p.v. de sporthal een extra last van 5,0 - 3,7 = 1,3 kN/m² toegepast.

4.4.3 Dak

Onderdeel	Blijvend	Opgelegd		Ψ-waarden		
	G;k	q;k	Q;k	Ψ0	Ψ1	Ψ2
	kN/m ²	kN/m ²	kN			
dak (beton)						
breedplaat d=300	7,20					
isolatie en plaklagen	0,15					
Plafond, installaties en armaturen	0,30					
H Daken - niet toegankelijk		1,00	2,00			
	7,65	1,00	2,00	0	0	0

Onderdeel	Blijvend	Opgelegd		Ψ-waarden		
	G;k	q;k	Q;k	Ψ0	Ψ1	Ψ2
	kN/m ²	kN/m ²	kN			
dak (staal)						
SAB 158R/750 1,00mm	0,15					
Isolatie en plaklagen	0,40					
PV-panelen + ballast	0,30					
Verwarmingspanelen (direct op hoofdliggers)	0,20					
Sporttoestellen (direct op hoofdliggers)	0,15					
H Daken - niet toegankelijk		1,00	2,00			
	1,20	1,00	2,00	0	0	0

Voor de installaties op het dak is een extra last van 4,0 kN/m² rustende belasting op het dak geplaatst.

4.4.4 Gevels

glazenpui						
glas	d =	25 mm		0,65	kN/m ²	
				0,65	kN/m ²	

binnenblad

kalkzandsteen	d =	214 mm	4,05	kN/m ²
pleisterlaag			0,03	kN/m ²
isolatie			0,02	kN/m ²
buitenblad				
baksteen	d =	105 mm	2,00	kN/m ² +
			<u>6,10</u>	kN/m ²

Buitenblad schoolgebouw draagt op fundering. Buitenblad sporthal draag op vloer sporthal of dak schoolgebouw

binnenblad			
kalkzandsteen	d = 150 mm	2,85	kN/m ²
pleisterlaag		0,03	kN/m ²
isolatie		0,02	kN/m ²
buitenblad			
baksteen	d = 105 mm	2,00	kN/m ² +
		<u>4,90</u>	kN/m ²

4.4.5 Dragende binnenwanden

binnenblad			
kalkzandsteen	d = 214 mm	4,05	kN/m ²
pleisterlaag		0,03	kN/m ²
		<u>4,08</u>	kN/m ² +

binnenblad			
kalkzandsteen	d = 150 mm	2,85	kN/m ²
pleisterlaag		0,03	kN/m ²
		<u>2,88</u>	kN/m ² +

4.4.6 Prefab betontrap

minimale plaatdikte	154	mm
maximale plaatdikte	319	mm
gemiddelde	240	mm
helling trap	28	graden
eigen gewicht	6,8	kN/m ²

4.5 Veranderlijke Belastingen (Q)

4.5.1 Algemeen

De opgelegde belastingen zijn genoemd in §4.4

4.5.2 Wateraccumulatie

$$\Psi_0 = 0$$

$$\Psi_1 = 0,5$$

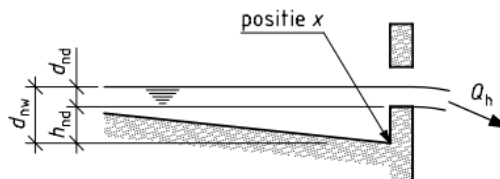
$$\Psi_2 = 0$$

Steenachtige dak

Op het dak wordt gerekend met een variabele last van $1,0 \text{ kN/m}^2$. De noodoverlaten worden zo gekozen dat er maximaal 10 cm water op het dak komt te staan. Doorbuiging niet van belang. Pas verspreid over de dakrand 2,4 m noodoverlaat toe, met een drempelhoogte van 50 mm.

Noodoverlaten, EC 1991-1-1 NB.B
(NEN6702 - 8.7.1.5)

Oppervlakte afvoergebied [m^2]



Totaal	961 m^2	(breedte gebouw)
Gekozen breedte overlaat	2,4 m	(beide zijden dak)
Hoogte noodoverlaat, h_{nd}	50 mm	(gemiddelde waterhoogte)
Regenintensiteit $i_r =$	$0,047 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$	
$Q_h = A \cdot i_r = 961 \cdot 0,000047 =$	0,0452 m^3/s	
$d_{nd;l} = 0,70 \cdot (Q_{h;l} / b_i)^{2/3}$	0,0495 m	
$d_{nd;l} =$	50 mm	
Waterhoogte op dak = 50 + 50 =	100 mm	

Reken met last van $1,0 \text{ kN/m}^2$ variabel op dak

In werkelijkheid is de belasting lager, daar het dak voorzien is van afschotplaten.

Stalen dak sporthal

Bij het stalen dak is vervorming door accumulatie wel van belang. Afschot van het dak naar het midden. De noodoverlaten zijn ook in het midden gepositioneerd. De dakplaten worden in verband gelegd en spannen 2 velden. Het spant is berekend in bijlage A.

De noodoverlaat wordt 50 mm boven het dakvlak aangebracht en is 1200 mm breed (aan beide zijden, andere verdeling met gelijke lengte ook mogelijk). Het dakvlak is 304 m^2 groot, De waterhoogte boven de noodafvoer is dan:

Totaal	304 m^2
Gekozen breedte overlaat	2,4 m
Hoogte noodoverlaat, h_{nd}	50 mm (boven dakvlak)
Regenintensiteit $i_r =$	$0,047 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
$Q_h = A \cdot i_r = 304 \cdot 0,000047 =$	0,0143 m^3/s
$d_{nd;l} = 0,70 \cdot (Q_{h;l} / b_i)^{2/3}$	0,023 m

$$d_{nd;l} = 23 \text{ mm}$$

$$\text{Waterhoogte bij overlaat} = 50 + 23 = 73 \text{ mm}$$

4.5.3 Sneeuw

$$\psi_0 = 0 \quad \psi_1 = 0,2 \quad \psi_2 = 0$$

Sneeuwbelasting NEN-EN 1991-1-3+C1:2011 - 5.3.6

Aangrenzend dakvlak

Dakhelling hoge dak α 0°

Dakhelling lage dak α 0°

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 4,5$$

$$l_s = 6$$

$$\mu_s (\text{afgleiden}) = 0$$

μ_w (opwaaien) :

$$\gamma_{\text{sneeuw;rep}} = 2 \text{ kN/m}^3$$

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^3$$

$$b_1 = 18 \text{ m}$$

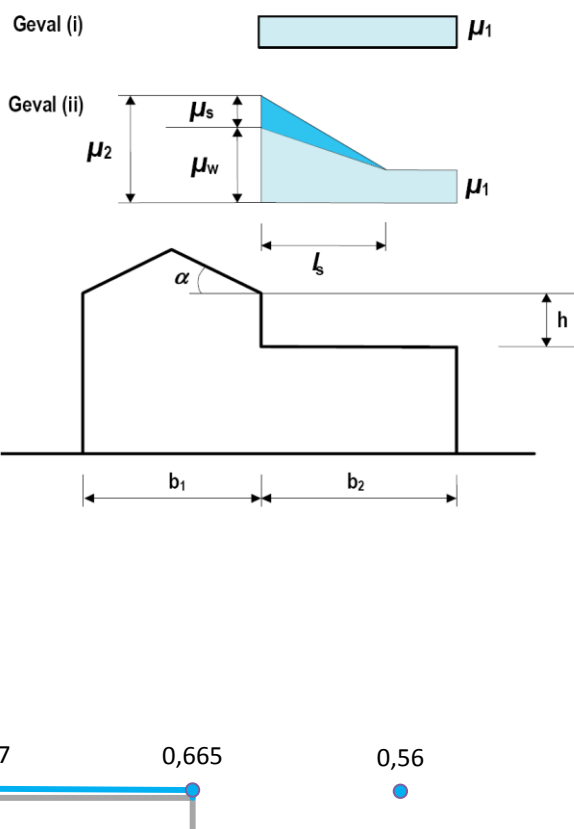
$$b_2 = 9 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$\mu_w = 4,5 \text{ kN/m}^3$$

$$p_{\text{sn;rep}} = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{\text{sn;rep}} = 3,15 \text{ kN/m}^2$$



Over de 1e 6m rondom de sporthal is een hogere sneeuwlast van toepassing

4.5.4 Windbelasting

$$\psi_0 = 0 \quad \psi_1 = 0,2 \quad \psi_2 = 0$$

Windgebied I, onbebouwd, 10,5 m hoog $\rightarrow 1,04 \text{ kN/m}^2$

Terreincategorie		z_0 [m]	z_{min} [m]
0	Zee of kustgebied	0,003	1
I	Vijvers en meren, vlak open terrein zonder hindernissen	0,01	1
II	Weideland met afbakening, huizen en bomen	0,05	2
III	Randstad of industrieel gebied en bossen	0,3	5
I V	Stedelijk gebied waar minstens 15% van de oppervlakte bebouwd is met structuren waarvan de gemiddelde hoogte groter is dan 15 m	1,0	10

Factoren conform NEN-EN 1991-1-4

$H/d \approx 10,5 / 20 < 1$

Tabel 7.1 — Waarden van uitwendige drukcoëfficiënten voor verticale gevels van gebouwen met rechthoekige plattegrond

Zone	A		B		C		D		E	
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
≤ 1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	

$C_{pe,10}$ (globaal effect) 0,8 stuwdruk + 0,5 zuiging.
 Winddruk: $0,8 * 1,04 = 0,832 \text{ kN/m}^2$
 Windzuiging: $0,5 * 1,04 = 0,520 \text{ kN/m}^2$
 Windwrijving $0,04 * 1,04 = 0,042 \text{ kN/m}^2$

Inwendige overdruk $0,2 * 1,04 = 0,208 \text{ kN/m}^2$
 Inwendige onderdruk $0,3 * 1,04 = 0,312 \text{ kN/m}^2$

De winstbelasting op het gebouw wordt via de gevels afgedragen op de vloeren

Op de 1^e verdiepingsvloer is de last:

$3,5 * 0,832 = 2,92 \text{ kN/m}$ druk

$3,5 * 0,520 = 1,82 \text{ kN/m}$ zuiging

Wrijving andere gevels $3,5 * 0,042 = 0,15 \text{ kN/m}$

Op de 2^e verdiepingsvloer

$1,75 * 0,832 = 1,46 \text{ kN/m}$ druk

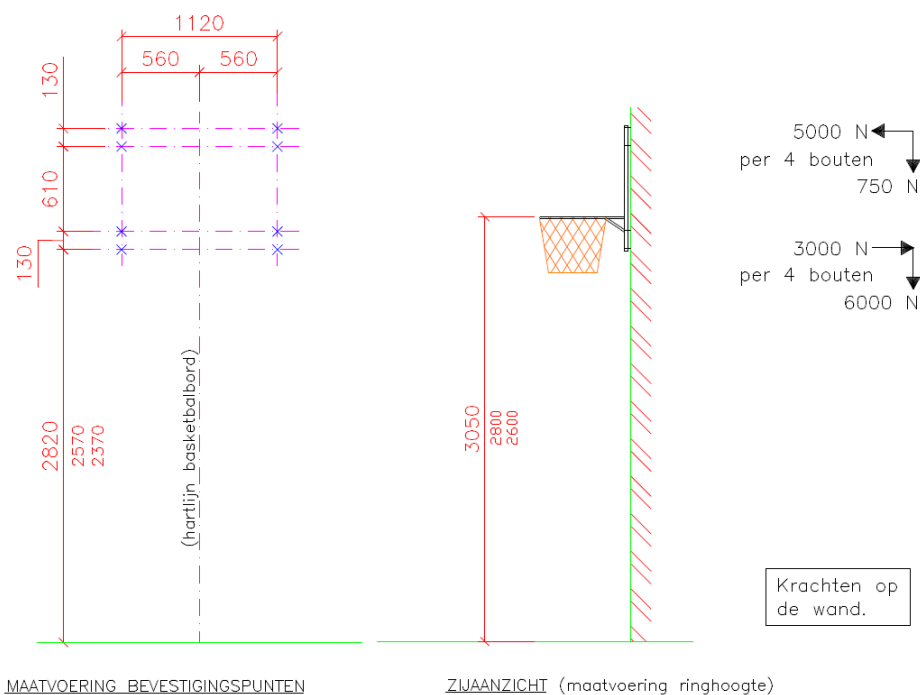
$1,75 * 0,520 = 0,91 \text{ kN/m}$ zuiging

Wrijving andere gevels $1,75 * 0,042 = 0,08 \text{ kN/m}$

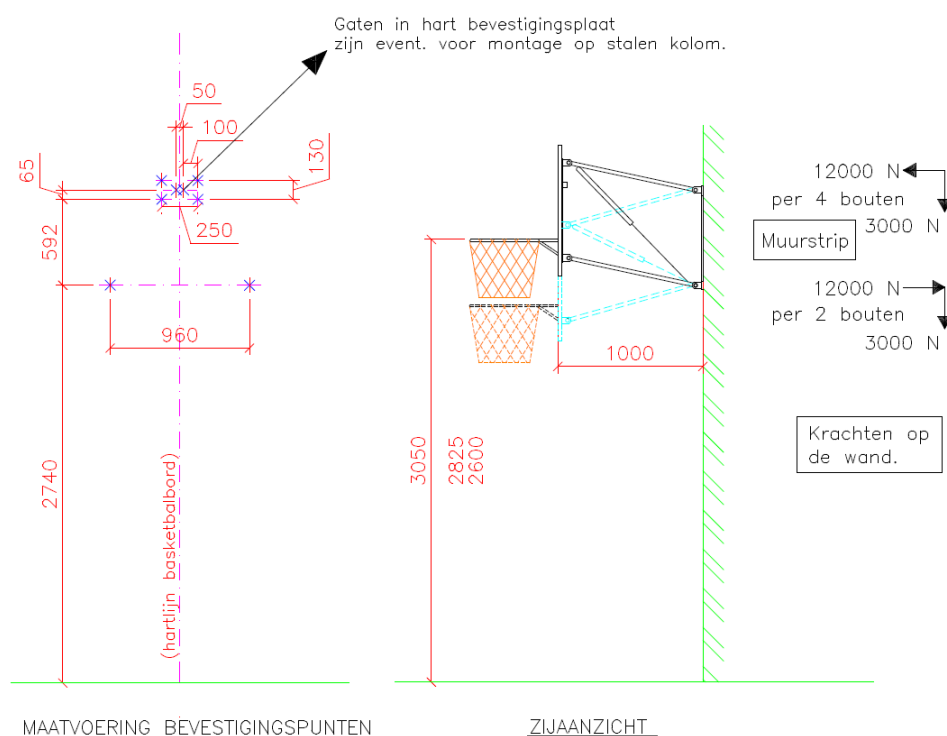
Op dakvlak $0,042 \text{ kN/m}^2$

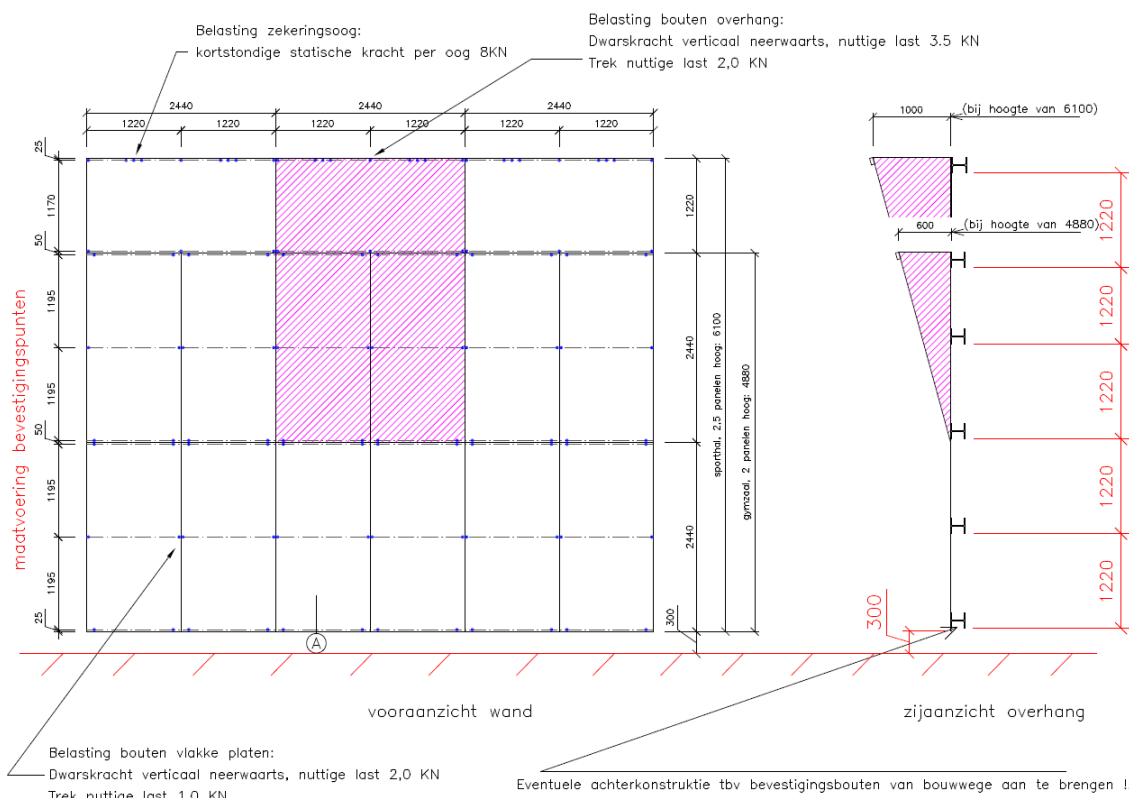
De windlasten op de sporthal zijn met een windgenerator bepaald.

4.5.5 Sporttoestellen – Basketbalbord

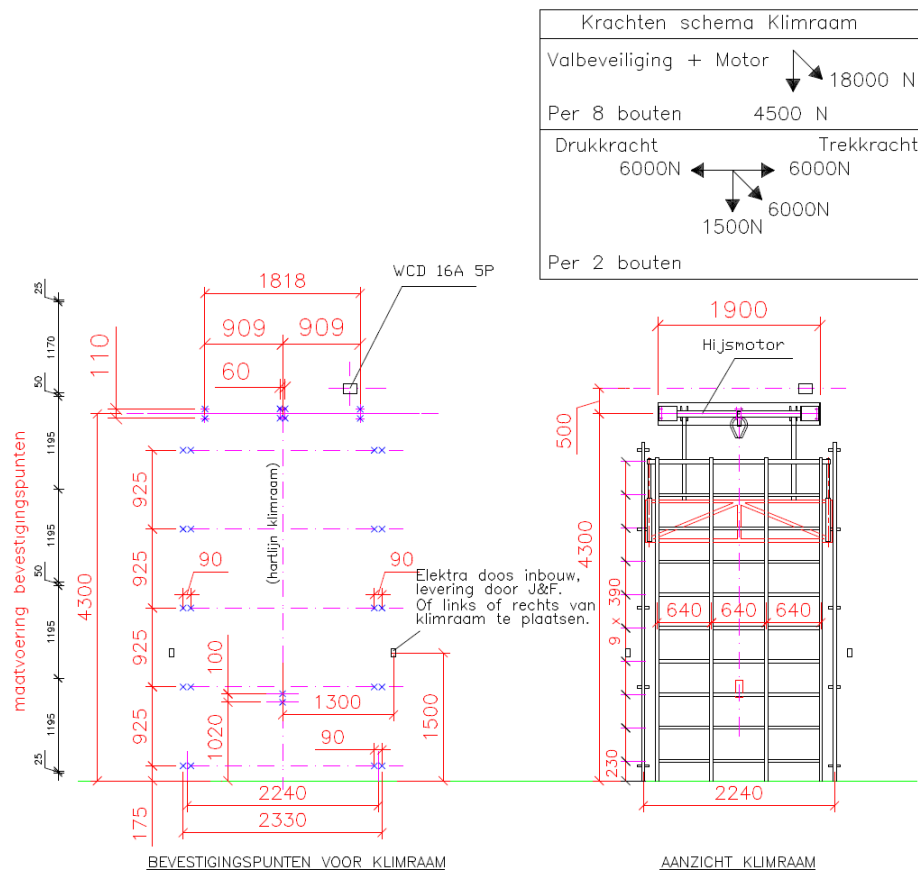


4.5.6 Sporttoestellen – Basket gasveer

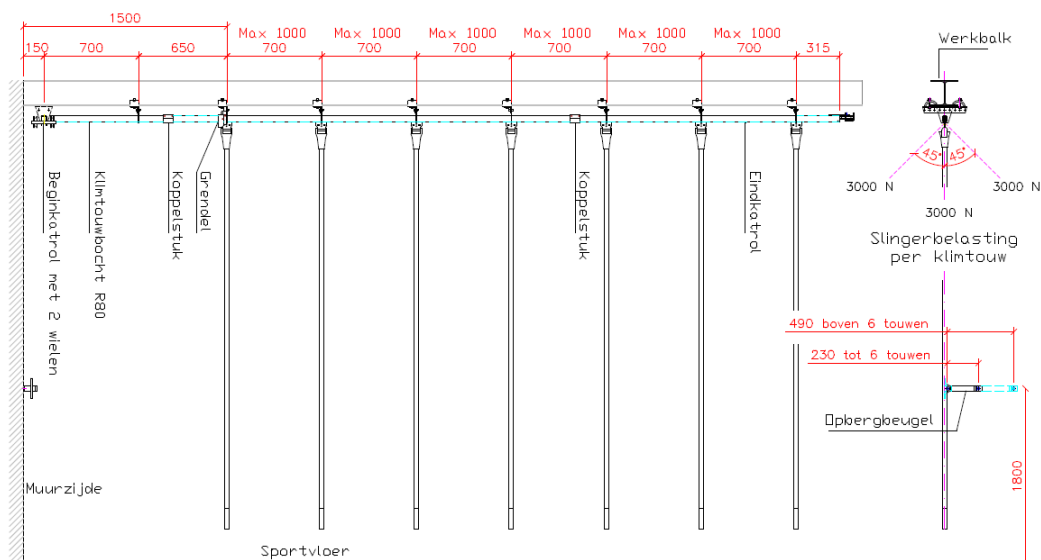




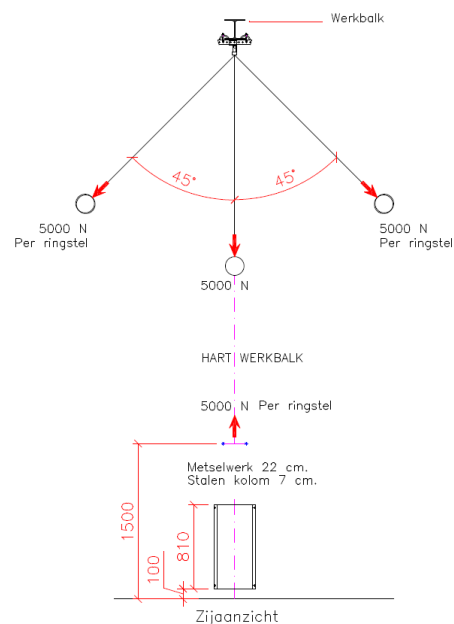
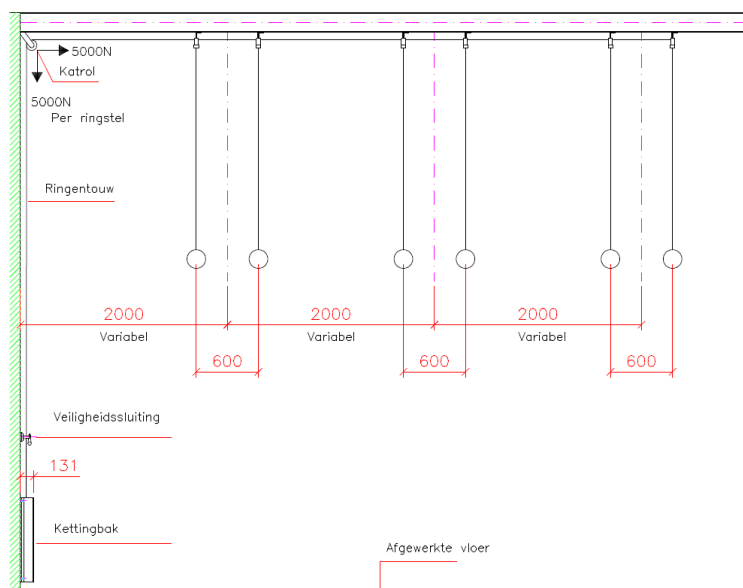
4.5.8 Sporttoestellen – 3-vaks klimraam elektrisch bediend



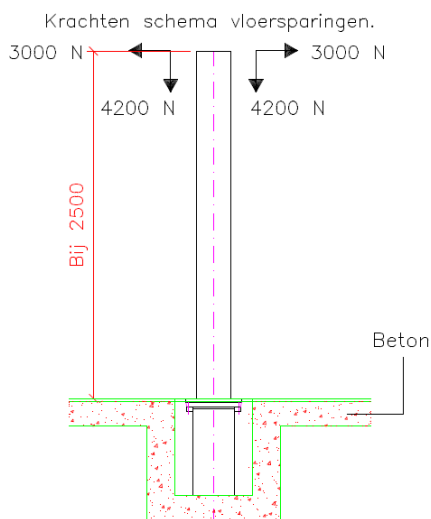
4.5.9 Sporttoestellen – Klimtouwen



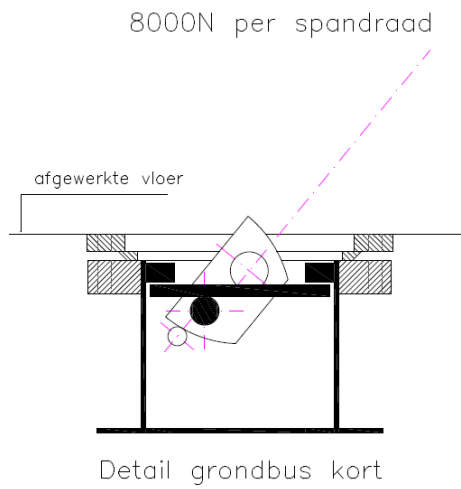
4.5.10 Sporttoestellen – Ringen



4.5.11 Sporttoestellen – Grondpotten



4.5.12 Sporttoestellen – Grondbus



5. BRANDWERENDHEID

Door GBB BV te Maastricht is een brandveiligheidsadvies opgesteld:

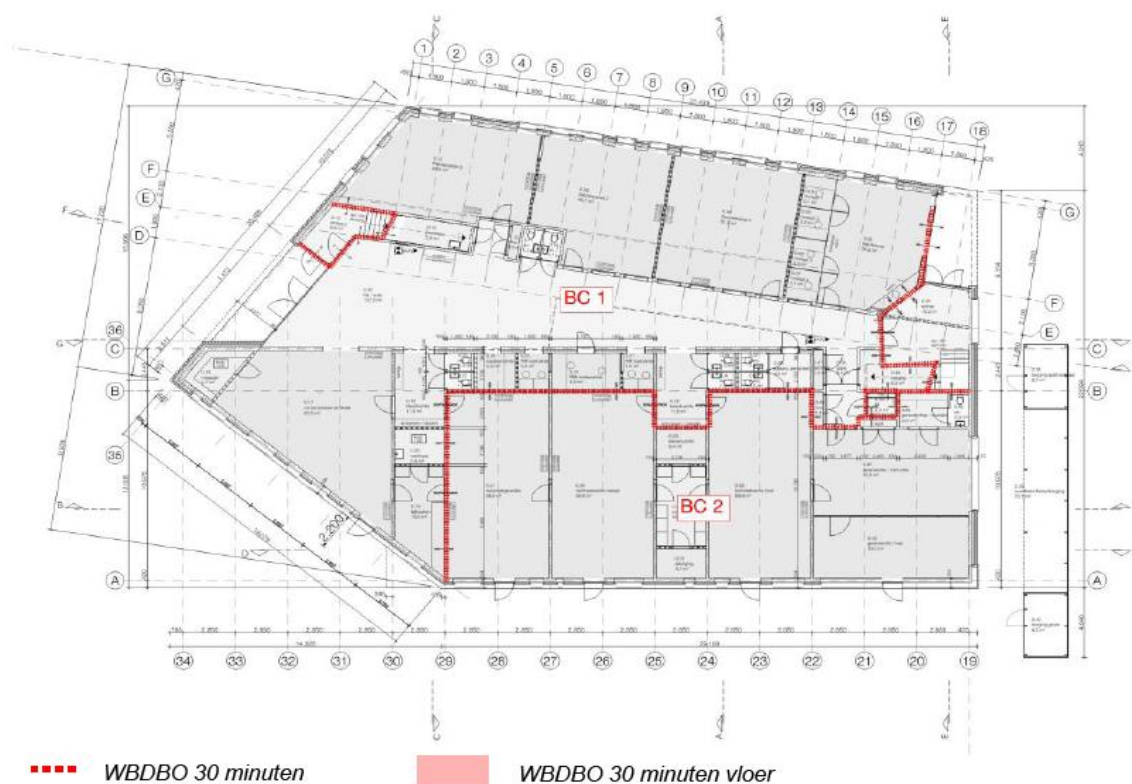
Betreft: Brandveiligheidsadvies Bouwbesluit
Projectnummer: 15 071 LG BA
Object: Molenduin Schagen
Documentdatum: 10 maart 2015

Adviseur: GBB B.V.
Lindenplein 1
6225 EP Maastricht

T 043 – 363 35 93
E info@gbbmaastricht.nl

Contactpersoon adviseur: mevr. L.H.J. Gelissen

Er wordt een eis van 30 minuten gesteld. De staalconstructie van de sporthal maakt geen deel uit van de brandscheiding, er geldt geen brandwerendheidseis voor de staalconstructie van de sporthal.



Figuur 1 Brandcompartimentering / WBDBO-eisen begane grond



Figuur 2 *Brandcompartimentering / WBDBO-eisen verdieping*

6. BELASTING COMBINATIES

Belastingcombinaties

Uiterste grenstoestand (STR / GEO)

Tabel A1.2(B) - Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (Groep B)					
Blijvende en tijdelijke ontwerp-situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	On-gunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
(verg. 6.10a)	1,35 $G_{k,j,sup}^a$	0,9 $G_{k,j,inf}$			1,5 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$ ($i > 1$)
(verg. 6.10b)	1,2 $G_{k,j,sup}^b$	0,9 $G_{k,j,inf}$	1,5 $Q_{k,1}$		1,5 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$ ($i > 1$)
^A Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met 1,2 $G_{k,j,sup}$. ^B Deze waarde is berekend met $\xi = 0,89$.					

Waarbij belastingsfactoren worden vermenigvuldigd met factor afhankelijk van betrouwbaarheidsklasse.

K_{FI} -factor voor belastingen	Betrouwbaarheidsklasse		
	RC1	RC2	RC3
K_{FI}	0,9	1,0	1,1

RC2 $\rightarrow K_{FI} = 1,0$

7. STABILITEIT

7.1 Algemeen

Stabiliteit sporthal d.m.v. windverbanden. Deze zijn gecontroleerd bij het ontwerp van de sporthal.

In de rest van het gebouw werkt de vloer als schijf en wordt de stabiliteit uit de wanden gehaald. Deze belastingen zijn in het 3D model opgenomen.

8. BEREKENING

8.1 Sporthal

De spanten van de sporthal zijn berekend in bijlage A.

Bijlage A.1, spant as 28, 26 en 24

Bijlage A.2, spant as 30 en 22

De horizontale belasting uit de spanten op as 28, 26 en 24 welke via het windverband in het dak wordt opgenomen, is als extra last op de spanten op as 30 en 22 toegevoegd. (1,5 x de reactie in steunpunt 2 van model A.1)

8.1.1 Dakplaten

Dakplaten spannen 5,7 m. I.v.m. geluid zullen geperforeerde dakplaten toegepast worden.

SAB 158R/750 P3L-S / P4L-B - CC2

Maximale permanente belasting en of windzuiging op het dak in kN/m² bij gegeven overspanning in m¹

Windzuigingstabel dak in kN/m ² (dakvlak H)	Windgebied 1			Windgebied 2			Windgebied 3	
	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Onbebouwd	Bebouwd
Gebouwhoogte tot 9 meter	-1,40	-0,88	-0,69	-1,16	-0,74	-0,59	-0,61	-0,48
Gebouwhoogte tot 15 meter	-1,54	-1,04	-0,86	-1,29	-0,88	-0,72	-0,72	-0,59
Gebouwhoogte tot 30 meter	-1,75	-1,29	-1,11	-1,47	-1,08	-0,93	-0,89	-0,77

SAB 158R/750 P3L-S / P4L-B

Gevolgklasse CC2

Maximale permanente belasting in kN/m²

bij 0,56 kN/m² sneeuw of 1,00 kN/m² over 10 m²

Doorbuiging L/250 - Oplegging 160 mm

Aantal velden	Dikte (mm)	Gewicht (kg/m²)	Overspanning in m¹																								
			5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00	9,25	9,50	9,75					
	0,75	11,08	1,30	0,98	0,72	0,50	0,32	0,17	0,04																		
	0,88	13,00	1,66	1,29	0,99	0,74	0,53	0,35	0,20	0,07																	
	1,00	14,77	1,99	1,58	1,24	0,96	0,72	0,52	0,35	0,20	0,08																
	1,13	16,69	2,40	1,93	1,55	1,22	0,96	0,73	0,53	0,37	0,23	0,10															
	1,25	18,47	2,77	2,25	1,82	1,47	1,17	0,92	0,70	0,52	0,36	0,22	0,10														
	1,50	22,16	3,55	2,93	2,41	1,98	1,62	1,31	1,05	0,83	0,64	0,47	0,33	0,20	0,09												
	0,75	11,08	1,03	0,88	0,75	0,63	0,52	0,42	0,33	0,25	0,18	0,12	0,08	0,04	0,01												
	0,88	13,00	1,23	1,03	0,88	0,75	0,63	0,52	0,42	0,33	0,25	0,18	0,12	0,08	0,04	0,01											
	1,00	14,77	1,43	1,23	1,03	0,88	0,75	0,63	0,52	0,42	0,33	0,25	0,18	0,12	0,08	0,04	0,01										
	1,13	16,69	1,63	1,43	1,23	1,03	0,88	0,75	0,63	0,52	0,42	0,33	0,25	0,18	0,12	0,08	0,04	0,01									
	1,25	18,47	1,83	1,63	1,43	1,23	1,03	0,88	0,75	0,63	0,52	0,42	0,33	0,25	0,18	0,12	0,08	0,04	0,01								
	1,50	22,16	2,23	2,03	1,83	1,63	1,43	1,23	1,03	0,88	0,75	0,63	0,52	0,42	0,33	0,25	0,18	0,12	0,08	0,04	0,01						

De platen in het midden krijgen de hoogste waterlast, 77 mm (zie §4.5.2) + doorbuiging dakplaat + doorbuiging hoofdlijger.

De permanente last op de dakplaten bedraagt 0,55 kN/m² (zie §0)

De doorbuiging van de dakplaat bij de lasten uit de tabel is maximaal $1/250 \cdot 5700 = 22,8$ mm. Bij wateraccumulatie dient de stijfheid met 1,3 gereduceerd te worden, dus de doorbuiging wordt dan 30 mm.

Reken voor de hoofdligger met $1,3$ (stijfheidsreductie) $\cdot 26$ (zie bijlage A) = 33,8 mm doorbuiging door regenwater. De Maximale waterlast is dan $77 + 34 + 26 = 137$ mm water = $1,37$ kN/m²

De plaat in de tabel draagt een ontwerplast van $1,2 \cdot 2,12 + 1,5 \cdot 1,0 = 4,04$ kN/m²
De ontwerplast op het dak van de sporthal bedraagt:
 $1,2 \cdot 0,55 + 1,5 \cdot 1,37 = 2,715$ kN/m²
De dakplaten voldoen.

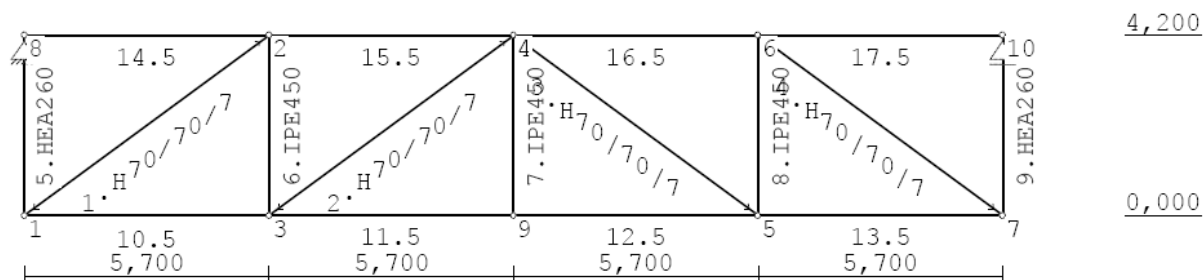
8.1.2 Spanten

De spanten zijn berekend in bijlage A. Voor de stabiliteit worden windverbanden toegepast. De belangrijke staalverbindingen zijn ook ontworpen.

Bij de spanten op as 22 en 30 (zijanten) is de extra horizontale last welke via de windverbanden op dit spant wordt uitgeoefend in de verschillende belastingsgevallen als puntlast toegevoegd. Deze last is $1,5$ x de waarde van de horizontale veer uit het model van de midden spanten.

8.1.3 Windkruizen dak

Maximale belasting uit spant 20,45 kN (B.G:4 Wind van links onderdruk A).
Berekening zie bijlage A.

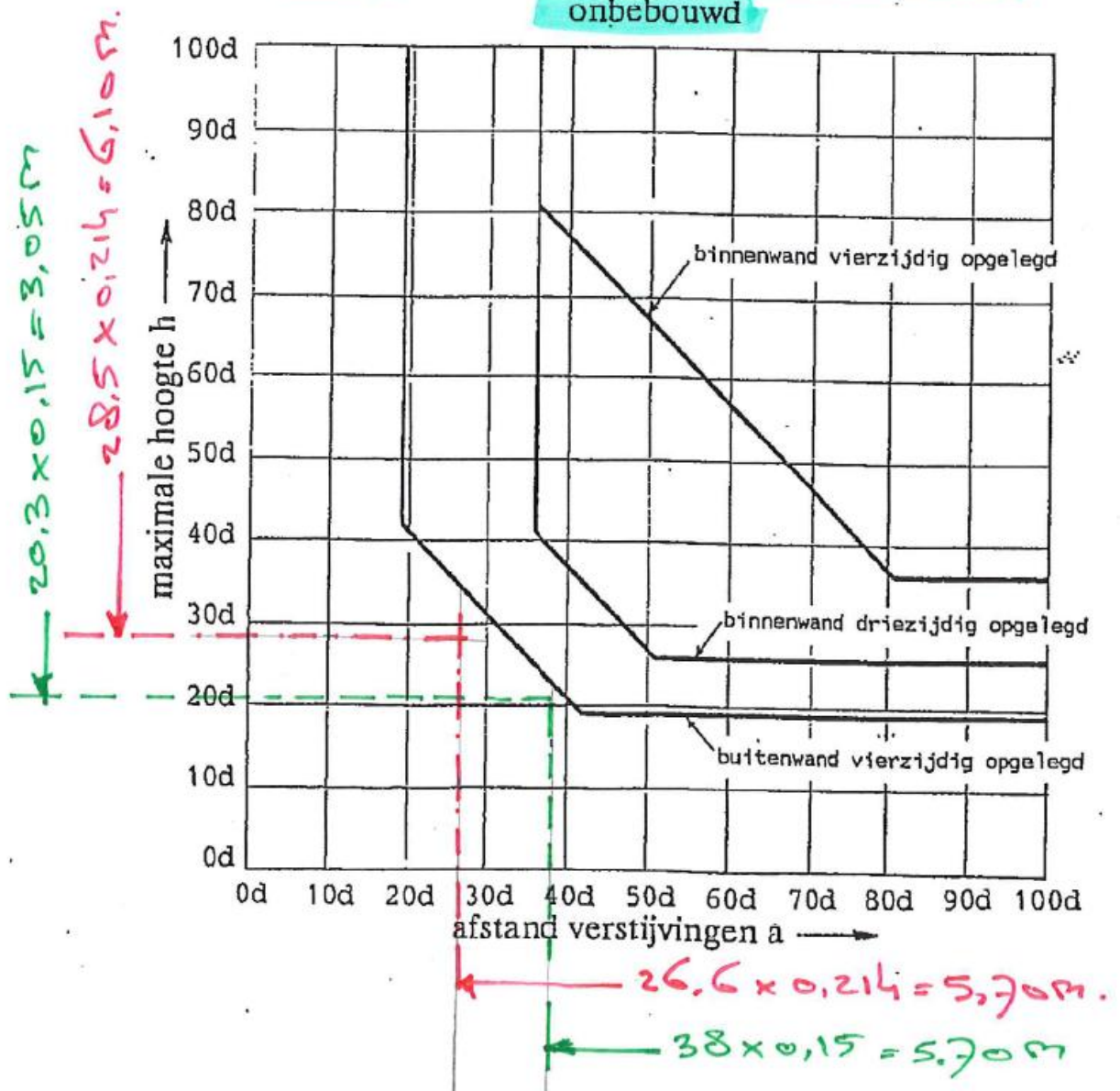


8.2 Gevel sporthal

Op as A komt een gevel te staan met een kzs binnenblad. De hoogte van de gevel is 6,1m
Er wordt kzs d=150 toegepast.

Voor de toetsing van de gevel wordt gebruik gemaakt van rapport CALD R0448 "Grafieken voor niet-dragende wanden van kalkzandsteen"

Veiligheidsklasse 3, gebied I, lijm mortels onbebouwd



Bij een dikte 150 mm dient er op 3,05m hoogte een steun te zijn.

De dikte mag rekenkundig nog wat mogen worden verhoogd i.v.m. meewerkend buitenblad.

$$\sqrt[3]{(150^3 + 105^3)} = 165$$

Bij een dikte 165 mm dient er op $25 \times 0.165 = 4.12 \text{ m}$ hoogte een steun te zijn.

De steun verdeelt de wand in hoogtes 3620 , 2542 mm. Het onderste, hoge deel, heeft ook positief effect van bovenbelasting. Wand voldoet

Pas een koker 140x80x10 toe daarvoor.

8.3 Kalkzandsteen penanten

Het totale model is opgenomen in bijlage 2
De penanten

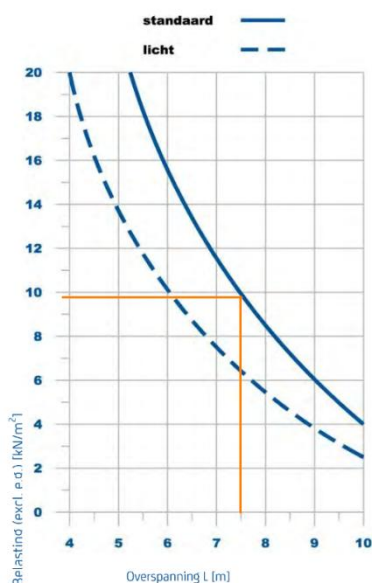
8.4 Vloeren

8.4.1 Algemeen

Voor alle vloeren wordt de detailberekening gemaakt door de leverancier. Hier wordt de ontwerpberekening gemaakt.

8.4.2 Bgg vloer

De bgg vloer wordt een geïsoleerde kanaalplaat. De maximale lengte is ca 7400 mm, tussen as E en G. Vloer voldoet



8.4.3 Verdiepingsvloer

De verdiepingsvloer is beschouwd m.b.v. SCIA Engineer

8.5 Kalkzandsteen penanten

Controle maximaal toelaatbare last op de smalle penanten

8.5.1 Penant 500x214

Module 1 - Twee- of meerzijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL :

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

Geometrie van de wand:

dikte	t	=	214 mm
hoogte	h	=	3300 mm
breedte	ℓ	=	500 mm

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht	N_{Ed}	=	460,0 kN
moment aan de top	$M_{Ed t}$	=	0,00 kNm
moment in het midden	$M_{Ed m}$	=	0,00 kNm
moment aan de voet	$M_{Ed b}$	=	0,00 kNm

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha = 0,8 \times 20^{0,85} = 10,21 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.2)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{10,21}{1,7} = 6,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_2 = 0,75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho_2 h = 0,75 \times 3300 = 2475 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 11,57 < 27 \quad \text{u.c.} = 0,43 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5,5 \text{ mm} \quad e_{initm} = e_{init} + 10 = 15,5 \text{ mm}$$

artikel 6.1.2.2

$$e_t = \frac{M_{Ed t}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_{i.t.f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0,05 t) = 10,7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0,1$$

$$e_{i,t} = e_{i,t,f} = 10,7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 578,29 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm}$$

$$e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0,05 t) = 10,7 \text{ mm} \dots (6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0,1$$

$$e_{i,b} = e_{i,b,f} = 10,7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 578,29 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm}$$

$$e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init,m} = 15,5 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots (6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0,05 t_{ef}) = 15,5 \text{ mm} \dots (6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t_{ef}} = 1 - 2 \frac{15,5}{214} = 0,855 \dots (G.2)$$

$$\lambda_\Phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2475}{214} \sqrt{\frac{10,2}{7146}} = 0,437 \dots (G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\Phi - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0,437 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{15,5}{214}} = 0,58 \dots (G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,723 \dots (G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 464,45 \text{ kN} \dots (6.2)$$

artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 460 \text{ kN} < N_{Rd} = 464,4 \text{ kN} \quad u.c. = 0,99 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 6,01 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{ef} = \rho_2 h = 0,75 \times 3300 = 2475 \text{ mm} \dots (5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 578,29 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 578,29 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,723 \dots (G.1)$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 464,45 \text{ kN} \dots (6.2)$$

artikel 6.1.2.1(1)

$N_{Ed} = 460 \text{ kN} < N_{Rd} = 464,4 \text{ kN}$ $u.c. = 0,99$ *Capaciteit van de wand voldoet.*

Conclusie : Wand voldoet.

8.5.2 Penant 370x214

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL :

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

Geometrie van de wand:

dikte $t = 214 \text{ mm}$
hoogte $h = 3300 \text{ mm}$
breedte $\ell = 370 \text{ mm}$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht $N_{Ed} = 340,0 \text{ kN}$
moment aan de top $M_{Ed,t} = 0,00 \text{ kNm}$
moment in het midden $M_{Ed,m} = 0,00 \text{ kNm}$
moment aan de voet $M_{Ed,b} = 0,00 \text{ kNm}$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_{ck})^\alpha = 0,8 \times 20^{0,85} = 10,21 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.2)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{10,21}{1,7} = 6,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_2 = 0,75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho_2 h = 0,75 \times 3300 = 2475 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 11,57 < 27 \quad \text{u.c.} = 0,43 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 5,5 \text{ mm} \quad e_{initm} = e_{init} + 10 = 15,5 \text{ mm}$$

artikel 6.1.2.2

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0,05 t) = 10,7 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1$$

$$e_{i,t} = e_{i,t,f} = 10,7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 427,93 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm}$$

$$e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0,05 t) = 10,7 \text{ mm} \dots (6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1$$

$$e_{i,b} = e_{i,b,f} = 10,7 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 427,93 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,m}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm}$$

$$e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init,m} = 15,5 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \dots (6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0,05 t_{ef}) = 15,5 \text{ mm} \dots (6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t_{ef}} = 1 - 2 \frac{15,5}{214} = 0,855 \dots (G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2475}{214} \sqrt{\frac{10,2}{7146}} = 0,437 \dots (G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0,437 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{15,5}{214}} = 0,58 \dots (G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,723 \dots (G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 343,69 \text{ kN} \dots (6.2)$$

artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 340 \text{ kN} < N_{Rd} = 343,7 \text{ kN} \quad u.c. = 0,99 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 6,01 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{ef} = \rho_2 h = 0,75 \times 3300 = 2475 \text{ mm} \dots (5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 427,93 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 427,93 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,723 \dots (G.1)$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 343,69 \text{ kN} \dots (6.2)$$

artikel 6.1.2.1(1)

$N_{Ed} = 340 \text{ kN} < N_{Rd} = 343,7 \text{ kN}$ u.c. = 0,99 *Capaciteit van de wand voldoet.*

Conclusie : Wand voldoet.

Lasten op de penanten lager dan hier berekend, ok

