

Toneeltoren Koninklijke Schouwburg te Den Haag Controleberekening dakconstructie

Projectgegevens

Project Toneeltoren Koninklijke schouwburg te Den Haag

Onderdeel Controleberekening dakconstructie

Code v16098- 041

Datum 20 september 2016

Samengesteld door
Projectleider ir. Michiel IJskes
Senior Adviseur ing. Willem Klaverveld RC
 ir. Walter Spangenberg RO

Opdrachtgever PB Theater Advies
 Uden

Eindverantwoording ABT bv
 Delftechpark 12
 Postbus 458 2600 AL DELFT

Geautoriseerd door ing. Willem Klaverveld RC

Paraaf



Inhoudsopgave

1.	Opzet bestaande constructie	4
1.1.	Koninklijke schouwburg	4
1.2.	Bestaande constructie- toneeltoren	4
2.	Belastingen en vervormingen	5
2.1.	Classificatie, veiligheidsfactoren en combinaties	5
2.1.1.	Overzicht opgelegde belastingen (opgave PBTA)	6
2.2.	Overzicht opgelegde belastingen	7
2.3.	Vervormingen	7
3.	Berekeningsgrondslagen en rekenprogramma's	8
3.1.	Berekeningsgrondslagen	8
3.2.	Rekenprogramma's	8
4.	Controleberekening	9
4.1.	Uitkomsten	12
4.2.	Conclusie	12

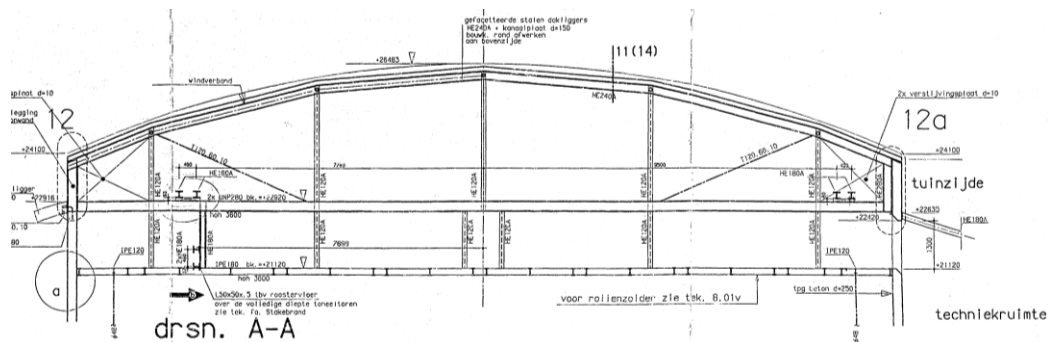
1. Opzet bestaande constructie

1.1. Koninklijke schouwburg

De Koninklijke Schouwburg aan de Korte Voorhout 3 te Den Haag is in 1766 door Prins Karel Christiaan van Nassau-Weilburg als paleis gebouwd. Het drie verdiepingen hoge gebouw met sterk gebogen halfronde vorm is vanaf 1804 in gebruik als schouwburg. In 1929 is het gebouw uitgebreid verbouwd.

In de periode van 1997 tot 1999 is het gebouw gerenoveerd, waarbij ABT betrokken is geweest. Trappen zijn vervangen, een lift is geplaatst en de technische installaties zijn vernieuwd. Tevens is er luchtbehandeling in de zaal geïntroduceerd.

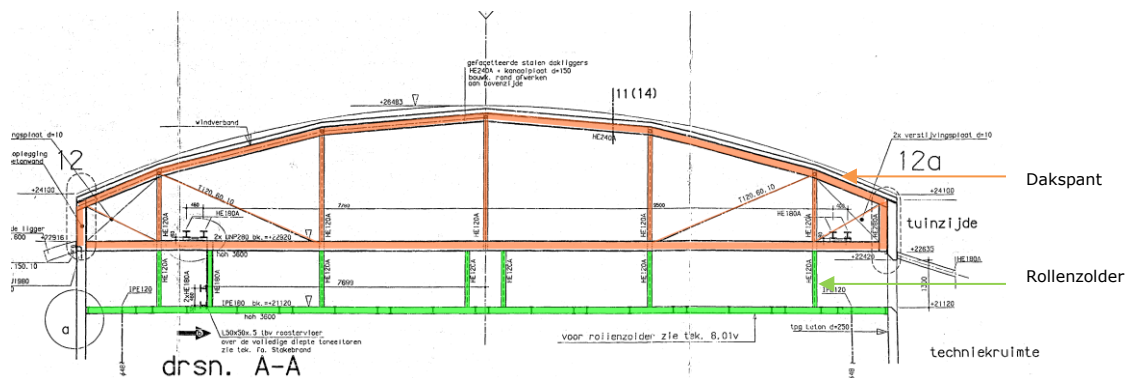
1.2. Bestaande constructie- toneeltoren



Figuur 1- spantconstructie tekening ABT (9.01v d.d. 03-06-1998)

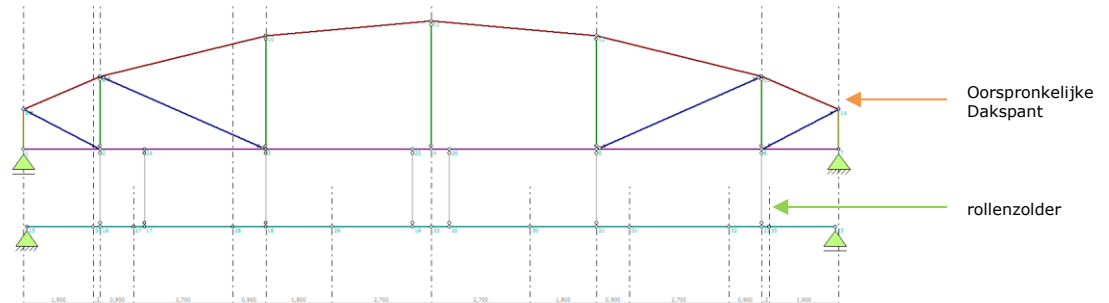
De constructieve berekening en tekeningen van ABT van het dak van de toneeltoren dateren uit 1998. Daarbij is in 2014 een aanvullende controleberekening uitgevoerd in verband met een nieuwe belastingopgave.

In beide berekeningen zijn de constructieschema's aangehouden, conform de onderstaande staalconstructie (zie onderstaande figuur in orange).



Figuur 2

In deze controleberekening is tevens de staal constructie van de rollenzolder meegenomen.



Figuur 3- constructieschema

2. Belastingen en vervormingen

2.1. Classificatie, veiligheidsfactoren en combinaties

De constructie van dit gebouw moet worden berekend volgens gevolgklasse CC2 als beschreven in NEN 8700 Tabel NB 20-Tabel B1. Het betreffende niveau is verbouw.

De ontwerplevensduur (referentieperiode) bedraagt 15 jaar.

De K_{fi} -factor volgens tabel B3 uit NEN-EN 1990 bedraagt 1,0.(CC2)

Voor verbouw gelden de onderstaande veiligheidsfactoren voor de uiterste grenstoestand:

Blijvende belasting $\gamma_g = 1,15$ of $1,20$ en $\gamma_g = 0,90$ (gunstig)

Veranderlijke belasting $\gamma_g = 1,30$

Volgens de eurocode moeten diverse ontwerpsituaties worden beschouwd. De aan te houden veiligheidsfactoren zijn afhankelijk van de te beschouwen uiterste grenstoestand en combinatie. Hieronder zijn de belangrijkste combinaties waarop de betreffende constructies getoetst zullen worden weergegeven:

1	$1,30 G + 1,30 \psi_0 Q + 1,30 \psi_0 Q_i$
2	$1,15 G + 1,30 \psi_0 Q + 1,30 \psi_0 Q_i$
3	$1,15 G + 1,30 \psi_0 Q + 1,30 \psi_0 Q_i + 1,40 W$

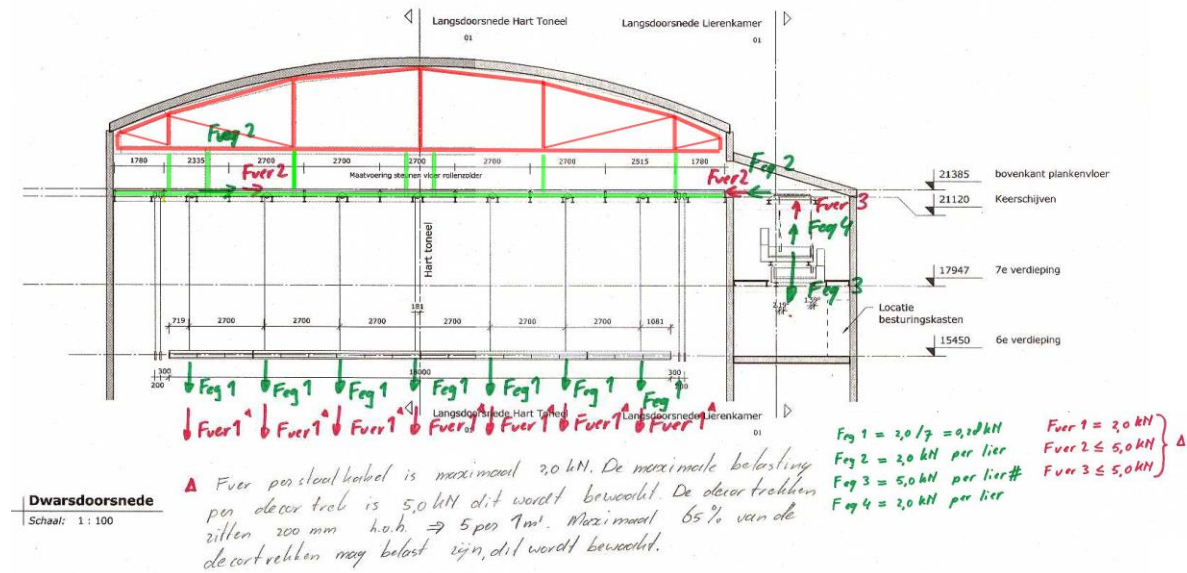
Tabel 1- belangrijkste belastingcombinaties CC2 (bestaande bouw- verbouwniveau)

G = blijvende belasting

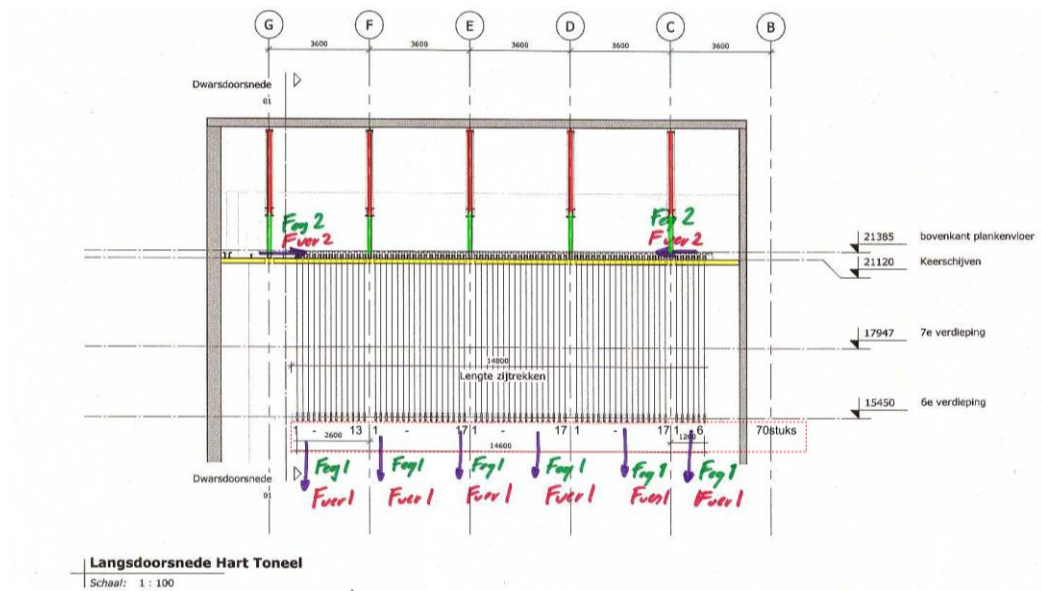
Q = overheersende veranderlijke belasting

Q_i = overige veranderlijke belastingen

2.1.1. Overzicht opgelegde belastingen (opgave PBTA)



Figuur 4- belastingopgave kabelkrachten decortrek (h.o.h. 200mm)



Figuur 5- belastingopgave kabelkrachten zijtrek (2 stuks per zijde).

2.2.

Overzicht opgelegde belastingen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de opgelegde belastingen. Opgelegde belastingen in kN/m², kN/m¹ en kN.

Ruimten	q ^k	Q ^k
Daken- Personen en materiaal	1,00	1,50
Sneeuwbelasting (dakbelasting- niet maatgevend)	0,56	

Op basis van de opgave van PBTA zijn de volgende belastingen opgenomen in het constructiemodel.

BG1

- Dakbelasting 4,10 kN/m² x 3,60m = 14,80 kN/m
- Rollenzolder 0,75 kN/m² x 3,60m = 2,70 kN/m
- Decortrekken 0,28 kN/0,20m x 3,60m = 5,04 kN
- Zijtrekken 2x 0,28 kN x ^{6 st.} / 4 spanten = 1,00 kN

BG 2

- Dakbelasting 1,00 kN/m² x 3,60m = 3,60 kN/m
(bij steile helling >20graden is de dakbelasting aflopend)

BG 3-4-5 (65% gelijktijdigheid)

Maximaal 2,00 kN per kabel en 5,0 kN totaal:

- Decortrekken 2,0 kN / 0,20m x 3,60m x 0,65 = 23,40 kN (2,5 lieren)

Maximaal 5,0 kN totaal over 7 kabels(= gelijkmatig verdeel) en 3 kabels (asymmetrisch):

- Decortrekken 5,0 kN/3/0,20m x 3,60m x 0,65 = 8,35 kN (3 lieren)
- Decortrekken 5,0 kN/7/0,20m x 3,60m x 0,65 = 19,50 kN (7 lieren)

Maximaal voor zijstrekken 2,00 kN per kabel:

- Zijtrekken 2x 2,00 kN 4,00 kN

Voor het effect van remmen (remvertraging maximaal 3,33 m/s²) zal de statische belasting (rekenkundig) 40% toenemen.

In deze berekening is uitgegaan van rembelasting op maximaal 2 decortrekken per spant.

Een toename van de belasting op het spant bedraagt:

- Decortrekken h.o.h. 200mm → 3,60m/ 0,20m = 18 decortrekken per spant.
Hiervan zijn 16 statische en 2 met maximale rembelasting.
16 + 2x 1.4 = 18,8 t.o.v. 18 → verhoging van circa 4,5% voor de statische belasting op het spant. Dit is middels de partiele veiligheidsfactoren in rekening gebracht, te weten 1,3 x 1.045 = 1,36.

2.3.

Vervormingen

Voor de vervorming van de diverse constructie-onderdelen zullen de volgende grenswaarden gehanteerd worden (NEN-EN 1990 Bijlage A1.4.3):

Verticale doorbuiging

- Bijkomende doorbuiging van vloerconstructies $u_{bij} \leq 0,003 l_{rep}$
- Bijkomende doorbuiging voor vloeren die weinig vervormbare (bijvoorbeeld steenachtige) scheidingswanden dragen $u_{bij} \leq 0,002 l_{rep}$
- Bijkomende doorbuiging van daken $u_{bij} \leq 0,004 l_{rep}$
- Einddoorbuiging van vloeren $u_{eind} \leq 0,004 l_{rep}$
- Einddoorbuiging van daken $u_{eind} \leq 0,004 l_{rep}$

3. Berekeningsgrondslagen en rekenprogramma's

3.1. *Berekeningsgrondslagen*

Als uitgangspunt voor de berekeningen gelden de Nederlandse normen en voorschriften. Indien gebruik wordt gemaakt van een specifieke norm dan wordt daar in de betreffende berekening naar verwezen.

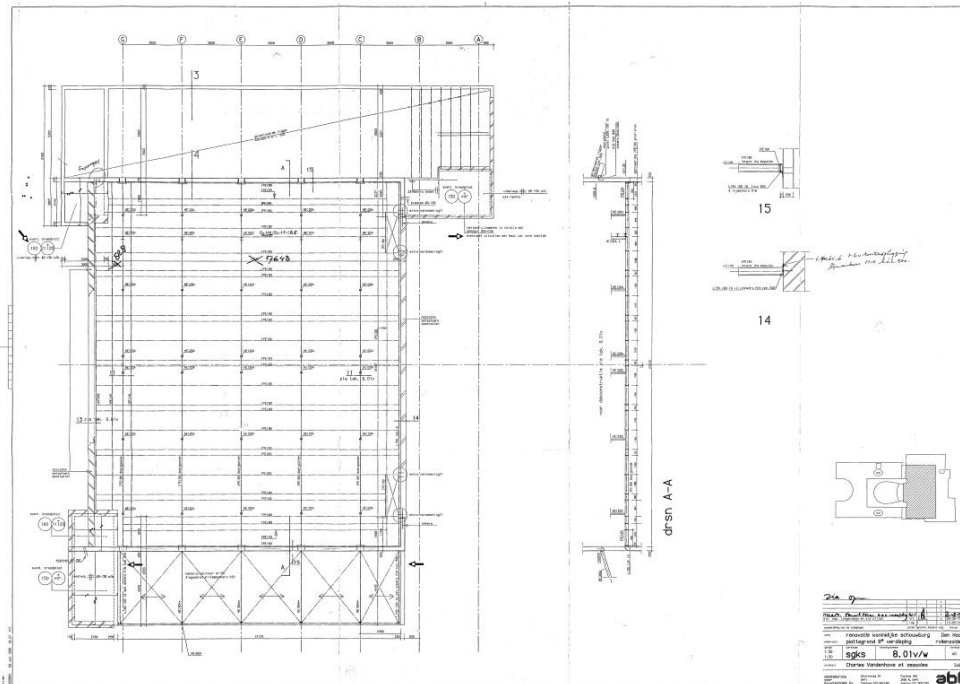
3.2. *Rekenprogramma's*

In de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een aantal rekenprogramma's. Indien een toelichting van het programma noodzakelijk is voor een correcte beoordeling van de berekening, dan zal deze in de vorm van een bijlage worden toegevoegd.

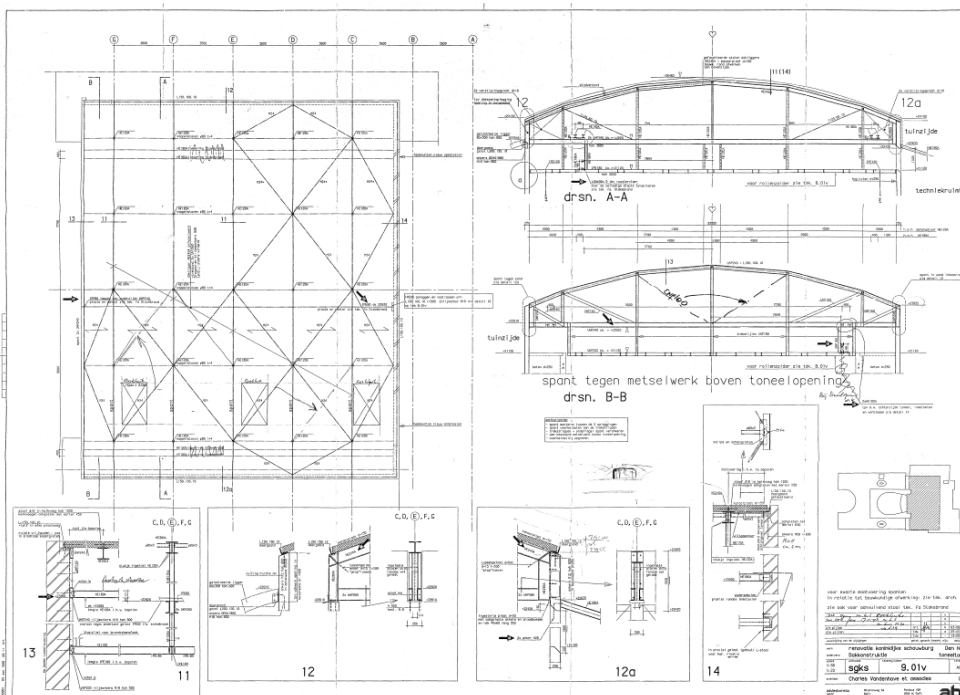
Alle computerprogramma's die bij ABT worden gebruikt zijn uitvoerig getest en de kwaliteit ervan wordt voortdurend bewaakt.

4. Controleberekening

Voor de controle berekening zijn enkele archief documenten geraadpleegd. Deze zijn weergegeven in dit DO-document (zie figuur 6,7, 8 en 9).



Figuur 6- ABT tekening 8.01v plattegrond 8^e verdieping d.d. 03-06-1998



Figuur 7- ABT tekening 9.01v dakconstructie d.d. 03-06-1998

datum mrt '98 referentie MC dossier S&KS blad 15

2 Rollezolder in dak

2.1 Dakspanten h.o.h. 3,6 m

Belastingen:

E.G: dakplaten $d=150 \rightarrow 35 \text{ kN/m}^2$

afw. irol + kops $95,12 \frac{96}{41 \times 3,6 = 14,8}$

e.g. liggers (spant) $\frac{12}{\text{per m' dakligger}} 16,0$

rollezolder ($q = + \text{kN/m}^2 \text{ rooster} + \text{liggers}$)

$F = 3,6 \cdot 4,5 \cdot 1,0 = 16,2 \text{ kN}$

Ver. Bel.:

dak (volledig met $1,0 \text{ kN/m}^2 \text{ ver. bel}$)

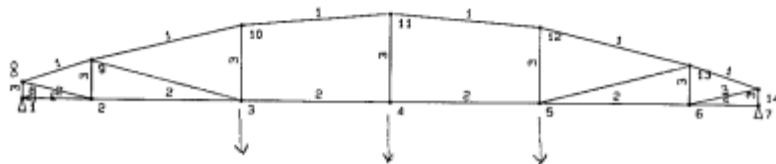
$3,6 \cdot 1,0 = 3,6 \text{ kN/m'}$

rollezolder:

iel trekken, zie brnk. bl 16.

$F = 3,6 \cdot 4,5 \cdot 2,5 = 40,5 \text{ kN}$

ingewand 45 kN



abt adviesbureau voor bouwtechniek bv

Figuur 8- ABT berekening 1998 (blz 15)

datum referentie dossier 36KS. blad 16

Belasting trucken, zie blad K.25-100 Staken
per travee van 3,6m
 $16 \times 3,8 \times 0,65 = 39,5 \text{ krt.}$
per m^2 zolderpl.
 $39,5 / 3,6 \cdot 20 = 9,55 \text{ krt/m}^2$
voor sterkte berek. aan te
houden i.v.m. eenzijdige belasting
 $\approx 2 \cdot 9,55 \rightarrow 1,0 \text{ krt/m}^2$
bel. zolderplaten
 $\frac{1,5}{2,5}$
 $(\text{per truck } \frac{3,0 \cdot 1,5 + 1,0 \cdot 1,2}{1,5} = 3,8 \text{ kN} = F_k)$

4.1.

Uitkomsten

Staalspanningen en controle (unity check)

Onderregel	2x UNP 280 (*)	u.c. 0,46
Bovenregel	HEA 240	u.c. 0,70
Stijlen	HEA 280	U.c. 0,60
Stijlen	HEA 120	u.c. 0,40
Diagonalen	T 120/60/10	u.c. 0,96
Rollenzolder	IPE 180	u.c. 0,78

De constructie(onderdelen) voldoen indien unity check $< 1,0$.

(*) in het constructiemodel is een enkel profiel ingevoerd, waarbij de staalkwaliteit is verdubbeld en tevens 2x E is ingevoerd.

spantvervormingen

onder rustende belastingen	16,5mm (↓)	
onder dakbelasting (1,00 kN/m ²)	+ 3 mm (↓)	
onder decortrekken	+ 2 a 3mm (↓)	
TOTAAL (maximaal)	22 mm (↓)	$< 22.200\text{mm} \times 0,002 = 44\text{mm}$

Voor het opnemen van de horizontale belastingen op de zoldervloer en de verticale belastingen in de besturingsruimte zal een aanvullende constructie nodig zijn.

In de besturingsruimte 2 rijen kolommen (k120x120) en horizontaal een ligger (k120x120) zodat verticaal en horizontaal evenwicht ontstaat.

Constructieve koppeling van de IPE180 liggers m.b.t. stalen strippen aan de boven en onder zijde (b=60mm) van de IPE liggers.



K 120 x120
h.o.h. (ntb)

$$\left. \begin{array}{l} F_{eg\ 1} = 2,0 / 7 = 0,28\text{ kN} \\ F_{eg\ 2} = 2,0\text{ kN per ligger} \\ F_{eg\ 3} = 5,0\text{ kN per ligger} \\ F_{eg\ 4} = 2,0\text{ kN per ligger} \end{array} \right\} \begin{array}{l} F_{ver\ 1} = 2,0\text{ kN} \\ F_{ver\ 2} \leq 5,0\text{ kN} \\ F_{ver\ 3} \leq 5,0\text{ kN} \end{array} \Delta$$

Figuur 10- aanvullende constructie voor horizontale kabelkrachten

4.2.

Conclusie

Het bestaande spant is in staat om de opgegeven belastingen te dragen.

Daarbij is het van belang dat de dakconstructie overeenkomstig het rekenmodel is. De staalconstructie is berekend op basis van de ABT tekeningen (zie figuur 6 en 7), dit dient in het werk te worden gecontroleerd.

Aanvullende constructie is benodigd voor het opnemen van de interne horizontale en verticale lierkrachten.

Bijlage 1 Controle berekening- computer uitvoer

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag
 Onderdeel: Spant rollenzolder en dak
 Dimensies: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Datum....: 23/08-2016
 Bestand...: p:\v16\v16098\041\spant belasting aug 2016.rww

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

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

Belastingfactoren zijn bepaald conform NEN8700:2011
 Tabel A1.2(B) en (C): Factoren bij verbouw.
 Factoren ten behoeve van Bouwbesluit 2003 of daarvoor.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
	NEN 8700:2011		
Staal	NEN-EN 1993-1-1:2006	C2:2009	NB:2011(nl)

STRAMIENLIJNEN

Nr.	X	Z-min	Z-max
1	0.000	-4.000	4.000
2	1.900	-4.000	4.000
3	2.100	-4.000	4.000
4	3.000	-4.000	-1.000
5	6.600	-4.000	4.000
6	8.400	-4.000	-1.000
7	11.100	-4.000	4.000
8	15.600	-4.000	4.000
9	20.100	-4.000	4.000
10	22.200	-4.000	4.000
11	5.700	-4.000	4.000
12	13.800	-4.000	-1.000
13	16.500	-4.000	-1.000
14	19.200	-4.000	-1.000
15	20.300	-4.000	-1.000

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.M.	Pois.	Uitz. coëff
1	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-005
2	S460	420000	78.5	0.30	1.2000e-005

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	HEA240	1:S235	7.6800e+003	7.7630e+007	0.00
2	HEA120	1:S235	2.5340e+003	6.0600e+006	0.00
3	HEA280	1:S235	9.7300e+003	1.3670e+008	0.00
4	T120/60/10	1:S235	1.7110e+003	3.8200e+005	0.00
5	UNP280	2:S460	5.3400e+003	6.2740e+007	0.00

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
6	IPE180	1:S235	2.3950e+003	1.3170e+007	0.00
7	HEA120	1:S235	2.5340e+003	6.0600e+006	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	240	230	115.0					
2	0:Normaal	120	114	57.0					
3	0:Normaal	280	270	135.0					
4	1:Trek	120	60	13.1					
5	0:Normaal	95	280	140.0					
6	0:Normaal	91	180	90.0					
7	0:Normaal	120	114	57.0					

KNOPEN

Knoop	X	Z	Knoop	X	Z
1	0.000	0.000	6	20.100	0.000
2	2.100	0.000	7	22.200	0.000
3	6.600	0.000	8	0.000	1.100
4	11.100	0.000	9	2.100	2.000
5	15.600	0.000	10	6.600	3.100
11	11.100	3.500	16	2.100	-2.090
12	15.600	3.100	17	3.300	-2.090
13	20.100	2.000	18	6.600	-2.090
14	22.200	1.100	19	10.600	-2.090
15	0.100	-2.090	20	11.600	-2.090
21	15.600	-2.090	26	11.600	0.000
22	20.100	-2.090	27	3.000	-2.090
23	22.100	-2.090	28	5.700	-2.090
24	3.300	0.000	29	8.400	-2.090
25	10.600	0.000	30	13.800	-2.090
31	16.500	-2.090			
32	19.200	-2.090			
33	11.100	-2.090			
34	1.900	-2.090			
35	20.300	-2.090			

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	8	3:HEA280	NDM	NDM	1.100	
2	7	14	3:HEA280	NDM	NDM	1.100	
3	8	9	1:HEA240	NDM	NDM	2.285	
4	9	10	1:HEA240	NDM	NDM	4.632	
5	10	11	1:HEA240	NDM	NDM	4.518	
6	11	12	1:HEA240	NDM	NDM	4.518	

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
7	12	13	1:HEA240	NDM	NDM	4.632	
8	13	14	1:HEA240	NDM	NDM	2.285	
9	1	2	5:UNP280	NDM	NDM	2.100	
10	2	24	5:UNP280	NDM	NDM	1.200	
11	3	25	5:UNP280	NDM	NDM	4.000	
12	4	26	5:UNP280	NDM	NDM	0.500	
13	5	6	5:UNP280	NDM	NDM	4.500	
14	6	7	5:UNP280	NDM	NDM	2.100	
15	2	9	2:HEA120	ND-	ND-	2.000	
16	3	10	2:HEA120	ND-	ND-	3.100	
17	4	11	2:HEA120	ND-	ND-	3.500	
18	5	12	2:HEA120	ND-	ND-	3.100	
19	6	13	2:HEA120	ND-	ND-	2.000	
20	8	2	4:T120/60/10	NDM	NDM	2.371	
21	9	3	4:T120/60/10	ND-	ND-	4.924	
22	5	13	4:T120/60/10	ND-	ND-	4.924	
23	6	14	4:T120/60/10	NDM	NDM	2.371	
24	15	34	6:IPE180	NDM	NDM	1.800	
25	16	27	6:IPE180	NDM	NDM	0.900	
26	17	28	6:IPE180	NDM	NDM	2.400	
27	18	29	6:IPE180	NDM	NDM	1.800	
28	19	33	6:IPE180	NDM	NDM	0.500	
29	20	30	6:IPE180	NDM	NDM	2.200	
30	21	31	6:IPE180	NDM	NDM	0.900	
31	22	35	6:IPE180	NDM	NDM	0.200	
32	16	2	7:HEA120	ND	ND	2.090	
33	24	3	5:UNP280	NDM	NDM	3.300	
34	24	17	7:HEA120	ND	ND	2.090	
35	18	3	7:HEA120	ND	ND	2.090	
36	25	4	5:UNP280	NDM	NDM	0.500	
37	26	5	5:UNP280	NDM	NDM	4.000	
38	25	19	7:HEA120	ND	ND	2.090	
39	26	20	7:HEA120	ND	ND	2.090	
40	21	5	7:HEA120	ND	ND	2.090	
41	22	6	7:HEA120	ND	ND	2.090	
42	27	17	6:IPE180	NDM	NDM	0.300	
43	28	18	6:IPE180	NDM	NDM	0.900	
44	29	19	6:IPE180	NDM	NDM	2.200	
45	30	21	6:IPE180	NDM	NDM	1.800	
46	31	32	6:IPE180	NDM	NDM	2.700	
47	32	22	6:IPE180	NDM	NDM	0.900	
48	33	20	6:IPE180	NDM	NDM	0.500	
49	34	16	6:IPE180	NDM	NDM	0.200	
50	35	23	6:IPE180	NDM	NDM	1.800	

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode	XZR	1=vast	0=vrij	Hoek
1	1	010				0.00
2	7	110				0.00
3	15	110				0.00
4	23	010				0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanente belasting EGZ=-1.00	1
2	Veranderlijke belasting - dak	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)
3	Decortrekken - 1	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)
4	Decortrekken - 2	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)
5	Decortrekken - 3	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

KNOOPBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	27	Z	-5.040			
2	28	Z	-5.040			
3	29	Z	-5.040			
4	33	Z	-5.040			
5	30	Z	-5.040			
6	31	Z	-5.040			
7	32	Z	-5.040			
8	34	Z	-1.000			
9	35	Z	-1.000			

STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Staaft	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
3	5:QZGloaal	-14.80	-14.80	0.000	0.000			
4	5:QZGloaal	-14.80	-14.80	0.000	0.000			
5	5:QZGloaal	-14.80	-14.80	0.000	0.000			
6	5:QZGloaal	-14.80	-14.80	0.000	0.000			
7	5:QZGloaal	-14.80	-14.80	0.000	0.000			
8	5:QZGloaal	-14.80	-14.80	0.000	0.000			
24	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
25	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
26	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
27	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
28	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
29	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
30	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
31	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
42	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
43	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
44	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
45	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
46	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
47	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
48	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
49	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			
50	1:QZLokaal	-2.70	-2.70	0.000	0.000			

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Veranderlijke belasting - dak

Staaft Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
3 3:QZgeProj.	0.00	-3.60	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
4 3:QZgeProj.	-3.60	-3.60	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
5 3:QZgeProj.	-3.60	-3.60	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
6 3:QZgeProj.	-3.60	-3.60	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
7 3:QZgeProj.	-3.60	-3.60	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
8 3:QZgeProj.	-3.60	0.00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0

KNOOPBELASTINGEN

B.G:3 Decortrekken - 1

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	34	Z	-4.000	0.7	0.7	0.7
2	27	Z	-23.400	0.7	0.7	0.7
3	28	Z	-23.400	0.7	0.7	0.7
4	29	Z	-11.700	0.7	0.7	0.7

KNOOPBELASTINGEN

B.G:4 Decortrekken - 2

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	27	Z	-19.500	0.7	0.7	0.7
2	28	Z	-19.500	0.7	0.7	0.7
3	29	Z	-19.500	0.7	0.7	0.7
4	34	Z	-4.000	0.7	0.7	0.7

KNOOPBELASTINGEN

B.G:5 Decortrekken - 3

Last	Knoop	Richting	waarde	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	27	Z	-8.350	0.7	0.7	0.7
2	28	Z	-8.350	0.7	0.7	0.7
3	29	Z	-8.350	0.7	0.7	0.7
4	33	Z	-8.350	0.7	0.7	0.7
5	30	Z	-8.350	0.7	0.7	0.7
6	31	Z	-8.350	0.7	0.7	0.7
7	32	Z	-8.350	0.7	0.7	0.7
8	34	Z	-4.000	0.7	0.7	0.7
9	35	Z	-4.000	0.7	0.7	0.7

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type								
1	Fund.	1.20	$G_{k,1}$	+	1.30	ψ_0	$Q_{k,2}$	+	1.36 $Q_{k,5}$
2	Fund.	1.15	$G_{k,1}$	+	1.30		$Q_{k,2}$	+	1.36 $Q_{k,3}$
3	Fund.	1.15	$G_{k,1}$	+	1.30		$Q_{k,2}$	+	1.36 $Q_{k,4}$
4	Fund.	1.15	$G_{k,1}$	+	1.30		$Q_{k,2}$	+	1.36 $Q_{k,5}$
5	Fund.	1.15	$G_{k,1}$	+	1.36		$Q_{k,3}$		
6	Fund.	1.15	$G_{k,1}$	+	1.36		$Q_{k,4}$		
7	Fund.	1.15	$G_{k,1}$	+	1.36		$Q_{k,5}$		
8	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00		$Q_{k,2}$	+	1.00 $Q_{k,5}$
9	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00		$Q_{k,2}$	+	1.00 $Q_{k,3}$
10	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00		$Q_{k,2}$	+	1.00 $Q_{k,4}$
11	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00		$Q_{k,2}$	+	1.00 $Q_{k,5}$
12	Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00		$Q_{k,3}$		

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type					
13 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,4}$
14 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,5}$
15 Blij.	1.00	$G_{k,1}$			
16 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,2}$
17 Quas.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_2 Q_{k,2}$

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Staven met gunstige werking	
1	Geen
2	Geen
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Geen
7	Geen

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie:	Geschoord
Doorbuiging en verplaatsing:	
Aantal bouwlagen:	1
Gebouwtype:	Overig
Toel. horiz. verplaatsing gehele gebouw:	$h/300$
Kleinste gevelhoogte [m]:	0.0

MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm ²]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	HEA240	235	Gewalst	1
2	HEA120	235	Gewalst	1
3	HEA280	235	Gewalst	1
4	T120/60/10	235	Gewalst	1
5	UNP280	460	Gewalst	1
6	IPE180	235	Gewalst	1
7	HEA120	235	Gewalst	1

Partiële veiligheidsfactoren:

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

TOETSING SPANNINGEN

Staafr. nr.	Mat	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm ²]	Opm.
1	3	2	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.1.1	T(6.46)	0.426	100
2	3	4	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.1.1	T(6.46)	0.419	98
3	1	2	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.410	96
4	1	2	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.589	138
5	1	3	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.599	141
6	1	3	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.684	161

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

TOETSING SPANNINGEN

Staafr nr.	Mat	BC	Sit	Kl	Plaats	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetsing U.C. [N/mm ²]	Opm.
7	1	3	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.3	(6.62)	0.695	163
8	1	4	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.3	(6.61)	0.369	87
9-14	5	3	1	1	My-max	EN3-1-1	6.2.1	(6.2)	0.456	210
15	2	4	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.1.1	(6.47z)	0.323	76
16	2	4	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.1.1	(6.47z)	0.098	23
17	2	1	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.040	9
18	2	3	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.1.1	(6.47z)	0.143	34
19	2	3	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.1.1	(6.47z)	0.364	86
20	4	2	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.1	(6.2)	0.962	226
21	4	4	1	1	My-max	EN3-1-1	6.2.1	(6.2)	0.811	191
22	4	3	1	1	My-max	EN3-1-1	6.2.1	(6.2)	0.891	209
23	4	4	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.1	(6.2)	0.837	197
24-50	6	6	1	1	Staafr	EN3-1-1	6.3.2	(6.54)	0.777	183
32	7	3	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.041	10
34	7	5	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.073	17
35	7	3	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.102	24
38	7	6	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.055	13
39	7	1	1	1	Begin	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.034	8
40	7	1	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.080	19
41	7	1	1	1	Einde	EN3-1-1	6.2.3	(6.5)	0.068	16

TOETSING DOORBUIGING

Staafr	Soort	Mtg	Lengte [m]	Overst I J	Zeeg [mm]	u _{tot} [mm]	BC	Sit	u [mm]	Toelaatbaar [mm]	*l
3	Dak	ss	2.28	N N	0.0	-8.8	9	1 Eind	-8.8	-18.3	2*0.004
		ss					9	1 Bijk	-5.3	-18.3	2*0.004
4	Dak	ss	4.63	N N	0.0	-15.6	10	1 Eind	-15.6	-37.1	2*0.004
		ss					10	1 Bijk	-8.9	-37.1	2*0.004
5	Dak	db	4.52	N N	0.0	-5.1	12	1 Eind	-5.1	-18.1	0.004
						-7.8	8	1 Eind	-7.8		
		db					12	1 Bijk	-11.0	-18.1	0.004
6	Dak	ss	4.52	N N	0.0	-17.4	10	1 Eind	-17.4	-36.1	2*0.004
		ss					10	1 Bijk	-11.4	-36.1	2*0.004
7	Dak	ss	4.63	N N	0.0	-8.8	8	1 Eind	-8.8	-37.1	2*0.004
		ss					8	1 Bijk	-2.1	-37.1	2*0.004
8	Dak	ss	2.28	N N	0.0	-4.5	8	1 Eind	-4.5	-18.3	2*0.004
		db					10	1 Bijk	-3.0	-9.1	0.004
9-14	Vloer	db	22.20	N N	0.0	-25.3	10	1 Eind	-25.3	±88.8	0.004
		db					10	1 Bijk	-9.0	±66.6	0.003
24-50	Vloer	db	22.00	N N	0.0	-30.2	10	1 Eind	-30.2	±88.0	0.004
		db					10	1 Bijk	-13.7	±66.0	0.003

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

TOETSING HORIZONTALE VERPLAATSING

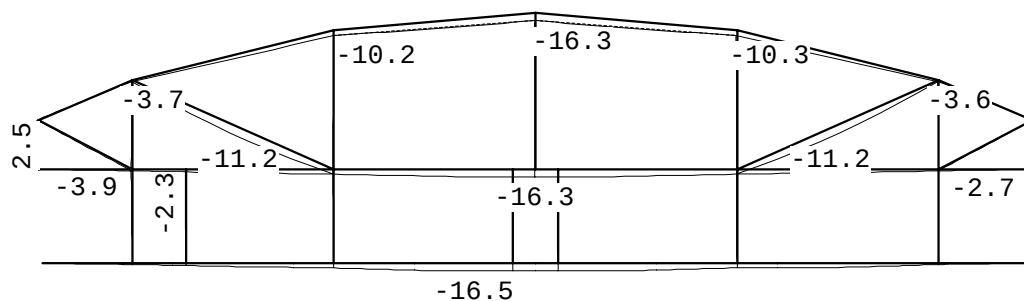
Staaft	BC	Sit	Lengte [m]	u_{eind} [mm]	Toelaatbaar [mm]	[h/]
1	9	1	1.100	2.1	3.7	300
2	13	1	1.100	-1.6	3.7	300
15	9	1	2.000	5.1	6.7	300
17	10	1	3.500	-4.1	11.7	300
18	13	1	3.100	-3.5	10.3	300
19	13	1	2.000	-2.0	6.7	300
35	8	1	2.090	2.6	7.0	300

TOETSING HOR. VERPLAATSING GLOBAAL

Er is een maximale horizontale verplaatsing van -0.0031 [m] gevonden bij knoop 8 en combinatie 8; belastingsituatie 1 (combinatietype 2). Bij een hoogte van 3.190 [m] levert dit $h/1043$ (toel.: $h/300$).

VERVORMINGEN w1

Blijvende combinatie

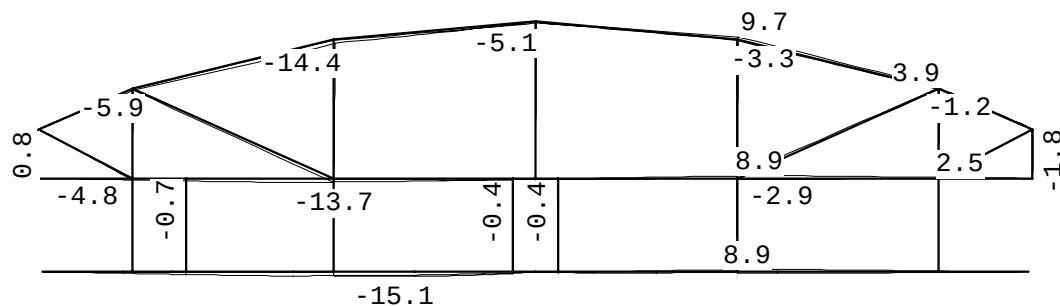


Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

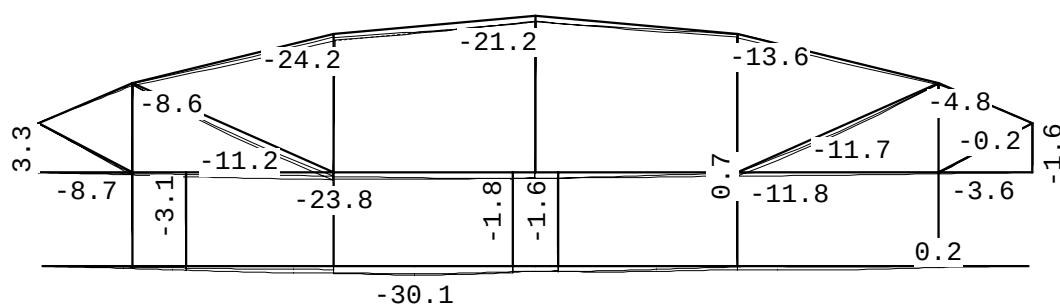
Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

VERVORMINGEN w_{bij}

Karakteristieke combinatie

**VERVORMINGEN w_{max}**

Karakteristieke combinatie

**DOORBUIGINGEN**

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	w_{bij}	w_{tot}	w_c	w_{max}
			[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm][lrep/]	[mm]	[mm]	[mm][lrep/]
3	3	Neg.	/	4569	-3.5	-5.3	855	-8.8	-8.8	518
3	3	Pos.	1.142	2285	0.5	0.3	8288	0.8	0.8	2881
4	4	Neg.	/	9265	-6.7	-8.9	1047	-15.6	-15.6	594
5	5	Neg.	2.259	4518	-1.9	-1.6	2786	-3.5	-3.5	1299
5	5	Pos.	/	9035	-5.9	11.0	819	5.1	5.1	1769
6	6	Neg.	2.259	4518	-1.8	-0.1	35032	-2.0	-2.0	2292
6	6	Pos.	/	9035	6.0	11.4	792	17.4	17.4	519
7	7	Neg.	/	9265	6.7	-5.8	1589	0.9	0.9	10772
7	7	Pos.	2.316	4632	-1.6	1.2	3793	-0.4	-0.4	11516
8	8	Neg.	/	4569	3.4	-3.0	1542	0.5	0.5	9742

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

DOORBUIGINGEN

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]
8	8	Pos.	/	4569	3.4		1.1	4178	4.5	4.5
9	9-14	Neg.	6.600	22200	-10.1		-13.7	1623	-23.8	-23.8
9	9-14	Pos.	16.100	22200	-9.2		8.9	2492	-0.3	-0.3
19	20	Neg.	/	4741	-2.7		-5.3	896	-8.0	-8.0
19	20	Pos.	1.185	2371	0.3		0.3	7161	0.7	0.7
20	21	Neg.	/	9849	-6.4		-9.5	1041	-15.8	-15.8
21	22	Neg.	/	9849	6.3		-6.4	1527	-0.1	-0.1
21	22	Pos.	/	9849	6.3		2.0	4810	8.4	8.4
22	23	Neg.	/	4741	2.7		-3.3	1442	-0.6	-0.6
22	23	Pos.	/	4741	2.7		0.9	5409	3.5	3.5
23	24-50	Neg.	7.850	22000	-14.1		-15.1	1458	-29.2	-29.2
23	24-50	Pos.	15.725	22000	-9.9		8.9	2464	-1.0	-1.0

HORIZONTALE VERPLAATSING

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	h [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_3 [mm]	w_{tot} [mm]
1	1	Neg.	1100	-0.2		-1.9	-2.1
2	2	Neg.	1100	0.2		-1.8	-1.6
2	2	Pos.	1100	0.2		0.1	0.3
10	32	Pos.	2090	2.5		0.8	3.2
11	15	Neg.	2000	-1.2		-3.9	-5.1
12	35	Pos.	2090	2.0		0.6	2.6
13	16	Neg.	3100	-1.3		-5.4	-6.7
14	17	Neg.	3500	-0.0		-4.0	-4.1
15	40	Pos.	2090	0.5		0.2	0.7
16	18	Neg.	3100	1.2		-4.7	-3.5
16	18	Pos.	3100	1.2		0.4	1.6
18	19	Neg.	2000	1.1		-3.2	-2.0
18	19	Pos.	2000	1.1		0.4	1.5
24	34	Pos.	2090	2.3		0.7	3.1
25	38	Pos.	2090	1.3		0.4	1.8
26	39	Pos.	2090	1.2		0.4	1.6

Kolommen met een $w_{tot} < h/9999$ zijn niet afgedrukt**TOTALE HORIZONTALE VERPLAATSING**

Karakteristieke combinatie

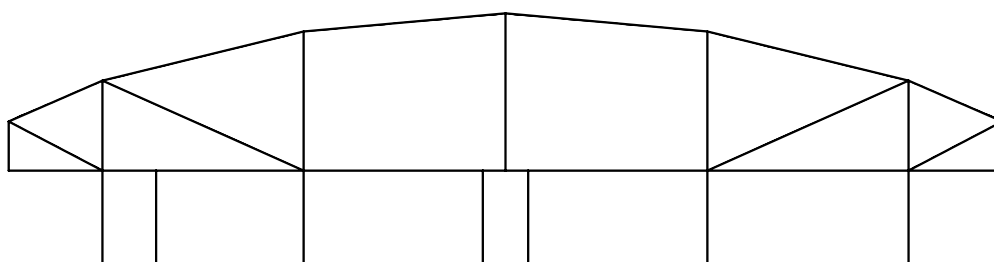
knoop	Zijde	h [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_3 [mm]	w_{tot} [mm]
1	Neg.	2090	-2.5		-0.8	-3.3
10	Pos.	5190			4.3	4.3

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

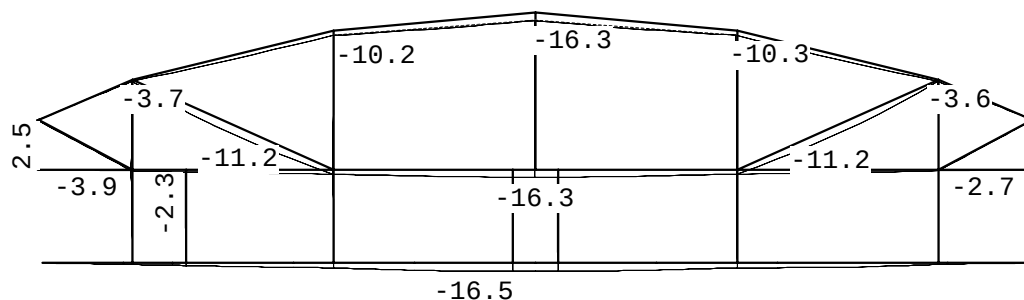
Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

VERVORMINGEN w_{bij}

Frequente combinatie

**VERVORMINGEN w_{max}**

Frequente combinatie

**DOORBUIGINGEN**

Frequente combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	w_{bij}	w_{tot}	w_c	w_{max}
			[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm][lrep/]	[mm]	[mm]	[mm][lrep/]
3	3	Neg.	/	4569	-3.5			-3.5		-3.5 1313
3	3	Pos.	1.142	2285	0.5			0.5		0.5 4416
4	4	Neg.	/	9265	-6.7			-6.7		-6.7 1373
5	5	Neg.	1.807	4518	-1.6			-1.6		-1.6 2797
6	6	Neg.	0.452	4518	-0.6			-0.6		-0.6 7288
6	6	Neg.	2.259	4518	-1.8			-1.8		-1.8 2453
6	6	Pos.	/	9035	6.0			6.0		6.0 1502
7	7	Neg.	2.779	4632	-1.6			-1.6		-1.6 2856
7	7	Pos.	/	9265	6.7			6.7		6.7 1384
8	8	Pos.	1.371	2285	0.5			0.5		0.5 4263
9	9-14	Neg.	2.100	22200	-3.1			-3.1		-3.1 7155

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

DOORBUIGINGEN

Frequente combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]
9	9-14	Neg.	11.100	22200	-16.3			-16.3	-16.3	1362
19	20	Neg.	/	4741	-2.7			-2.7	-2.7	1748
19	20	Pos.	1.185	2371	0.3			0.3	0.3	6849
20	21	Neg.	2.954	4924	-11.2			-11.2	-11.2	441
21	22	Neg.	2.462	4924	-11.7			-11.7	-11.7	420
21	22	Pos.	/	9849	6.3			6.3	6.3	1555
22	23	Pos.	/	4741	2.7			2.7	2.7	1779
23	24-50	Neg.	1.800	22000	-2.8			-2.8	-2.8	7796
23	24-50	Neg.	9.620	22000	-16.5			-16.5	-16.5	1337

HORIZONTALE VERPLAATSING

Frequente combinatie

Nr.	staven	Zijde	h [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_3 [mm]	w_{tot} [mm]
1	1	Neg.	1100	-0.2			-0.2
2	2	Pos.	1100	0.2			0.2
10	32	Pos.	2090	2.5			2.5
11	15	Neg.	2000	-1.2			-1.2
12	35	Pos.	2090	2.0			2.0
13	16	Neg.	3100	-1.3			-1.3
15	40	Pos.	2090	0.5			0.5
16	18	Pos.	3100	1.2			1.2
18	19	Pos.	2000	1.1			1.1
24	34	Pos.	2090	2.3			2.3
25	38	Pos.	2090	1.3			1.3
26	39	Pos.	2090	1.2			1.2

Kolommen met een $w_{tot} < h/9999$ zijn niet afgedrukt**TOTALE HORIZONTALE VERPLAATSING**

Frequente combinatie

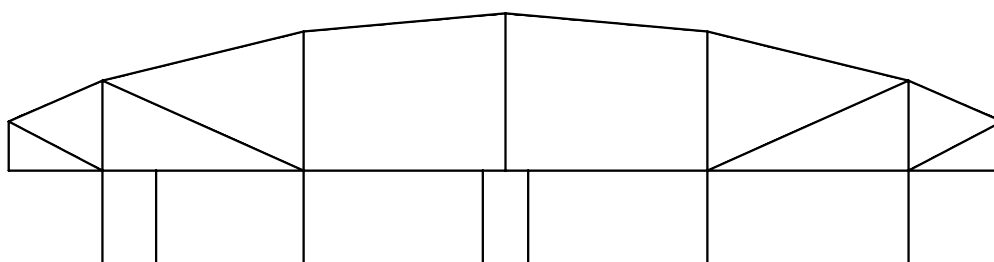
knoop	Zijde	h [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_3 [mm]	w_{tot} [mm]
1	Neg.	2090	-2.5			-2.5

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

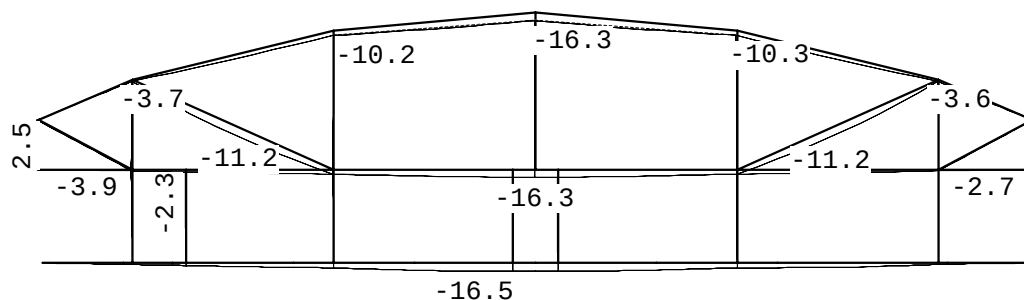
Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

VERVORMINGEN w_{bij}

Quasi-blijvende combinatie

**VERVORMINGEN w_{max}**

Quasi-blijvende combinatie

**DOORBUIGINGEN**

Quasi-blijvende combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]
3	3	Neg.	/	4569	-3.5			-3.5		-3.5
3	3	Pos.	1.142	2285	0.5			0.5		0.5
4	4	Neg.	/	9265	-6.7			-6.7		-6.7
5	5	Neg.	4.066	4518	-0.6			-0.6		-0.6
6	6	Neg.	0.452	4518	-0.6			-0.6		-0.6
6	6	Neg.	2.259	4518	-1.8			-1.8		-1.8
6	6	Pos.	/	9035	6.0			6.0		6.0
7	7	Neg.	2.316	4632	-1.6			-1.6		-1.6
7	7	Pos.	/	9265	6.7			6.7		6.7
8	8	Pos.	/	4569	3.4			3.4		3.4
9	9-14	Neg.	2.100	22200	-3.1			-3.1		-3.1

Project...: v16098-041 Schouwburg Den Haag

Onderdeel: Spant rollenzolder en dak

DOORBUIGINGEN

Quasi-blijvende combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_{bij} [mm]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	w_{max} [mm]
9	9-14	Neg.	11.100	22200	-16.3			-16.3		1362
19	20	Neg.	/	4741	-2.7			-2.7		1748
19	20	Pos.	1.185	2371	0.3			0.3		6849
20	21	Neg.	2.954	4924	-11.2			-11.2		441
21	22	Neg.	1.970	4924	-11.2			-11.2		441
21	22	Pos.	/	9849	6.3			6.3		1555
22	23	Pos.	/	4741	2.7			2.7		1779
23	24-50	Neg.	1.800	22000	-2.8			-2.8		7796
23	24-50	Neg.	9.620	22000	-16.5			-16.5		1337

HORIZONTALA VERPLAATSING

Quasi-blijvende combinatie

Nr.	staven	Zijde	h [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_3 [mm]	w_{tot} [mm]
1	1	Neg.	1100	-0.2			-0.2
2	2	Pos.	1100	0.2			0.2
10	32	Pos.	2090	2.5			2.5
11	15	Neg.	2000	-1.2			-1.2
12	35	Pos.	2090	2.0			2.0
13	16	Neg.	3100	-1.3			-1.3
15	40	Pos.	2090	0.5			0.5
16	18	Pos.	3100	1.2			1.2
18	19	Pos.	2000	1.1			1.1
24	34	Pos.	2090	2.3			2.3
25	38	Pos.	2090	1.3			1.3
26	39	Pos.	2090	1.2			1.2

Kolommen met een $w_{tot} < h/9999$ zijn niet afgedrukt**TOTALE HORIZONTALA VERPLAATSING**

Quasi-blijvende combinatie

knoop	Zijde	h [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	w_3 [mm]	w_{tot} [mm]
1	Neg.	2090	-2.5			-2.5

