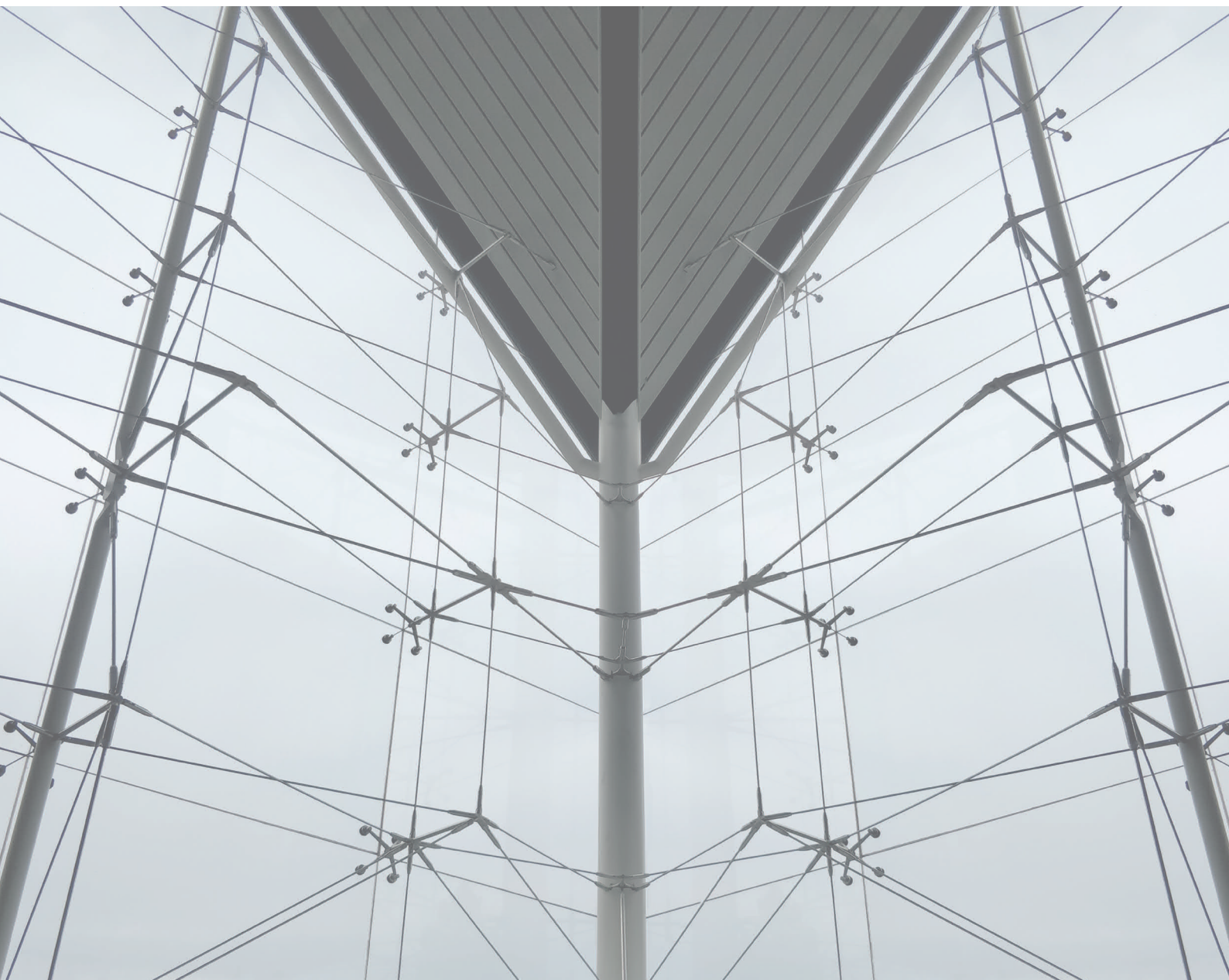




**ADVIESBUREAU  
TIELEMANS**

BOUWCONSTRUCTIES B.V.



## **Beoordeling plaatsing PV-panelen te Fontys**

MM21258  
10-02-2022

Gebouw ER te Eindhoven  
Berekening\_DO-0001



<b>Document</b>	<b>MM21258_Berekening_DO-0001</b>
<b>Project</b>	<b>Beoordeling plaatsing PV-panelen te Fontys</b>
	<b>Gebouw ER te Eindhoven</b>
Opdrachtgever	<b>Fontys Hogescholen</b>
Datum	<b>10-02-2022</b>
Revisie	<b>0  </b>
Projectverantwoordelijke	<b>Marcel Meulendijks</b>
Opgesteld door	<b>Jeroen van den Berkmortel</b>

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding, doel rapportage .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten .....</b>	<b>4</b>
2.1	Startpunt toetsing .....	4
2.2	Uitvoering als ballast-systeem .....	4
2.3	Berekening zonnepanelen en/of ondersteuningsframe .....	4
2.4	Belastingaanneمة zonnepanelen op draagconstructie .....	4
2.5	Toelichting op de beschouwde dakdelen .....	4
2.6	Toelichting op constructief principe dakconstructie .....	5
2.7	Van toepassing zijnde voorschriften .....	5
2.8	Veiligheidsklasse en referentieperiode .....	5
<b>3</b>	<b>Toetsing nieuwe belasting .....</b>	<b>6</b>
3.1	Hoger gelegen dak .....	6
3.1.1	Controle stalen dakplaten .....	8
3.1.2	Controle stalen liggers .....	8
3.1.3	Conclusie .....	9
3.2	Lager gelegen dakvlakken .....	10
3.2.1	Controle stalen dakplaten .....	11
3.2.2	Controle stalen liggers .....	13
3.2.3	Conclusie .....	14
<b>4</b>	<b>Slotconclusie .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Aanbevelingen bij ontwerp en uitvoering zonnepanelen.....</b>	<b>16</b>

## Bijlagen

<b>Bijlage A</b>	<b>Architecttekening dak.....</b>	<b>17</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>Computeruitvoer .....</b>	<b>22</b>
B - 1	Controle stalen ligger hoger gelegen dak.....	23
B - 2	Controle HEA280 ligger lager gelegen dak .....	28
B - 3	Controle IPE240 ligger laag gelegen dak .....	32

**Documentversies**

Revisie 0 (10-02-2022)

Eerste uitgave

## 1 Inleiding, doel rapportage

Fontys Hogescholen is voornemens zonnepanelen te plaatsen op verschillende gebouwen. E.e.a. kan plaatsvinden onder de voorwaarde dat de constructie geschikt is om de lasten uit de zonnepanelen inclusief ballast te dragen.

In dit rapport wordt voor gebouw ER, aan De Rondom 1 te Eindhoven, een beschouwing gemaakt van de (dak)constructie en een beoordeling uitgevoerd of het dak geschikt is voor het leggen van de zonnepanelen. Eventuele geschiktheid kan ook voor een deel van de dakconstructie of onder bepaalde voorwaarden (versterkingen, beperking overige belasting aan/op het dak) gelden.



Figuur 1-1 Gebouwaanzicht vanaf de Professor Doctor Dorgelolaan

## **2 Uitgangspunten**

### **2.1 Startpunt toetsing**

Uitgangspunt voor de toetsing van de extra belasting uit zonnepanelen is dat het dak voorafgaand aan het leggen van zonnepanelen beschouwd kan worden als constructief deugdelijk. Dit rapport behelst geen verificatie van de dakconstructie in de bestaande toestand, maar beoordeelt of er voldoende overwaarde aan capaciteit aanwezig is voor het leggen van zonnepanelen, uitgaande van een constructie die voldoet aan de oorspronkelijk geldende ontwerpnormen.

### **2.2 Uitvoering als ballast-systeem**

Tenzij specifiek door opdrachtgever aangegeven, wordt er in geval van platte daken standaard vanuit gegaan dat zonnepanelen worden uitgevoerd met een zogenaamd 'geballast' systeem. Dit houdt in dat de ballast (tegels, stenen of anderszids) eventuele opwaartse belasting volledig neutraliseert en er dus géén opwaartse (trekkrachten) op de constructie van toepassing zijn, noch verbindingen van systeem op onderconstructie. Als direct gevolg daarvan is alléén de extra neerwaartse belasting conform §2.4 in deze rapportage meegenomen.

### **2.3 Berekening zonnepanelen en/of ondersteuningsframe**

De berekeningen van (constructie) van zonnepanelen zélf of bijbehorende onderconstructie (frame) is geen onderwerp van dit rapport. Uitgangspunt is dat de leverancier van de zonnepanelen een eigen berekening opstelt, met daarin de bepaling van de windbelasting en benodigde ballast en lay-out van ballast plan.

### **2.4 Belastingaanneمة zonnepanelen op draagconstructie**

In zijn algemeenheid bestaat de belasting van de zonnepanelen uit een aandeel gewicht van zonnepanelen met onderconstructie én een aandeel gewicht van ballast tegen opwaaien. Hoewel de ballast niet per se gelijkmatig verdeeld over de zone van de zonnepanelen aanwezig is (maar geconcentreerd aan de randen), wordt voor de beoordeling van het draagvermogen uitgegaan van een gemiddelde uniforme belastingverdeling. Deze aanname is gebruikelijk en acceptabel op voorwaarde dat het uiteindelijke legplan van de zonnepanelen getoetst wordt aan deze benadering.

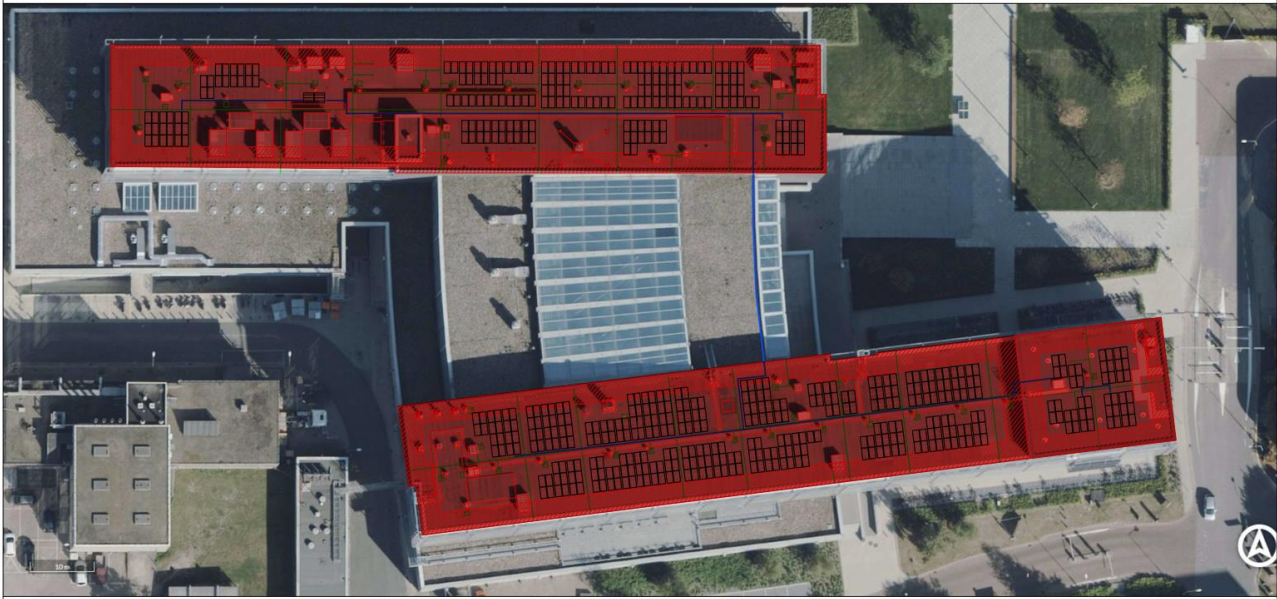
**Uitgangspunt belasting voor beoordeling van de draagconstructie in deze rapportage**

**Gemiddeld gewichtsaanneمة per m<sup>2</sup> van zonnepanelen + ballast = 30 kg/m<sup>2</sup>**

### **2.5 Toelichting op de beschouwde dakdelen**

De analyse heeft betrekking op in het dakaanzicht gemarkeerde deel van het dak. De foto/dakaanzicht is niet noodzakelijkerwijs actueel, maar wordt als onderlegger gebruikt om aan te geven welk deel van het dak beschouwd is en impliciet welke niet.

Op het dak zijn bepaalde zones ingericht met installatietechnische voorzieningen en/of eventuele tegelpaden. In de beoordeling wordt er vanuit gegaan dat er óf een tegelpad óf installaties óf zonnepanelen aanwezig zijn. Er is niet getoetst op een dubbelgebruik van dakoppervlakte. Lichtstraten en vides zijn als 'niet van toepassing' beschouwd.



Figuur 2-1 *Dakaanzicht*  
Alleen de in rood aangegeven dakdelen worden beschouwd

## 2.6 Toelichting op constructief principe dakconstructie

De constructie van de daken bestaat uit stalen dakplaten welke op stalen liggers liggen. Deze liggers rusten op stalen kolommen.

## 2.7 Van toepassing zijnde voorschriften

Bouwbesluit 2012

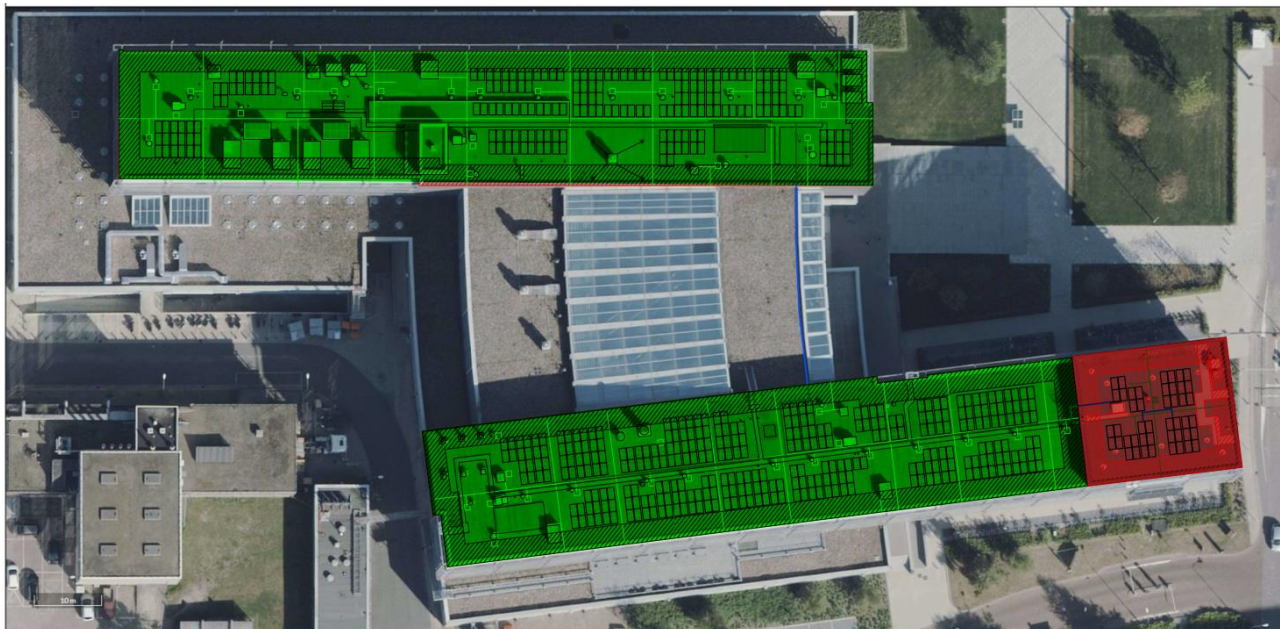
NEN 8700	Grondslagen constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk
NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren - Belastingen
NEN-EN 1990:	Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991:	Belastingen op constructies
NEN-EN 1992:	Ontwerp en berekening van betonconstructies
NEN-EN 1993:	Ontwerp en berekening van staalconstructies
NEN-EN 1994:	Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies
NEN-EN 1995:	Ontwerp en berekening van houtconstructies
NEN-EN 1996:	Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk
NEN-EN 1997	Geotechnisch ontwerp
NEN-EN 1999:	Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies

## 2.8 Veiligheidsklasse en referentieperiode

Gebruiksfunctie:	Categorie C: Bijeenkomstfunctie
Veiligheidsklasse:	Conform bestaand
Referentie periode:	Conform bestaand 50 jaar

### 3 Toetsing nieuwe belasting

De te controleren daken bestaan uit drie delen. Twee daarvan zijn zo goed als identiek en er is een hoger gelegen dak wat later is gemaakt.



Figuur 3-1 *Overzicht dakvlakken  
In rood het hoger gelegen dakvlak wat later is gemaakt*

#### 3.1 Hoger gelegen dak

Als eerste wordt het hoger gelegen dak gecontroleerd. Dit zal gebeuren middens een belastingsvergelijking met behulp van de verbouwnorm.

Van dit dak zijn de oorspronkelijke belastingen bekend, zie ook Bijlage A - 2.

### AANGEHOUDEN BELASTINGEN

- Het gebouw is ingedeeld in gevolgklasse CC2b

	blijvend $G_k$	opgelegd $Q_k$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<b>stalen dakvloer h=158</b>		kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		
e.g. staaldak	0,15				
dakbedekking en afschotisolatie	0,15				
plafond en leidingen	<u>0,15</u>				
	0,45				
opgelegde vloerbelasting cat. H	1,00	1,50	0,0	0,0	0,0

Figuur 3-2 Uitsnede van de constructietekening dakvloer

Er wordt onderscheid gemaakt in de belasting voor de stalen dakplaten en voor de stalen liggers, omdat de opgelegde belasting van categorie H geldt voor een oppervlakte van maximaal 10m<sup>2</sup>. Voor de stalen dakplaten betekent dit in de praktijk dat deze worden uitgerekend op 1,00 kN/m<sup>2</sup>. Bij de stalen liggers kan, of

categorie H maatgevend zijn, of de sneeuwbelasting. De sneeuwbelasting is met 0,56 kN/m<sup>2</sup> lager, maar moet over het gehele dakoppervlak worden geteld. Als de belastingsvergelijking wordt uitgevoerd met alleen de sneeuwbelasting, zal het ook voldoen met de belasting van 1,00 kN/m<sup>2</sup> over 10m<sup>2</sup>. Daarom wordt hier alleen de controle uitgevoerd met de sneeuwbelasting.

<b>Stalen dakvloer</b>		Sneeuwbelasting	
Eigengewicht stalen dakplaten		0,15 =	0,15
Isolatie en dakbedekking		0,15 =	0,15
Plafond, leidingen etc		0,15 =	0,15
			+ -----
Totaal blijvende belasting			0,45 kN/m <sup>2</sup>
Sneeuwbelasting		0,56 =	0,56 kN/m <sup>2</sup>
Geconcentreerde opgelegde belasting			0,00 kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,00$	$\psi_1 = 0,20$	$\psi_2 = 0,00$
Reductiefactor			1,00

<b>Stalen dakvloer met zonnepanelen</b>		Sneeuwbelasting	
Eigengewicht stalen dakplaten		0,15 =	0,15
Isolatie en dakbedekking		0,15 =	0,15
Plafond, leidingen etc		0,15 =	0,15
Zonnepanelen		0,30 =	0,30
			+ -----
Totaal blijvende belasting			0,75 kN/m <sup>2</sup>
Sneeuwbelasting		0,56 =	0,56 kN/m <sup>2</sup>
Geconcentreerde opgelegde belasting			0,00 kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,00$	$\psi_1 = 0,20$	$\psi_2 = 0,00$
Reductiefactor			1,00

**Tabel A1.2(B) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep B) - verbouw**

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting		Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Wind	Belangrijkste	Andere
(Vgl. 6.10a)	1,3 G <sub>k,j,sup</sub>	0,9 G <sub>k,j,inf</sub>			1,3 $\psi_{0,1}$ Q <sub>k,1</sub>	1,3 $\psi_{0,i}$ Q <sub>k,i</sub> (i > 1)
(Vgl. 6.10b)	1,15 G <sub>k,j,sup</sub>	0,9 G <sub>k,j,inf</sub>	1,3 Q <sub>k,1</sub>	1,4 Q <sub>k,1</sub>		1,3 $\psi_{0,i}$ Q <sub>k,i</sub> (i > 1)

**Rekenwaarde oorspronkelijk**

	$G_k + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_k$	$p_b$	$v_b$
Stalen dakvloer	$1,00 \times ( 0,45 + 1,00 \times 0,56 ) =$	$0,45 +$	$0,56 \text{ extr}$
		$+ \frac{\quad}{\quad} + \frac{\quad}{\quad}$	
	Totaal	$0,45 +$	$0,56 \text{ kN/m}^2$

Frequent = 0,11 kN/m<sup>2</sup> Quasi blijvend = 0,00 kN/m<sup>2</sup> Momentaan = 0,00 kN/m<sup>2</sup> Extreem = 0,56 kN/m<sup>2</sup>

Belastingen uiterste grenstoestand, CC2-Nieuwbouw

$P_{Ed} = 1,35 \times 0,45 + 1,50 \times 0,00 = 0,61 \text{ kN/m}^2$  (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10a)  
 $= 1,20 \times 0,45 + 1,50 \times 0,56 = 1,38 \text{ kN/m}^2$  (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10b)

**Rekenwaarde met zonnepanelen verbouw**

	$G_k + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_k$	$p_b$	$v_b$
Stalen dakvloer met zonnepanelen	$1,00 \times ( 0,75 + 1,00 \times 0,56 ) =$	$0,75 +$	$0,56 \text{ extr}$
		$+ \frac{\quad}{\quad} + \frac{\quad}{\quad}$	
	Totaal	$0,75 +$	$0,56 \text{ kN/m}^2$

Frequent = 0,11 kN/m<sup>2</sup> Quasi blijvend = 0,00 kN/m<sup>2</sup> Momentaan = 0,00 kN/m<sup>2</sup> Extreem = 0,56 kN/m<sup>2</sup>

Belastingen uiterste grenstoestand, CC2-Verbouw

$P_{Ed} = 1,30 \times 0,75 + 1,30 \times 0,00 = 0,97 \text{ kN/m}^2$  (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10a)  
 $= 1,15 \times 0,75 + 1,30 \times 0,56 = 1,59 \text{ kN/m}^2$  (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10b)

De nieuwe belasting inclusief zonnepanelen is meer dan de oorspronkelijke dakbelasting. Er zal een nadere beschouwing van de constructie gemaakt moeten worden om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn.

**3.1.1 Controle stalen dakplaten**

Nu wordt er uitgegaan van de belasting in categorie H.

$P_{oorspronkelijk,Ed} = 1,20 \times 0,45 + 1,50 \times 1,00 = 2,04 \text{ kN/m}^2$

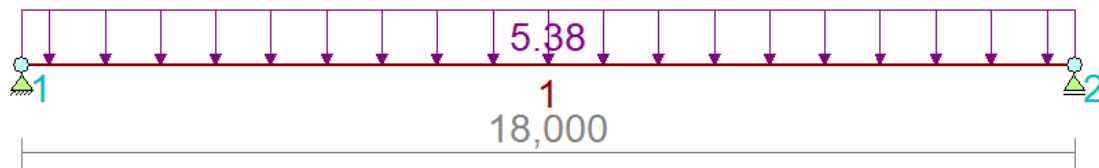
Door terug te rekenen kan de maximale extra belasting voor de zonnepanelen worden bepaald.

$P_{zonnepanelen,max} = (2,04 - 1,30 \times 1,00) / 1,15 - 0,45 = 0,19 \text{ kN/m}^2$

De stalen dakplaten zouden nog maximaal 19 kg/m<sup>2</sup> aan belasting er bij kunnen hebben voor de zonnepanelen.

**3.1.2 Controle stalen liggers**

De ligger op as 25 is maatgevend voor het dak en wordt opnieuw doorgerekend. Uitgangspunt voor de wateraccumulatie is dat er aan de rand maximaal 100mm water komt te staan, 1,00 kN/m<sup>2</sup>. Daarop wordt de noodafvoer bepaald.



$q_{nieuw}$

	$G_k + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_k$	pb	vb
Stalen dakvloer	$1,15 \times 7,2 \times (0,45 + 1,00 \times 0,56) =$	3,73 +	4,64 extr
Zonnepanelen	$1,15 \times 7,2 \times (0,20 + 0,00 \times 0,00) =$	1,66 +	0,00
		+ ----- + -----	
	Totaal	5,38 +	4,64 kN/m

Voor uitvoer zie B - 1

De maximale uitnutting inclusief de 20 kg/m<sup>2</sup> voor de zonnepanelen is 81%, dus voldoet.

### 3.1.3 Conclusie

Op het hoger gelegen dak zouden zonnepanelen kunnen liggen met een maximale belasting van 19 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.2 Lager gelegen dakvlakken

Van de lager gelegen dakvlakken zijn alleen de staaltekeningen bekend. Er zijn geen belastingen, of berekeningen gevonden. Daarom is de onderstaande belasting zelf ingeschat. Op basis van de belasting worden de liggers in het dak gecontroleerd.

Stalen lager gelegen dak		Sneeuwbelasting	
Eigengewicht stalen dakplaten		0,15 =	0,15
Isolatie en dakbedekking		0,05 + 0,15 =	0,20
Plafond, leidingen etc		0,30 =	0,30
			+ -----
Totaal blijvende belasting			0,65 kN/m <sup>2</sup>
Sneeuwbelasting		0,56 =	0,56 kN/m <sup>2</sup>
Geconcentreerde opgelegde belasting			0,00 kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,00$	$\psi_1 = 0,20$	$\psi_2 = 0,00$
Reductiefactor			1,00

Stalen lager gelegen dak met zonnepanelen		Sneeuwbelasting	
Eigengewicht		0,15 =	0,15
Isolatie en dakbedekking		0,05 + 0,15 =	0,20
Plafond, leidingen etc		0,30 =	0,30
Zonnepanelen		0,30 =	0,30
			+ -----
Totaal blijvende belasting			0,95 kN/m <sup>2</sup>
Sneeuwbelasting		0,56 =	0,56 kN/m <sup>2</sup>
Geconcentreerde opgelegde belasting			0,00 kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,00$	$\psi_1 = 0,20$	$\psi_2 = 0,00$
Reductiefactor			1,00

3.2.1 Controle stalen dakplaten

Stalen dakplaten zoals op tekening aangegeven: h =106 mm t=0.7 mm

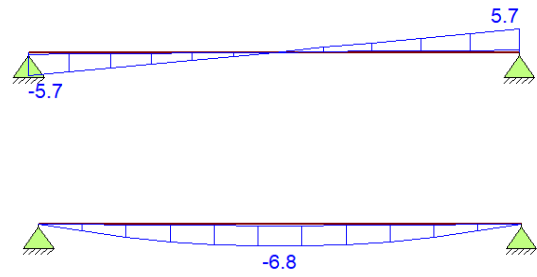
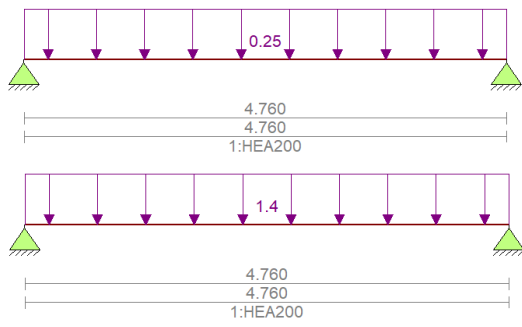
<b>SAB 106R+/750</b> <b>Gevolklasse CC2</b> Maximale <b>permanente belasting</b> in kN/m <sup>2</sup> bij 0,56 kN/m <sup>2</sup> sneeuw of 1,00 kN/m <sup>2</sup> over 10 m <sup>2</sup> Doorbuiging L/250 - Oplegging 120 mm																						
Aantal velden	Dikte (mm)	Gewicht (kg/m <sup>2</sup> )	Overspanning in m <sup>1</sup>																			
			3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75
▲▲▲	0,75	9,81	3,84	2,78	2,01	1,44	1,00	0,66	0,39	0,18	0,01											
	0,88	11,51	4,69	3,45	2,54	1,87	1,35	0,96	0,64	0,39	0,19	0,03										
	1,00	13,08	5,49	4,07	3,04	2,27	1,68	1,23	0,87	0,59	0,36	0,17	0,01									
	1,13	14,78	6,17	4,60	3,46	2,61	1,96	1,46	1,07	0,75	0,50	0,29	0,12									
	1,25	16,35	6,95	5,22	3,95	3,01	2,29	1,73	1,29	0,94	0,66	0,43	0,24	0,09								
1,50	19,63	8,59	6,50	4,97	3,83	2,96	2,29	1,77	1,35	1,01	0,73	0,50	0,31	0,15	0,02							
▲▲▲▲	0,75	9,81	3,26	2,72	2,28	1,90	1,59	1,32	1,08	0,88	0,71	0,55	0,41	0,29	0,18	0,08						
	0,88	11,51	4,89	4,14	3,53	3,01	2,58	2,20	1,88	1,61	1,37	1,15	0,97	0,80	0,65	0,48	0,31	0,17	0,04			
	1,00	13,08	6,36	5,42	4,65	4,00	3,46	3,00	2,60	2,26	1,96	1,70	1,47	1,17	0,91	0,69	0,50	0,34	0,19	0,04		
	1,13	14,78	7,96	6,82	5,87	5,09	4,43	3,86	3,38	2,97	2,60	2,15	1,74	1,40	1,11	0,86	0,65	0,48	0,31	0,16	0,01	
	1,25	16,35	9,35	8,02	6,93	6,03	5,27	4,62	4,07	3,59	3,06	2,50	2,04	1,66	1,34	1,07	0,84	0,64	0,46	0,29	0,13	
1,50	19,63	11,54	9,94	8,63	7,53	6,61	5,83	5,16	4,59	3,89	3,22	2,67	2,21	1,82	1,49	1,21	0,98	0,76	0,56	0,37	0,20	

De dikte 0.7mm voor een stalen dakplaat is niet meer terug te vinden in de huidige tabellen. Echter is aan te nemen dat deze dakplaat een belasting van 0,95 kN/m<sup>2</sup> aan permanente belasting kan dragen.

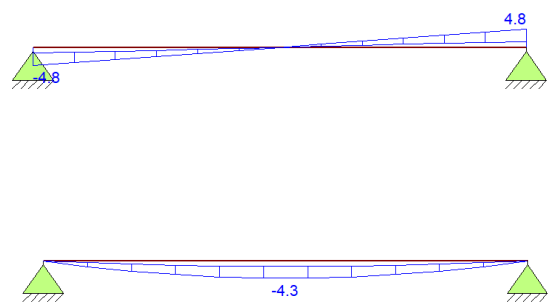
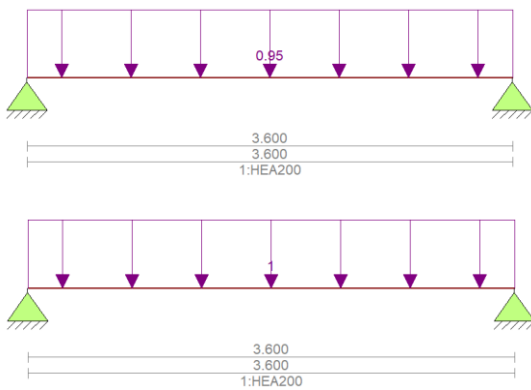
In de ontwerptabellen van 2016 is een maximale overspanning van 4,67m mogelijk bij een permanente belasting van 0,25 kN/m<sup>2</sup> en een veranderlijke belasting van 1,40 kN/m<sup>2</sup>. Er hoeft maar te worden gerekend met een belasting van 1,00 kN/m<sup>2</sup> aan veranderlijke belasting.

Doorbuiging L/250			Permanente belasting <b>0,25 kN/m<sup>2</sup></b>			Permanente belasting <b>0,25 kN/m<sup>2</sup></b>			Permanente belasting <b>0,25 kN/m<sup>2</sup></b>		
			Veranderlijke belasting <b>1,00 kN/m<sup>2</sup></b>			Veranderlijke belasting <b>1,40 kN/m<sup>2</sup></b>			Veranderlijke belasting <b>2,80 kN/m<sup>2</sup></b>		
Profielplaattype	Dikte (mm)	Gewicht (kg/m <sup>2</sup> )	▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲▲	▲▲▲▲▲
SAB 106R/750 120 mm oplegging	0,70	9,15	4,57	5,46	5,66	4,18	4,67	5,05	3,40	2,79	3,14
	0,75	9,81	4,68	5,68	5,79	4,28	4,86	5,26	3,48	3,00	3,37
	0,88	11,51	4,94	6,22	6,12	4,48	5,33	5,55	3,67	3,54	3,98

Volgens oude overspanningstabellen



Nieuw



3.2.2 Controle stalen liggers

3.2.2.1 HEA280 – as 14 nieuw

Belastingen

	$G_k + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_k$	$p_b$	$v_b$
Stalen lager gelegen dak met zonnepanelen	$1,1 \times 7,2 \times (0,95 + 1,00 \times 0,56)$	$= 7,52$	$+ 4,44$ extr
		$+ \text{-----}$	$+ \text{-----}$
	Totaal	$7,52$	$+ 4,44$ kN/m

Frequent = 0,89 kN/m Quasi blijvend = 0,00 kN/m Momentaan = 0,00 kN/m Extreem = 4,44 kN/m

Belastingen uiterste grenstoestand, CC2-Nieuwbouw

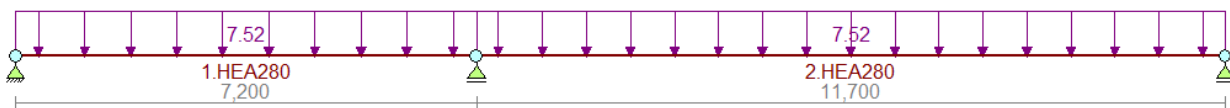
$q_{Ed} = 1,35 \times 7,52 + 1,50 \times 0,00 = 10,16$  kN/m (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10a)

$= 1,20 \times 7,52 + 1,50 \times 4,44 = 15,69$  kN/m (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10b)

\* Regenwater belasting is gegenereerd in Technosoft

De ligger op as 14 is maatgevend voor het dak en wordt opnieuw doorgerekend. Uitgangspunt voor de wateraccumulatie is dat er aan de rand maximaal 100mm water komt te staan, 1,00 kN/m². Daarop wordt de noodafvoer bepaald.

Schema



Voor uitvoer zie B - 2

De maximale uitnutting inclusief de 30 kg/m² voor de zonnepanelen is 93%, dus voldoet. De doorbuiging wordt overschreden, echter zorgt dit niet voor meer wateraccumulatie dan berekend.

### 3.2.2.2 IPE240 – as M nieuw

#### Belastingen

	$G_k + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_k$	$pb$	$vb$
Stalen lager gelegen dak met zonnepanelen	$1,1 \times 3,6 \times (0,95 + 1,00 \times 0,56)$	$= 3,76 +$	$2,22 \text{ extr}$
		$+ \text{-----} + \text{-----}$	
		Totaal	$3,76 + 2,22 \text{ kN/m}$

Frequent = 0,44 kN/m    Quasi blijvend = 0,00 kN/m    Momentaan = 0,00 kN/m    Extreem = 2,22 kN/m

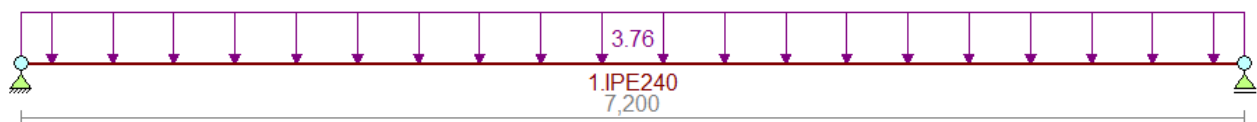
Belastingen uiterste grenstoestand, CC2-Nieuwbouw

$$q_{Ed} = 1,35 \times 3,76 + 1,50 \times 0,00 = 5,08 \text{ kN/m (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10a)}$$

$$= 1,20 \times 3,76 + 1,50 \times 2,22 = 7,85 \text{ kN/m (NEN-EN 1990: vergelijking 6.10b)}$$

\* Wateraccumulatie is hier niet aan de orde, gezien in §3.2.2.1 wordt aangetoond dat er geen wateraccumulatie plaatsvindt tpv de IPE240

#### Schema



Voor uitvoer zie B - 3

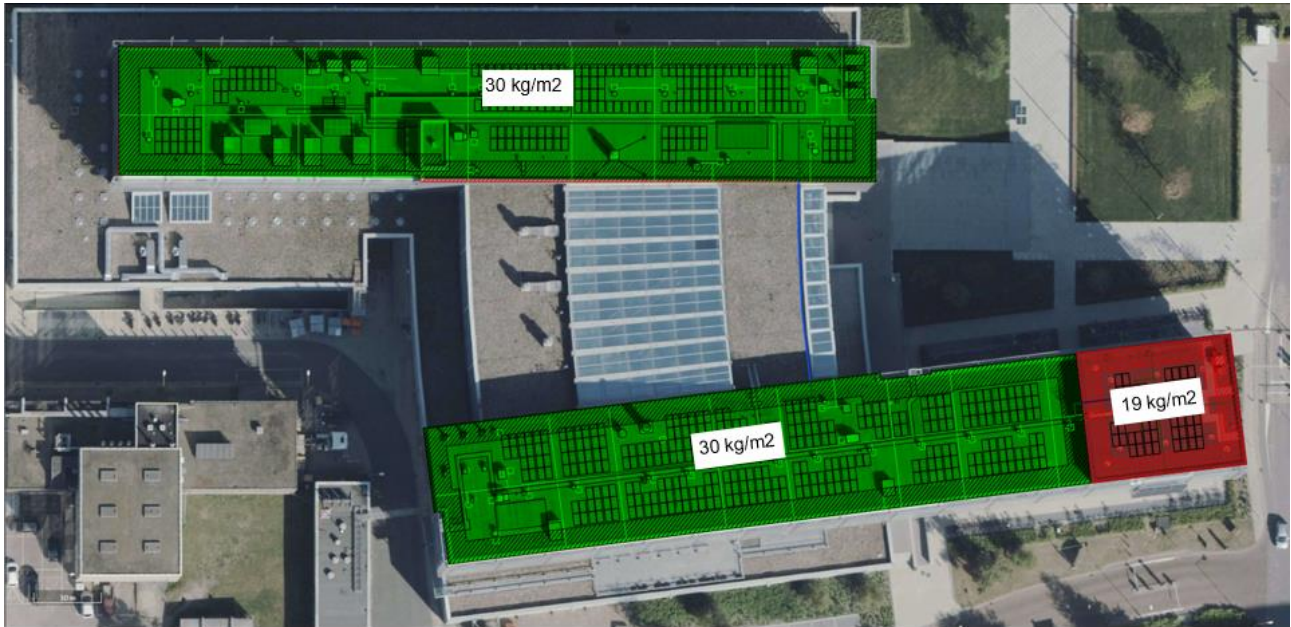
De maximale uitnutting inclusief de 30 kg/m<sup>2</sup> voor de zonnepanelen is 62%, dus voldoet.

### 3.2.3 Conclusie

Op het hoger gelegen dak zouden zonnepanelen kunnen liggen met een maximale belasting van 30 kg/m<sup>2</sup>.

#### 4 Slotconclusie

Uit de voorgaande berekening volgt dat het dak zoals beschouwd volgens §2.5 geschikt is voor het aanbrengen van zonnepanelen. Hieronder is het figuur is aangegeven hoeveel kg/m<sup>2</sup> er toelaatbaar is.



Figuur 4-1 *Overzicht dakvlakken  
In rood het hoger gelegen dakvlak wat later is gemaakt*

Het volgende hoofdstuk bevat een lijst met algemene en eventuele project-specifieke aanbevelingen die verband houden met de uit te voeren zonnepanelen.

## **5 Aanbevelingen bij ontwerp en uitvoering zonnepanelen**

In dit rapport is een analyse gemaakt van de constructie, waaruit blijkt of deze sterk genoeg is om zonnepanelen op het dak te plaatsen. Naast de rekentechnische onderbouwing, zijn er nog een aantal belangrijke algemene of project-specifieke zaken waar rekening mee moet worden gehouden. Deze zijn opgenomen in onderstaande lijst.

*Nota bene : deze rapportage + lijst ook aan leverancier zonnepanelen verstrekken, zodat deze ook bekend is met de randvoorwaarden van zijn te leveren product.*

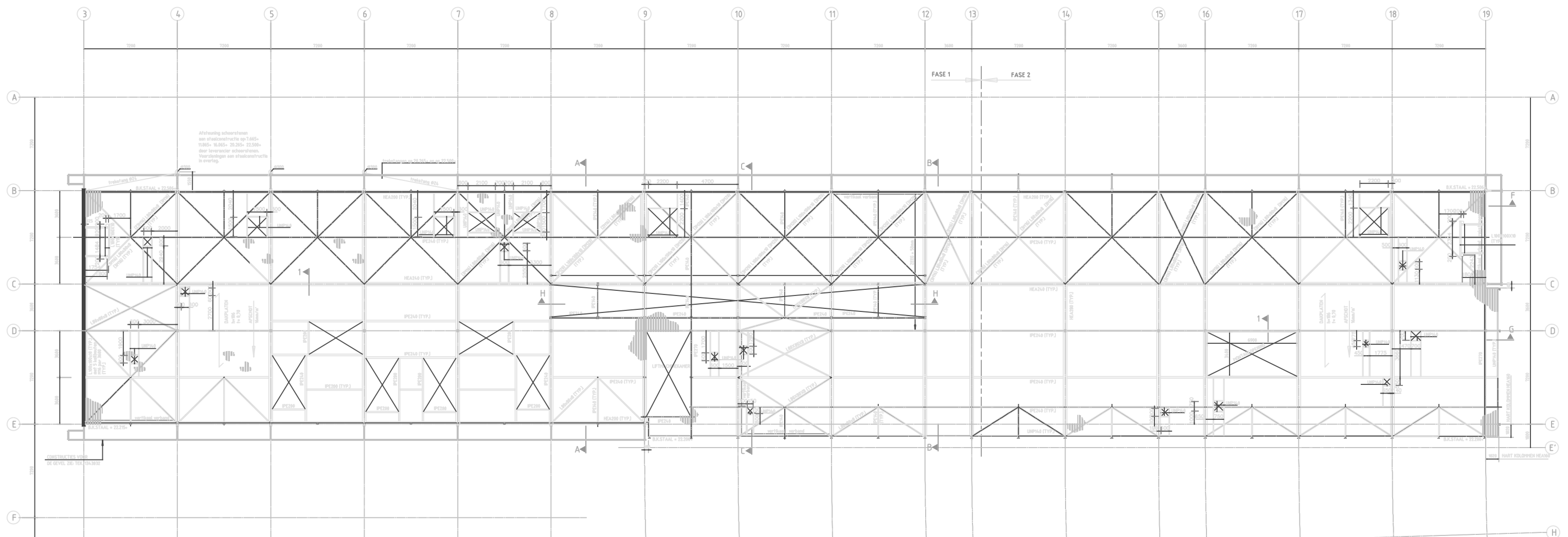
### **ALGEMEEN**

- Geheel van belasting zonnepanelenconstructie inclusief ballast dient gelijk of lager te zijn dan in dit rapport gehanteerde uitgangspunt.
- Berekening belasting op zonnepanelen zelf, ondersteuningsframe / ballast vindt plaats door derden.
- Legplan zonnepanelen inclusief onderconstructie moet ter controle bureau Tielemans zijn gestuurd en voor uitvoering vrijgegeven door Tielemans.
- Uitgangspunt voor platdak situaties is dat er geen trekbelasting op onderconstructie aangrijpt, maar dat eventuele uplift volledig door ballast wordt geneutraliseerd.
- Uitgangspunt is dat overige belasting op/aan daken, bijv. leidingen, valt binnen aangehouden uitgangspunten berekening.
- Waterhuishouding t.a.v. hemelwaterafvoeren (hwa's) dient gecontroleerd te worden. Controle op deugdelijk ontwerp hemelwaterafvoeren; denk o.a. aan afschot, posities, formaat hwa's.
- Waterhuishouding m.b.t. noodafvoeren dient gecontroleerd te worden; in het verleden zijn regelmatig daken gemaakt, die qua noodafvoeren ondermaats zijn. In samenhang met plaatsen zonnepanelen verdient het aanbeveling de volledige noodafvoeren layout toetsen aan huidige regelgeving. Controle op deugdelijk ontwerp noodafvoeren; denk o.a. aan afschot, posities, afmetingen en signaalfunctie en de grootte van de waterbelasting corresponderend met aanwezige noodafvoeren. Zo nodig noodafvoeren layout aanpassen.
- De zonnepanelen/ballast mogen geen belemmering vormen voor het functioneren van de hemelwaterafvoeren of noodafvoeren.
- Let op, houd er rekening mee dat voor eventuele toekomstige renovatie van dakbedekking zonder oude dakbedekking te verwijderen het dakgewicht toeneemt.
- Indien de kans aanwezig is dat de dakbedekking in het verleden vervangen/overlegd is geweest controle uitvoeren door dakbedekking in te snijden en gewicht te controleren.

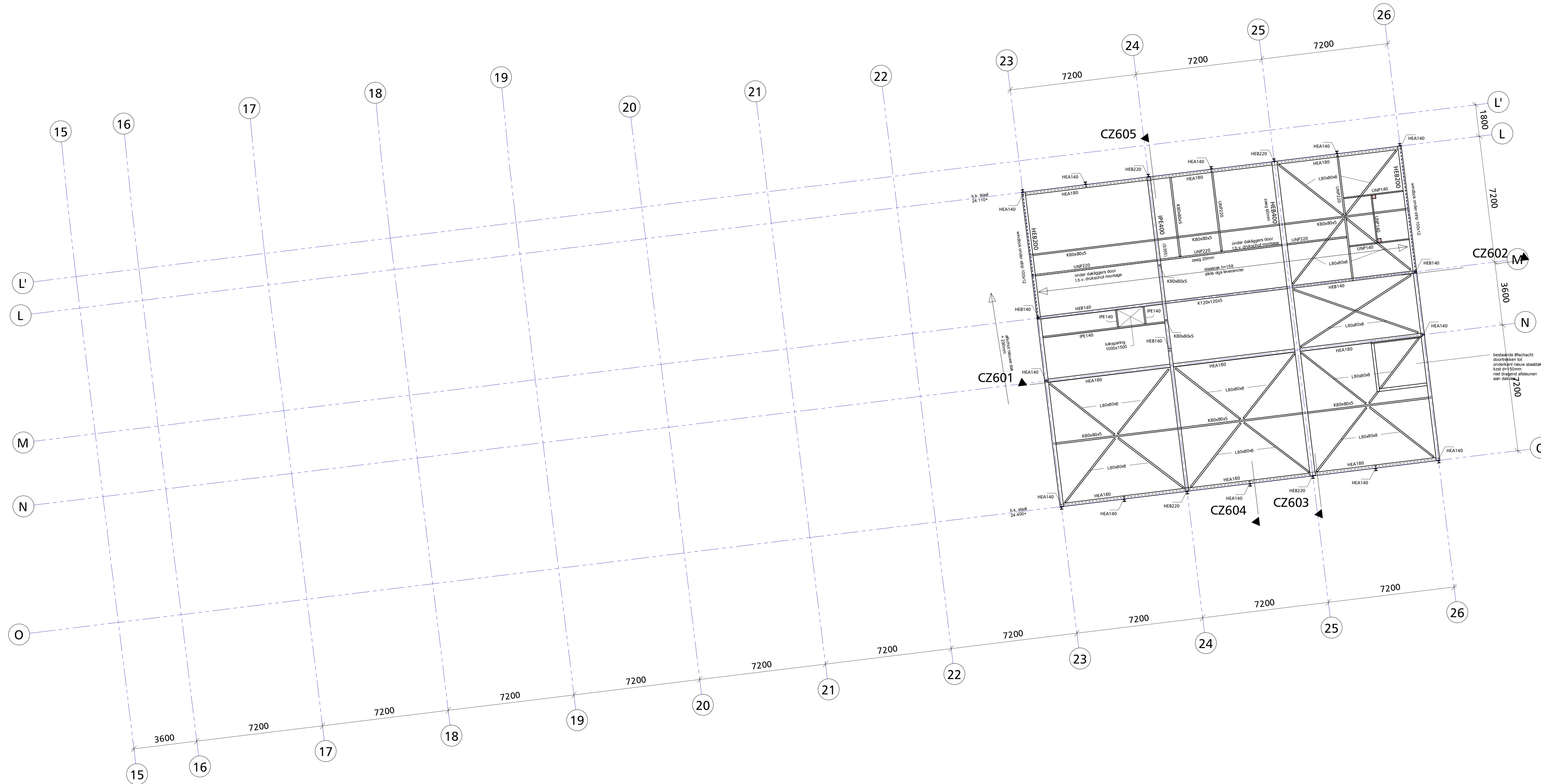
# **Bijlage A**

## **Archieftekening dak**

**A - 1 Lager gelegen dak**



**A - 2 Hoger gelegen dak**



Dakvloer Collegezaal - Hoge dakvloer

**RENVOOI**

- dragend metselwerk onder de vloer
- dragend betonwands/kolom onder de vloer in het werk gestort
- dragend betonwands/kolom onder de vloer prefab
- doorsnede beton prefab
- doorsnede beton in het werk gestort
- beton vloer aanzicht
- lijnlasten op vloer
- kolom boven de vloer
- kolom onder de vloer
- peilmaat b.k. ruwe betonvloer/druklaag

**Algemeen**  
 Stabiliteit tijdens de bouw te verzorgen door uitvoerende partij c.q. aannemer.  
 Afsteunen gevelruim in overleg met/volgens opgave leverancier.  
 Trappen volgens uitwerking leverancier.

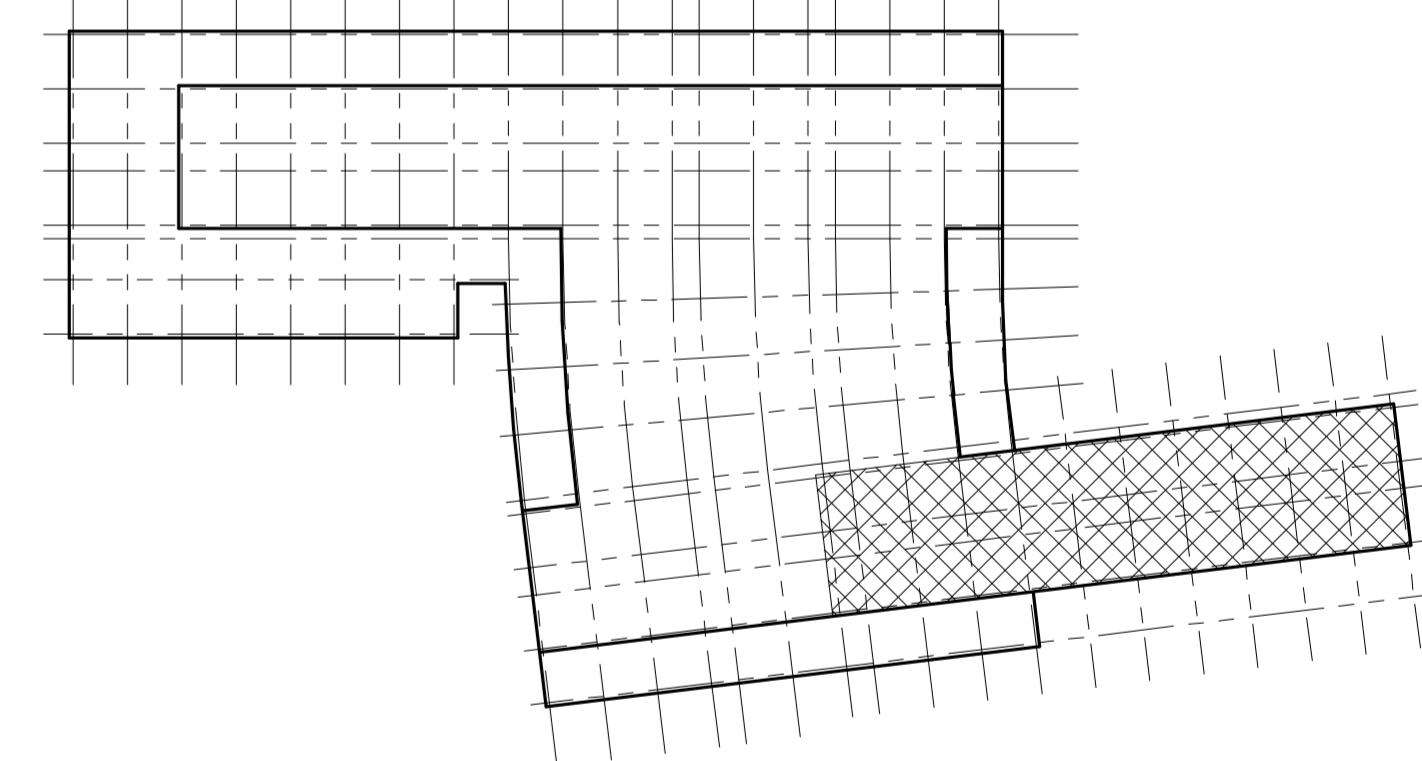
**Vloeren**  
 Staalplaat betonvloer tijdens uitvoeringsfase tijdelijk ondersteunen totdat de druklaag is verhard.  
 uitvoering conform technische omschrijving leverancier.  
 Dakplaten fungeren als kipsysteem conform RMB52000.  
 Voor de bijkomende doorbuigingsis van (dak-)vloerelementen dient de kleinste van 0,002xL of max. 15mm aangehouden te worden.

**Staal**  
 Staalwaaier S235 (tenzij anders vermeld).  
 Balusters volgens opgave staalleverancier.  
 In te starten ankerbouten of voorankers volgens ankerplan staalleverancier.

**Beton**  
 Sterkteklasse C30/37 (tenzij anders vermeld).  
 Prefab beton sterkteklasse C35/45 (tenzij anders vermeld).

**Hout**  
 Houkwaliteit C18 (tenzij anders vermeld).  
 Verbindingen hout-staal m.b.v. aangelaste strippen + houtdraadbouten.

**Brandwerendheid**  
 Hoofdraagconstructie tot 60 minuten brandwerend uitvoeren vgs brandveiligheidsrapportage van Allavilla.



**AANGEHOUDEN BELASTINGEN**

- Het gebouw is ingedeeld in gevolgklasse CC2b

	lijvend	opgelegd	$v_0$	$v_1$	$v_2$
	$s_k$	$s_k$			
<b>stalen dakvloer h=158</b>					
e.g. staakdak	0,15				
dakbedekking en afschotisolatie	0,15				
plafond en leidingen	0,15				
opgelegde vloerbelasting cat. H	0,45	1,50	0,0	0,0	0,0
	1,00				
<small>o.m.v.g. veranderlijke belastingen volgens NEN-EN-1991-1-3</small>					
<b>staalplaatbetonvloer H=110</b>					
e.g. Comiflor S1+ h=110	2,55				
plafond en leidingen	0,15				
opgelegde vloerbelasting cat. E	2,70	10,00	1,0	0,9	0,8
	5,00				
<b>verdiepingsvloer breedplaat</b>					
breedplaatvloer d=230	5,75				
afwerkingslaag d=50	1,00				
plafond en leidingen	0,30				
opgelegde vloerbelasting cat. C3	7,05	7,00	0,4	0,7	0,6
	5,00				

**BUILD2LEARN** Prof. Cobbenhagenlaan 35, 5037 DB Tilburg  
 Postbus 35, 5000 AA Tilburg  
 Telefoon 013-4666999 - Fax 013-4666900

zaaknr: V18/03180

Verbouw De Rondom 1  
 Fontys Eindhoven

Specificatie

Collegiezaal Dakvloer

Werknummer: 17145

Projectnummer: 170039

Contractnummer: Gecontroleerd: Jv

Fase: Datum: 30-8-2019

Revisieset

Schaal: 1:100

Formaat: A1 verlengd

Blad: RV-CZ-03

Dienst Huilvesting en Facilitaire Zaken Postbus 7 5000 AA Eindhoven



# **Bijlage B**

# **Computeruitvoer**

**B - 1 Controle stalen ligger hoger gelegen dak**

Technosoft Raamwerken release 6.73b

Project.....: MM21258 - Zonnepanelen Fontys gebouw ER  
 Onderdeel....: Dakligger as 25  
 Dimensies....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)  
 Bestand.....: K:\Projecten\MM21258\10 Constructeur\02 VO - Voorlopig  
 Ontwerp\Stalen ligger as 25 ER nieuw.rww

Belastingbreedte.: 8.280  
 Rekenmodel.....: 2e-orde-elastisch.  
 Theorieën voor de bepaling van de krachtsverdeling:

- 1) Losse belastinggevallen:  
 Lineaire-elasticiteitstheorie
- 2) Uiterste grenstoestand:  
 Geometrisch niet lineair alle staven.  
 Fysisch lineair alle staven.
- 3) Gebruiksgrenstoestand:  
 Geometrisch niet lineair alle staven.  
 Fysisch lineair alle staven.

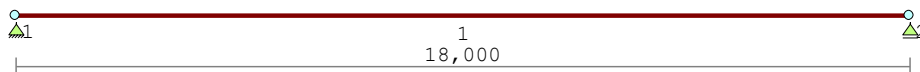
Maximum aantal iteraties.....: 50  
 Max.deellengte kolommen/wanden: 0.500 Max.deellengte balken/vloeren: 0.500  
 Max. X-verplaatsing in UGT....: 0.500 Max. Z-verplaatsing in UGT...: 0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

**Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB**

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-3:2003	C1:2009	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011,A1:2016	NB:2016(nl)

**GEOMETRIE**



**MATERIALEN**

Mt	Kwaliteit	E-modulus [N/mm <sup>2</sup> ]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-05
2	S320GD	210000	78.5	0.30	1.2000e-05

**PROFIELEN [mm]**

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	HEB400	1:S235	1.9780e+04	5.7680e+08	0.00
2	SAB 158R/1.13	2:S320GD	2.1120e+03	6.7100e+06	0.00

**PROFIELEN vervolg [mm]**

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	300	400	200.0					
2	0:Normaal	750	158	79.0					

**PROFIELVORMEN [mm]**

1 HEB400



2 SAB 158R/1.13

**KNOPEN**

Knoop	X	Z
1	0.000	0.000
2	18.000	0.000

Project.....: MM21258 - Zonnepanelen Fontys gebouw ER  
 Onderdeel....: Dakligger as 25

**STAVEN**

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte Opm.
1	1	2	1:HEB400	NDM	NDM	18.000

**VASTE STEUNPUNTEN**

Nr.	knoop	Kode	XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	110		0.00
2	2	010		0.00

**BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.**

Betrouwbaarheidsklasse.....:	2	Referentieperiode.....:	50
Gebouwdiepte.....:	0.00	Gebouwhoogte.....:	0.00
Niveau aansl.terrein.....:	0.00	E.g. scheid.w. [kN/m2]:	1.20

**BELASTINGGEVALLEN**

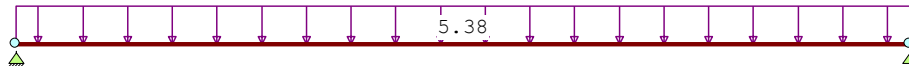
B.G.	Omschrijving	EGZ=-1.00	Type
	1 Permanente belasting		1
	2 Sneeuw belasting		22 Sneeuw A
g	3 Regenwater		21

g = gegeneerd belastinggeval

**BELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓



**STAAFBELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

StAAF	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
1	1:QZLokaal	-5.38	-5.38	0.000	0.000			

**REACTIES**

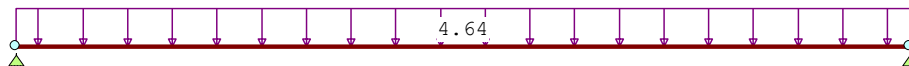
1e orde

B.G:1 Permanente belasting

Kn.	X	Z	M
1	0.00	62.39	
2		62.39	
	0.00	124.79	: Som van de reacties
	0.00	-124.79	: Som van de belastingen

**BELASTINGEN**

B.G:2 Sneeuw belasting



**STAAFBELASTINGEN**

B.G:2 Sneeuw belasting

StAAF	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
1	1:QZLokaal	-4.64	-4.64	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

**REACTIES**

1e orde

B.G:2 Sneeuw belasting

Kn.	X	Z	M
1	0.00	41.76	
2		41.76	
	0.00	83.52	: Som van de reacties
	0.00	-83.52	: Som van de belastingen

**Gegeneerd belastinggeval Regenwater:**

B.G:3 Regenwater

Op basis van belastingcombinatie: 8:Karakteristiek (6.14b)  
 Excl. doorbuiging dakplaten. Belasting breedte: 8.280 [m]  
 Staven in het dak : 1  
 Modelfactor  $\gamma_M$  : 1.30  
 Neerslagintensiteit  $i_r$  :  $5.00 \times 10^{-5}$  m/s  
 Wateraccumulatie wordt alleen links aangebracht.  
 Het opgegeven afschot en zeeg zijn een effectieve waarde,  
 die gelden als het eigengewicht al wel aanwezig is.

Project.....: MM21258 - Zonnepanelen Fontys gebouw ER  
 Onderdeel....: Dakligger as 25

**Afschot en zeeggegevens** (van links naar rechts)

Nr	Afstand [m]	Positie [m]	Afschot [mm]	Zeeg [mm]	Totaal [mm]
1	18.000	18.000	16	0	288

**Noodafvoer**

	links	rechts	
Hoogte noodafvoer boven dakvlak $h_{nd}$ :	30	80	[mm]
Breedte van de vrije overlaat.....:	240	3920	[mm]
Bijbehorend dakoppervlak.....:	149.0	20.4	[m2]
Waterhoogte boven noodafvoer... $d_{nd}$ :	69	3	[mm]
Extra hoogte.....:	10	10	[mm]
Totale waterhoogte..... $d_{hw}$ :	109	93	[mm]

De waterbelasting is iteratief bepaald rekening houdend met:  
 hoogte noodafvoer,  $d_{nd}$ , Afschot en doorbuiging van het spant.

**BELASTINGEN**

B.G:3 Regenwater



**STAAFBELASTINGEN**

B.G:3 Regenwater

Staaftype	Type	q1/p/m	q2	A	B	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
1	3:QZgeProj.	-9.04	-8.12	0.000	17.000	0.00	0.00	0.00
1	3:QZgeProj.	-8.12	-7.17	1.000	16.000	0.00	0.00	0.00
1	3:QZgeProj.	-7.17	-6.19	2.000	15.000	0.00	0.00	0.00
1	3:QZgeProj.	-6.19	-5.14	3.000	14.000	0.00	0.00	0.00
1	3:QZgeProj.	-5.14	-4.04	4.000	13.000	0.00	0.00	0.00
1	3:QZgeProj.	-4.04	-2.86	5.000	12.000	0.00	0.00	0.00
1	3:QZgeProj.	-2.86	-1.62	6.000	11.000	0.00	0.00	0.00
1	3:QZgeProj.	-1.62	-0.33	7.000	10.000	0.00	0.00	0.00
1	3:QZgeProj.	-0.33	0.00	8.000	9.761	0.00	0.00	0.00

**REACTIES**

1e orde

B.G:3 Regenwater

Kn.	X	Z	M
1	0.00	33.57	
2		6.30	
	0.00	39.87	: Som van de reacties
	0.00	-39.87	: Som van de belastingen

**BEREKENINGSTATUS**

Controlerende berekening

B.C.	Iteratie	Status
1	3	Nauwkeurigheid bereikt
2	3	Nauwkeurigheid bereikt
3	3	Nauwkeurigheid bereikt
4	3	Nauwkeurigheid bereikt
5	3	Nauwkeurigheid bereikt
6	3	Nauwkeurigheid bereikt
7	3	Nauwkeurigheid bereikt
8	3	Nauwkeurigheid bereikt
9	3	Nauwkeurigheid bereikt
10	3	Nauwkeurigheid bereikt
11	3	Nauwkeurigheid bereikt
12	3	Nauwkeurigheid bereikt

Project.....: MM21258 - Zonnepanelen Fontys gebouw ER  
 Onderdeel....: Dakligger as 25

**BELASTINGCOMBINATIES**

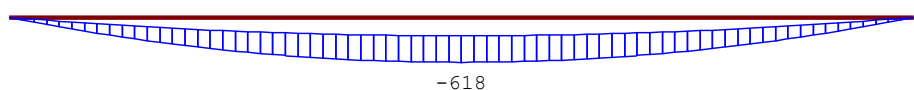
BC	Type					
1	Fund.	1.35	$G_{k,1}$			
2	Fund.	0.90	$G_{k,1}$			
3	Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,2}$
4	Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$
5	Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,2}$
6	Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.50	$Q_{k,3}$
7	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$
8	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	0.77	$Q_{k,3}$
9	Quas.	1.00	$G_{k,1}$			
10	Freq.	1.00	$G_{k,1}$			
11	Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00 $\psi_1$	$Q_{k,2}$
12	Blij.	1.00	$G_{k,1}$			

**GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN**

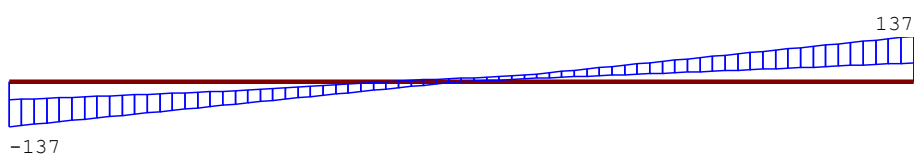
BC	Staven met gunstige werking
1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Alle staven de factor:0.90
6	Alle staven de factor:0.90

**OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES**

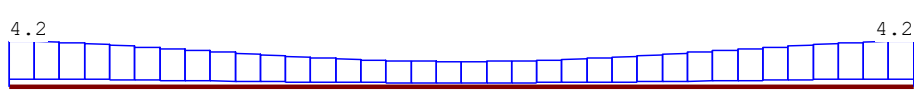
**MOMENTEN**      2e orde      Fundamentele combinatie



**DWARSKRACHTEN**      2e orde      Fundamentele combinatie



**NORMAALKRACHTEN**      2e orde      Fundamentele combinatie



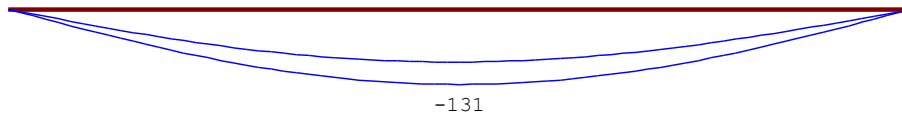
**REACTIES**      2e orde      Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-0.00	0.00	56.15	137.49		
2			56.15	137.49		

Project.....: MM21258 - Zonnepanelen Fontys gebouw ER  
 Onderdeel....: Dakligger as 25

**OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES**

**VERPLAATSINGEN**      2e orde [mm]      Karakteristieke combinatie



**STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS**

Stabiliteit:    Classificatie gehele constructie:      Geschoord

**PROFIEL/MATERIAAL**

P/M nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm <sup>2</sup> ]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	HEB400	235	Gewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:  
 Gamma M;0 : 1.00    Gamma M;1 : 1.00

**KNIKSTABILITEIT**

Staafl	l <sub>sys</sub> [m]	Classif. y	l <sub>knik;y</sub> [m]	aanp. y [kN]	Classif. z	l <sub>knik;z</sub> [m]	aanp. z [kN]
1	18.000	Geschoord	2e orde	Extra	Geschoord	18.000	Extra

**KIPSTABILITEIT**

Staafl	Plts. aangr.	l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
1	1.0*h	boven: 18.00 onder: 18.00	5*3,6 18.000

**TOETSING SPANNINGEN**

Staafl nr.	P/M	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm <sup>2</sup> ]	Opm.
1	1	3	1	1	My-max	EN3-1-1	6.2.9.1	(6.31)	0.814	191

**TOETSING DOORBUIGING**

Staafl	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I	Zeeg J	u <sub>tot</sub> [mm]	BC	Sit	u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1	Dak	db	18.00	N	N	60.0-130.5	7	1 Eind	-70.5	-72.0	0.004
		db					7	1 Bijk	-52.3	-72.0	0.004

**B - 2 Controle HEA280 ligger lager gelegen dak**

Technosoft Raamwerken release 6.73b

8 feb 2022

Dimensies....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)  
 Bestand.....: K:\Projecten\MM21258\10 Constructeur\03 DO - Definitief  
 Ontwerp\Berekening\_DO-0001\_Gebouw\_ER\Stalen ligger as 14  
 ER nieuw.rww

Belastingbreedte.: 7.920  
 Rekenmodel.....: 2e-orde-elastisch.  
 Theorieën voor de bepaling van de krachtsverdeling:

- 1) Losse belastinggevallen:  
 Lineaire-elasticiteitstheorie
- 2) Uiterste grenstoestand:  
 Geometrisch niet lineair alle staven.  
 Fysisch lineair alle staven.
- 3) Gebruiksgrenstoestand:  
 Geometrisch niet lineair alle staven.  
 Fysisch lineair alle staven.

Maximum aantal iteraties.....: 50  
 Max.deellengte kolommen/wanden: 0.500 Max.deellengte balken/vloeren: 0.500  
 Max. X-verplaatsing in UGT....: 0.500 Max. Z-verplaatsing in UGT...: 0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

**Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB**

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-3:2003	C1:2009	NB:2011(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011,A1:2016	NB:2016(nl)

**GEOMETRIE**



**MATERIALEN**

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-05

**PROFIELEN [mm]**

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	HEA280	1:S235	9.7300e+03	1.3670e+08	0.00

**PROFIELEN vervolg [mm]**

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	280	270	135.0					

**PROFIELVORMEN [mm]**

1 HEA280



**KNOPEN**

Knoop	X	Z
1	0.000	0.000
2	7.200	0.000
3	18.900	0.000

Onderdeel.....:

**STAVEN**

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	2	1:HEA280	NDM	NDM	7.200	
2	2	3	1:HEA280	NDM	NDM	11.700	

**VASTE STEUNPUNTEN**

Nr.	knoop	Kode	XZR	1=vast	0=vrij	Hoek
1	1	110				0.00
2	2	010				0.00
3	3	010				0.00

**BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.**

Betrouwbaarheidsklasse.....:	2	Referentieperiode.....:	50
Gebouwdiepte.....:	0.00	Gebouwhoogte.....:	0.00
Niveau aansl.terrein.....:	0.00	E.g. scheid.w. [kN/m2]:	1.20

**BELASTINGGEVALLEN**

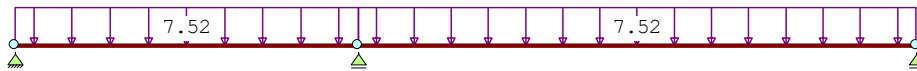
B.G.	Omschrijving	Type
------	--------------	------

- 1 Permanente belasting EGZ=-1.00 1
- 2 Sneeuw belasting 22 Sneeuw A
- g 3 Regenwater 21

g = gegenereerd belastinggeval

**BELASTINGEN** B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓



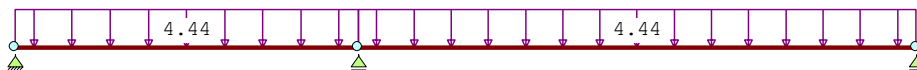
**STAAFBELASTINGEN** B.G:1 Permanente belasting

Staaftype	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
1	1:QZLokaal	-7.52	-7.52	0.000	0.000			
2	1:QZLokaal	-7.52	-7.52	0.000	0.000			

**REACTIES** B.G:1 Permanente belasting

Kn.	1e orde		
	X	Z	M
1	0.00	14.79	
2		102.56	
3		39.21	
	0.00	156.56	: Som van de reacties
	0.00	-156.56	: Som van de belastingen

**BELASTINGEN** B.G:2 Sneeuw belasting



**STAAFBELASTINGEN** B.G:2 Sneeuw belasting

Staaftype	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
1	1:QZLokaal	-4.44	-4.44	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	-4.44	-4.44	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

**REACTIES** B.G:2 Sneeuw belasting

Kn.	1e orde		
	X	Z	M
1	0.00	7.93	
2		54.97	
3		21.02	
	0.00	83.92	: Som van de reacties
	0.00	-83.92	: Som van de belastingen

**Gegenereerd belastinggeval Regenwater:** B.G:3 Regenwater

Op basis van belastingcombinatie: 8:Karakteristiek (6.14b)  
 Excl. doorbuiging dakplaten. Belasting breedte: 7.920 [m]  
 Staven in het dak : 1,2  
 Modelfactor γ<sub>M</sub> : 1.30  
 Neerslagintensiteit i<sub>r</sub> : 5.00 x 10<sup>-5</sup> m/s  
 Wateraccumulatie wordt alleen rechts aangebracht.  
 Onderdeel....:  
 Het opgegeven afschot en zeeg zijn een effectieve waarde,  
 die gelden als het eigengewicht al wel aanwezig is.

**Afschot en zeeggegevens** (van links naar rechts)

Nr	Afstand [m]	Positie [m]	Afschot [mm]	Zeeg [mm]	Totaal [mm]
1	18.900	18.900	-16	0	-302

**Noodafvoer** links rechts

Hoogte noodafvoer boven dakvlak h <sub>nd</sub> :	30	30	[mm]
Breedte van de vrije overlaat.....:	240	240	[mm]
Bijbehorend dakoppervlak.....:	149.0	150.0	[m <sup>2</sup> ]
Waterhoogte boven noodafvoer... d <sub>nd</sub> :	69	69	[mm]
Extra hoogte.....:	10	10	[mm]
Totale waterhoogte.....d <sub>hw</sub> :	109	109	[mm]

De waterbelasting is iteratief bepaald rekening houdend met:  
 hoogte noodafvoer, d<sub>nd</sub>, Afschot en doorbuiging van het spant.

**BELASTINGEN** B.G:3 Regenwater



**STAAFBELASTINGEN** B.G:3 Regenwater

Staaftype	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
2	3:QZgeProj.	0.00	-1.46	3.787	7.000	0.00	0.00	0.00
2	3:QZgeProj.	-1.46	-2.95	4.700	6.000	0.00	0.00	0.00
2	3:QZgeProj.	-2.95	-4.30	5.700	5.000	0.00	0.00	0.00

2 3:QZgeProj.	-4.30	-5.49	6.700	4.000	0.00	0.00	0.00
2 3:QZgeProj.	-5.49	-6.50	7.700	3.000	0.00	0.00	0.00
2 3:QZgeProj.	-6.50	-7.34	8.700	2.000	0.00	0.00	0.00
2 3:QZgeProj.	-7.34	-8.05	9.700	1.000	0.00	0.00	0.00
2 3:QZgeProj.	-8.05	-8.67	10.700	0.000	0.00	0.00	0.00

REACTIES				1e orde				B.G:3 Regenwater			
Kn.	X	Z	M								
1	0.00	-4.20									
2		16.58									
3		27.98									
	0.00	40.36		: Som van de reacties							
	0.00	-40.36		: Som van de belastingen							

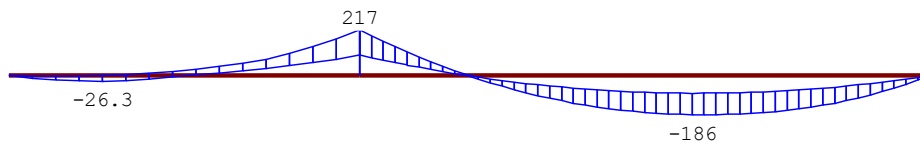
BEREKENINGSTATUS			Controlerende berekening		
B.C.	Iteratie	Status			
1	3	Nauwkeurigheid bereikt			
2	3	Nauwkeurigheid bereikt			
3	3	Nauwkeurigheid bereikt			
4	3	Nauwkeurigheid bereikt			
5	3	Nauwkeurigheid bereikt			
6	3	Nauwkeurigheid bereikt			
7	3	Nauwkeurigheid bereikt			
8	3	Nauwkeurigheid bereikt			
9	3	Nauwkeurigheid bereikt			
10	3	Nauwkeurigheid bereikt			
11	3	Nauwkeurigheid bereikt			
12	3	Nauwkeurigheid bereikt			

Onderdeel....:

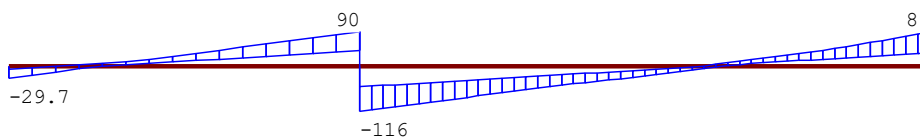
BELASTINGCOMBINATIES					
BC	Type				
1	Fund.	1.35	$G_{k,1}$		
2	Fund.	0.90	$G_{k,1}$		
3	Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+ 1.50	$Q_{k,2}$
4	Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+ 1.50	$Q_{k,3}$
5	Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+ 1.50	$Q_{k,2}$
6	Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+ 1.50	$Q_{k,3}$
7	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+ 1.00	$Q_{k,2}$
8	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+ 0.77	$Q_{k,3}$
9	Quas.	1.00	$G_{k,1}$		
10	Freq.	1.00	$G_{k,1}$		
11	Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+ 1.00	$\psi_1 Q_{k,2}$
12	Blij.	1.00	$G_{k,1}$		

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN	
BC Staven met gunstige werking	
1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Alle staven de factor:0.90
6	Alle staven de factor:0.90

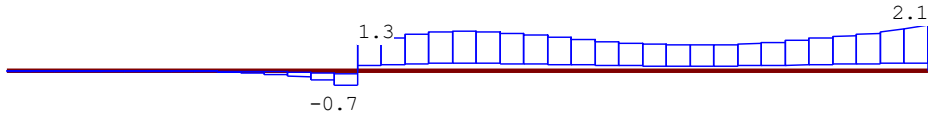
OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES		
MOMENTEN	2e orde	Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN	2e orde	Fundamentele combinatie
---------------	---------	-------------------------



NORMAALKRACHTEN	2e orde	Fundamentele combinatie
-----------------	---------	-------------------------

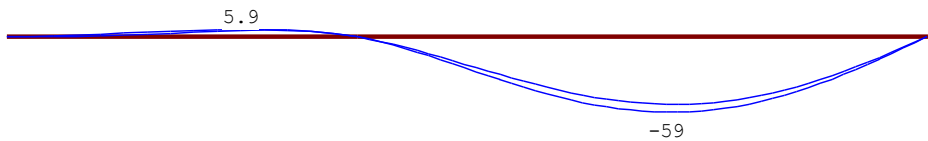


REACTIES		2e orde		Fundamentele combinatie		
Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-0.00	0.00	7.01	29.66		
2			92.30	205.50		
3			35.29	89.03		

Onderdeel....:

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN		2e orde [mm]		Karakteristieke combinatie	
----------------	--	--------------	--	----------------------------	--



STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord

PROFIEL/MATERIAAL

P/M nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm <sup>2</sup> ]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	HEA280	235	Gewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:

Gamma M;0 : 1.00      Gamma M;1 : 1.00

KNIKSTABILITEIT

Staaflnr.	l <sub>sys</sub> [m]	Classif. y sterke as	l <sub>knik,y</sub> [m]	Extra		l <sub>knik,z</sub> [m]	aanp. z [kN]
				aanp. y [kN]	Classif. z zwakke as		
1	7.200	Geschoord	2e orde		Geschoord	7.200	0.0
2	11.700	Geschoord	2e orde		Geschoord	11.700	0.0

KIPSTABILITEIT

Staaflnr.	Plts. aangr.	1 gaffel	Kipsteunafstanden	
			[m]	[m]
1	1.0*h	boven:	7.20	2*3,6
		onder:	7.20	7.200
2	1.0*h	boven:	11.70	3,6;3,6;2,25;2,25
		onder:	11.70	11,7

TOETSING SPANNINGEN

Staaflnr.	P/M	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm <sup>2</sup> ]	Opm.
1	1	3	1	1	Staafl	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.930	218
2	1	3	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.10	(6.31)	0.830	195

Opmerkingen:

[ 47] Bij verlopende normaalkracht wordt de grootste drukkracht genomen.

TOETSING DOORBUIGING

Staaflnr.	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I	Zeeg J	Zeeg [mm]	u <sub>tot</sub> [mm]	BC	Sit	u Toelaatbaar			
										[mm]	[mm]	*1	
1	Vloer	db	7.20	N	N	0.0	5.9	8	1	Eind	5.9	±28.8	0.004
										Bijk	2.6	±21.6	0.003
2	Vloer	db	11.70	N	N	0.0	-59.4	7	1	Eind	-59.4	±46.8	0.004
										Bijk	-20.7	±35.1	0.003

**B - 3 Controle IPE240 ligger laag gelegen dak**

Technosoft Raamwerken release 6.73b

8 feb 2022

Dimensies....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)  
 Bestand.....: K:\Projecten\MM21258\10 Constructeur\03 DO - Definitief  
 Ontwerp\Berekening\_DO-0001\_Gebouw\_ER\Stalen ligger as M  
 nieuw.rww

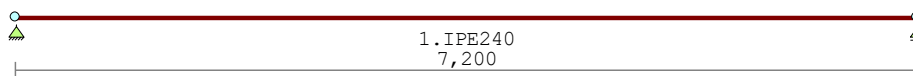
Belastingbreedte.: 3.960  
 Rekenmodel.....: 1e-orde-elastisch.  
 Theorie voor de bepaling van de krachtsverdeling:  
 Geometrisch lineair.  
 Fysisch lineair.

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

**Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB**

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2011,A1:2016	NB:2016(nl)

**GEOMETRIE**



**MATERIALEN**

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-05

**PROFIELEN [mm]**

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	IPE240	1:S235	3.9100e+03	3.8920e+07	0.00

**PROFIELEN vervolg [mm]**

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	120	240	120.0					

**PROFIELVORMEN [mm]**

1 IPE240



**KNOPEN**

Knoop	X	Z
1	0.000	0.000
2	7.200	0.000

**STAVEN**

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	2	1:IPE240	NDM	NDM	7.200	

**VASTE STEUNPUNTEN**

Nr.	knoop	Kode	XZR	1=vast	0=vrij	Hoek
1	1	110				0.00
2	2	010				0.00

**BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.**

Betrouwbaarheidsklasse.....:	2	Referentieperiode.....:	50
Gebouwdiepte.....:	0.00	Gebouwhoogte.....:	0.00
Niveau aansl.terrein.....:	0.00	E.g. scheid.w. [kN/m2]:	1.20
Onderdeel.....:			

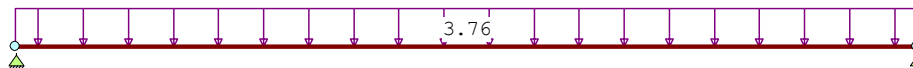
**BELASTINGGEVALLEN**

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanente belasting	EGZ=-1.00 1
2	Sneeuw	22 Sneeuw A

**BELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓



**STAAFBELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

Staaft	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
1	1:Q2Lokaal	-3.76	-3.76	0.000	0.000			

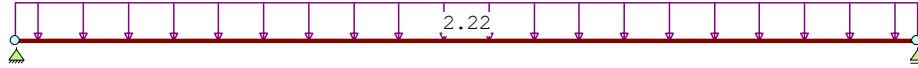
**REACTIES**

B.G:1 Permanente belasting

Kn.	X	Z	M
1	0.00	14.64	
2		14.64	
	0.00	29.28	: Som van de reacties
	0.00	-29.28	: Som van de belastingen

**BELASTINGEN**

B.G:2 Sneeuw



**STAAFBELASTINGEN**

B.G:2 Sneeuw

Staaft Type	q1/p/m	q2	A	B	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
1 1:Q2Lokaal	-2.22	-2.22	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

**REACTIES**

B.G:2 Sneeuw

Kn.	X	Z	M
1	0.00	7.99	
2		7.99	
	0.00	15.98	: Som van de reacties
	0.00	-15.98	: Som van de belastingen

**BELASTINGCOMBINATIES**

BC Type				
1 Fund.	1.35	$G_{k,1}$		
2 Fund.	1.20	$G_{k,1}$		
3 Fund.	0.90	$G_{k,1}$		
4 Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+ 1.50	$Q_{k,2}$
5 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+ 1.50	$Q_{k,2}$
6 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+ 1.00	$Q_{k,2}$
7 Quas.	1.00	$G_{k,1}$		
8 Freq.	1.00	$G_{k,1}$		
9 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+ 1.00	$\Psi_1 Q_{k,2}$
10 Blij.	1.00	$G_{k,1}$		

**GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN**

BC Staven met gunstige werking

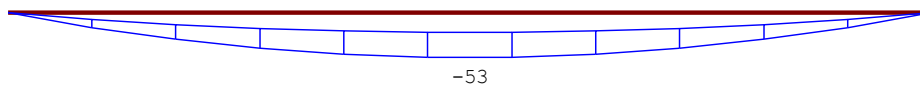
1 Geen  
 2 Geen  
 3 Alle staven de factor:0.90  
 4 Geen  
 5 Alle staven de factor:0.90

Onderdeel....:

**OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES**

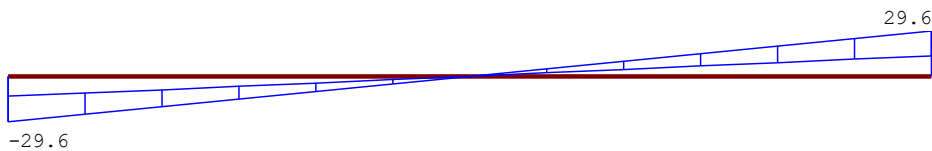
**MOMENTEN**

Fundamentele combinatie



**DWARSKRACHTEN**

Fundamentele combinatie



**NORMAALKRACHTEN**

Fundamentele combinatie



**REACTIES**

Fundamentele combinatie

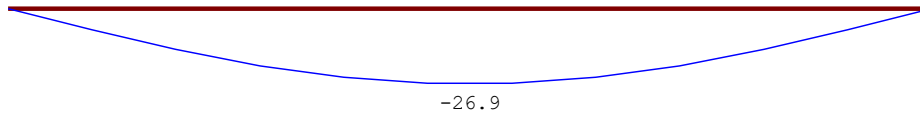
Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	0.00	0.00	13.18	29.56		
2			13.18	29.56		

**OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES**

**VERPLAATSINGEN**

[mm]

Karakteristieke combinatie



**STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS**

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord

**PROFIEL/MATERIAAL**

P/M nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm <sup>2</sup> ]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	IPE240	235	Gewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:

Gamma M;0 : 1.00      Gamma M;1 : 1.00

**KNIKSTABILITEIT**

Staafl	l <sub>sys</sub> [m]	Classif. y sterke as	l <sub>knik,y</sub> [m]	Extra		l <sub>knik,z</sub> [m]	Extra	
				aanp. y [kN]	Classif. z zwakke as		aanp. z [kN]	Classif. z
1	7.200	Geschoord	7.200	0.0	Geschoord	7.200	0.0	

**KIPSTABILITEIT**

Staafl	Plts. aangr.	l gaffel [m]	Kipsteunafstanden [m]
1	1.0*h	boven: 7.20 onder: 7.20	6*1,2 7.200

Onderdeel....:

**TOETSING SPANNINGEN**

Staafl nr.	P/M	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm <sup>2</sup> ]	Opm.
1	1	4	1	1	My-max	EN3-1-1	6.2.5	(6.12y)	0.618	145

**TOETSING DOORBUIGING**

Staafl	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I	Zeeg J	u <sub>tot</sub> [mm]	BC	Sit	u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1	Vloer	db	7.20	N	N	0.0	6	1	Eind -26.9	±28.8	0.004
		db					6	1	Bijk -9.5	±21.6	0.003