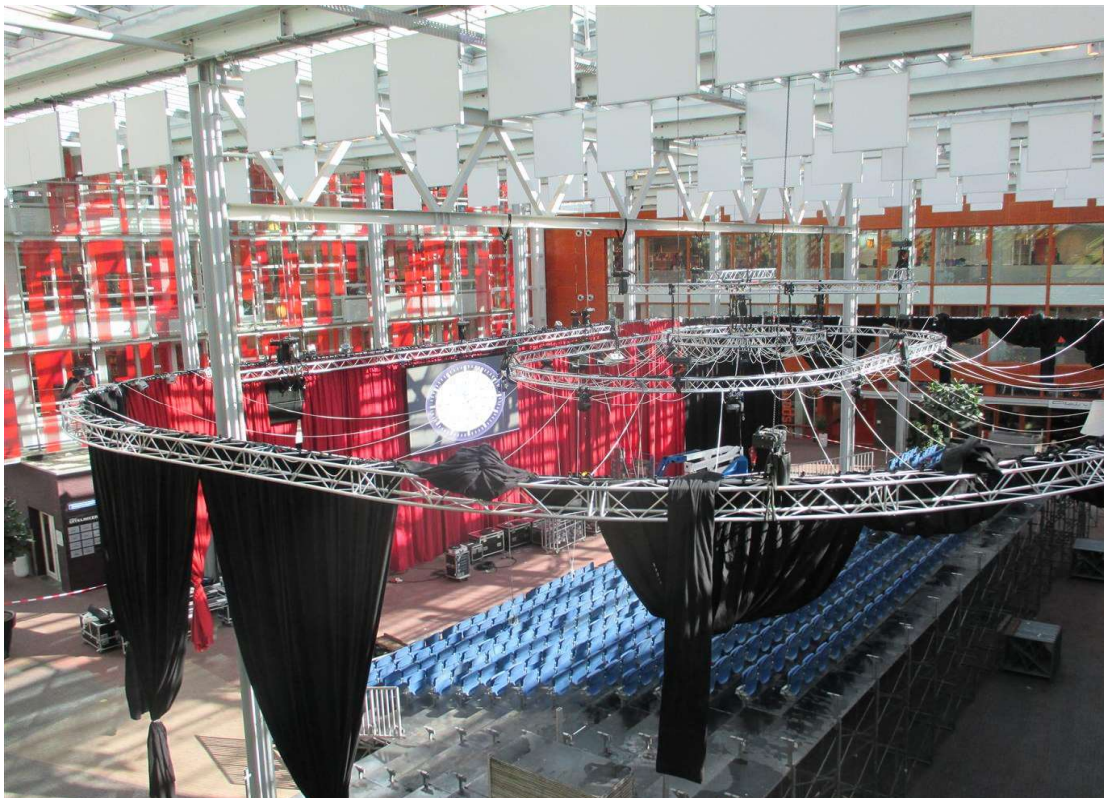


Notitie

Onderwerp: Deltion College: Onderzoek draagvermogen dakconstructie op basis van 4 evenement scenario's
Projectnummer: 355481
Referentienummer: SWNL0220934
Datum: 27-02-2018

1 Inleiding

In het Deltion College zit aan de oostzijde van het pand een hal waar regelmatig evenementen plaatsvinden (zie figuur 1). Voor die evenementen worden diverse objecten middels een hulpconstructie aan het dak gehangen. In dit rapport wordt voor een viertal evenement situaties aangeleverd door Bwefar Rental B.V. beoordeeld of de constructie deze extra belasting kan dragen. Deze scenario's zijn toegevoegd als bijlage bij deze notitie.



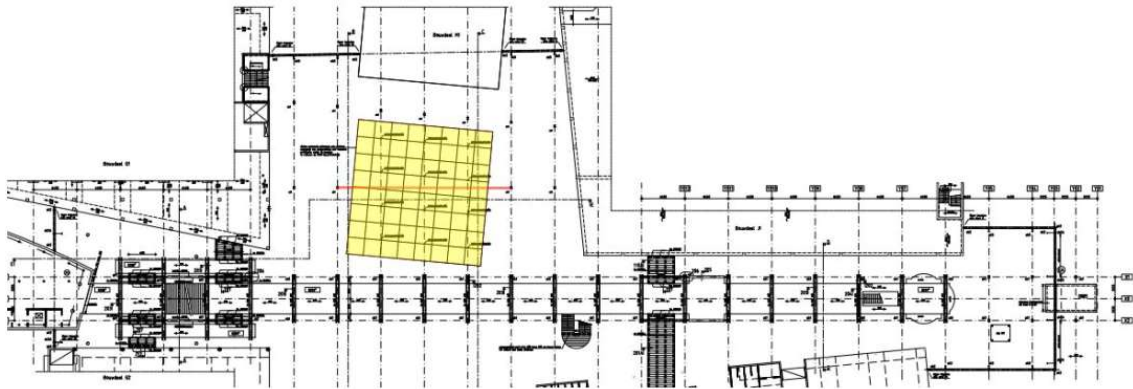
Figuur 1 – Evenementhal bij boulevardkap met hulpconstructie die evenementvoorzieningen draagt

2 Uitgangspunten

Het dak is eerder beoordeeld in notitie 'Instructie extra belasting boulevardkap Deltion College te Zwolle' [1]. De uitgangspunten die in dat rapport zijn gebruikt zijn overgenomen in deze berekening. Deze uitgangspunten zijn hieronder nogmaals opgesomd:
De hoofdliggers (Dubbele UNP 400-profielen h.o.h. 6.45 m) worden als volgt belast:

Eigen gewicht inclusief glasdak en goot	6,3 kN/m
Sneeuw (exclusief plaatselijk verhoogde sneeuwlast)	4,0 kN/m
Veranderlijk: Geconcentreerde last Qk (persoon)	2,0 kN
Combinatie eigen gewicht met sneeuw is maatgevend	

Daarnaast is besteksmatig een extra veranderlijke belasting van 1,0 kN/m gerekend in het gearceerde gebied in onderstaande bestekstekening.



Figuur 2 – Bestekstekening met gearceerd vlak waar extra belasting wordt gerekend

Omdat er in de berekening van de boulevardkap al rekening is gehouden met de extra belasting uit de dakconstructie, kan worden gecontroleerd of de belastingen uit de gegeven evenement scenario's binnen deze bestek belasting vallen. De constructie valt in gevolgklasse 2, maar omdat de belastingen rechtstreeks met elkaar vergeleken kunnen worden, zijn er geen veiligheidsfactoren in beide berekeningen toegepast. Mocht de belasting toch hoger uitvallen dan de ontwerpbelasting, dan kan met een extra berekening worden uitgezocht of de constructie voldoende overcapaciteit heeft om de belasting te dragen.

Op de rode lijn in de bestekstekening (figuur 2) is een vakwerkspant gemaakt. Deze is ook te zien in figuur 1. De toegepaste profielen zijn uit berekening 'Vakwerkligger ter plaatse van de Sweelincktoeren' gehaald. Ook dit spant is doorgerekend op extra opgelegde belastingen vanuit de dakliggers die op dit spant rusten.

[1] Notitie: Instructie extra belasting boulevardkap Deltion College te Zwolle, Sweco, 4 Juli 2016

3 Aanpak

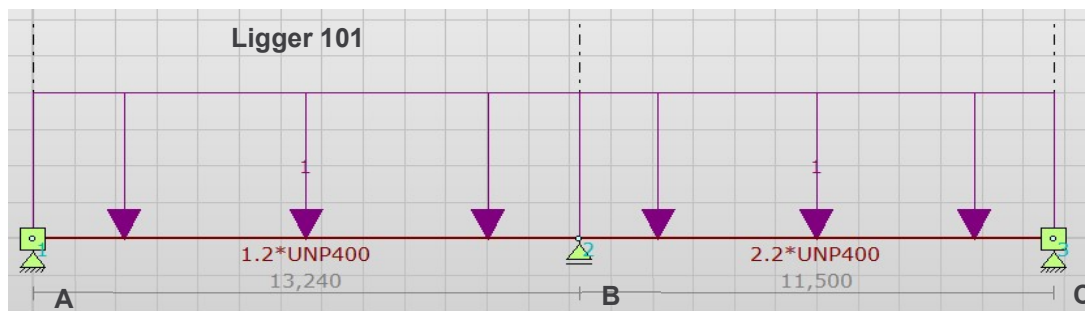
Eerst worden de interne en externe krachten in zowel de dakliggers (dubbele UNP400 profielen) en het vakwerkspant ten gevolge van de belasting in het bestek (1,0 kN/m) bepaald. Daarna wordt gekeken of de evenement scenario's binnen deze belasting vallen. Mocht één of meerdere scenario's buiten de aangehouden veranderlijke belasting in bestekfase vallen, dan worden er extra berekeningen gemaakt voor die scenario's.

Een aantal dakliggers bevinden zich buiten het gearceerde gebied dat aangemerkt is als "versterkt gebied". Echter, omdat alle dakliggers in dit gebouwdeel als dubbele UNP400 liggers zijn uitgevoerd zijn deze allemaal in staat om de extra belasting uit het bestek (1,0 kN/m) op te nemen. Ook de kolommen onder de dakliggers buiten het gearceerde gebied, hebben dezelfde maat in de bestekstekening (HEA280) en kunnen de extra dakbelasting bovenop de maatgevende combinatie van sneeuw en eigen gewicht dragen.

De dakliggers buiten het gearceerde gebied zullen in dezelfde wijze worden gecontroleerd.

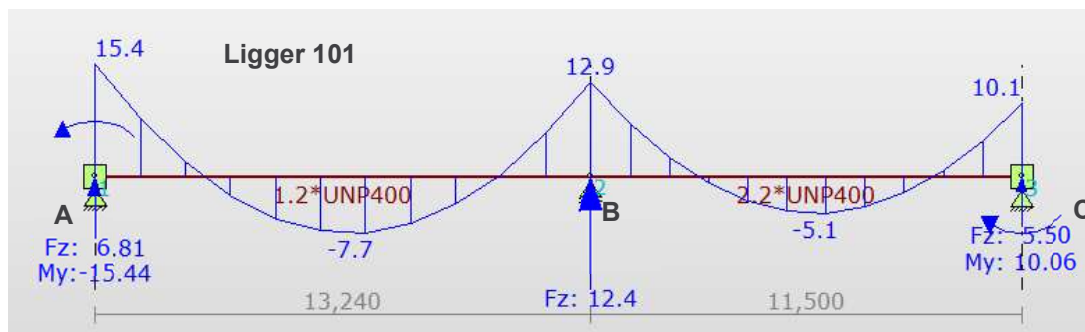
4 Berekende belastingen bestekfase

Een opgelegde veranderlijke belasting van 1,0 kN/m is opgelegd aan het dak in de berekening van zowel de dubbele UNP 400 profielen (dakliggers) als het vakwerkspant. De dakliggers zijn doorgaande liggers en de maatgevende overspanning is 13,2 meter met een aanliggend veld van 11,5 meter (figuur 3). De punten A en C zijn momentvast gemodelleerd aangezien de dakliggers doorlopen in die punten.



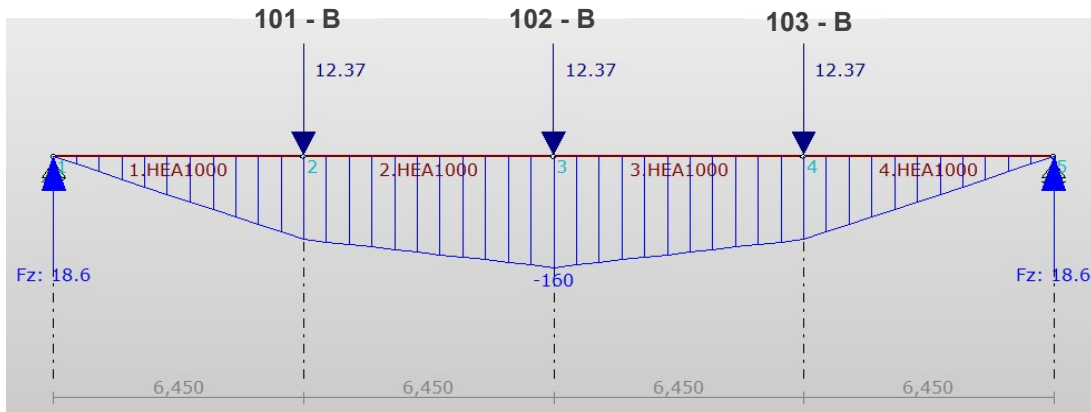
Figuur 3 – Schematisatie van de dakliggers met verdeelde belasting van 1,0 kN/m

Uit de berekening van deze dakligger in Technosoft komt een maximaal veldmoment van 7,7 kNm en een maximaal steunpuntmoment van 15,4 kNm (zie figuur 4). De maximale reactiekracht van 12,4 kN wordt opgelegd op het vakwerkspant in punt B.



Figuur 4 - Resultaten M-Lijn uit Technosoft van de maatgevende dakligger (ligger 101)

Het vakwerkspant heeft een overspanning van 25,8 m en ondersteunt 5 dakliggers, waarvan 3 volgens de bestekstekening zijn doorgerekend op extra veranderlijke belasting. De waarde van de puntlasten op het vakwerk is gelijk aan de oplegreacties van de dakliggers. De momentenlijn en oplegreacties in het vakwerkspant zijn uitgerekend met Technosoft (figuur 5).



Figuur 5 - Resultaten M-Lijn uit Technosoft van vakwerkligger met 3 puntlasten (HEA1000 profiel is fictief)

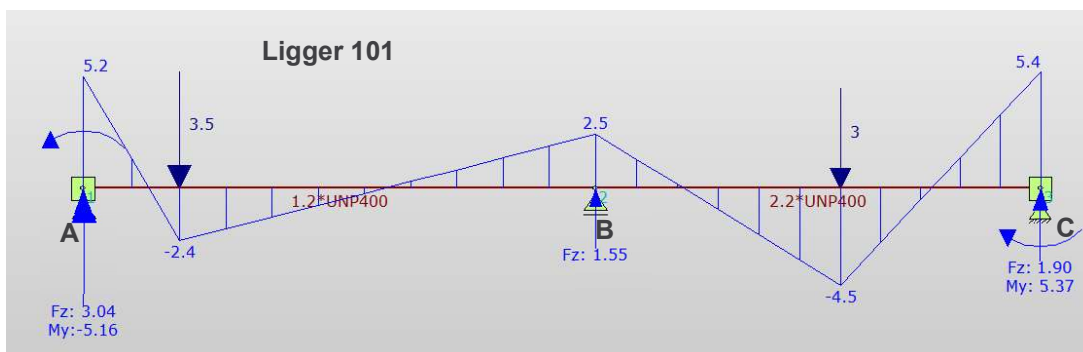
Het maximale moment bedraagt 160 kNm en de oplegreacties bedragen 18,6 kN in beide kolommen.

5 Controle belasting evenement scenario's

In het vorige hoofdstuk is bepaald op welke momenten en reactiekrachten de dakconstructie is uitgerekend. Aan de hand van de evenement scenario's wordt nagegaan of de bijbehorende belastingen binnen deze scenario's vallen. Per scenario wordt gekeken naar de maatgevende dakligger en of het vakwerk de belasting kan dragen. De scenario's welke zijn doorgerekend zijn toegevoegd in Bijlage 1 tot 4.

5.1 Scenario 1: Nieuwjaarsontbijt 2017

De maatgevende dakligger wordt belast door een puntlast van 3,0 kN (300kg) en een puntlast van 3,5 kN (350kg) (zie bijlage 1). Uit de berekening in Technosoft (figuur 6) komt een maximaal veldmoment van 4,5 kNm en een maximaal steunpuntmoment van 5,4 kNm. De reactiekracht van 1,55 kN wordt opgelegd op het vakwerkspant.



Figuur 6 – Resultaten M-Lijn uit Technosoft van Dakliggers scenario 1

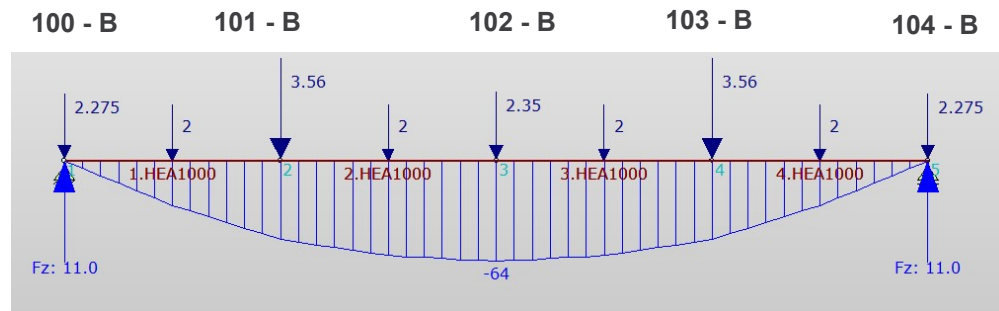
De belasting van het vakwerkspant volgt uit de scenario schets in Bijlage 1. Naast de 9 puntlasten van 2 kN (200kg) wordt het vakwerk belast door de dakliggers. Die geven een extra belasting in de oplegpunten op het vakwerk welke afhankelijk zijn van de grootte en de plaats van de belastingen. Voor ligger 101 en 103 komt de belasting uit de berekening van de maatgevende dakligger. Voor de overige dakliggers is de reactiekracht op het vakwerk ten gevolge van de puntlasten op de dakligger bepaald met formule:

$$F_z = P * \frac{L-a}{L} \quad (1)$$

Waarbij geldt:

P Puntlast in het dak
 L Lengte van de dakligger overspanning
 A Afstand van puntlast tot vakwerkligger

Uit de berekening van het vakwerkspant in Technosoft (figuur 7) komt een maximaal veldmoment van 64 kNm en een reactiekracht van 11 kN in de kolommen.

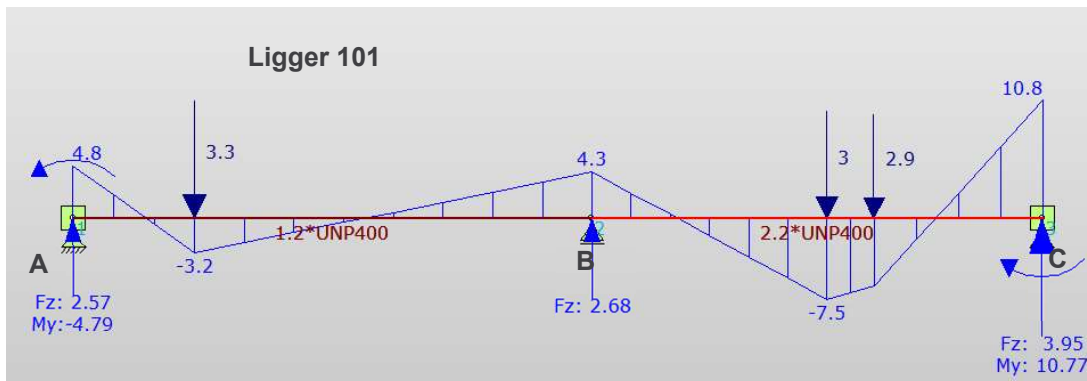


Figuur 7 - Resultaten M-Lijn uit Technosoft van Vakwerkspant scenario 1

Voor zowel de dakliggers (2*UNP400) en het vakwerkspant zijn de belastingen kleiner dan de berekende belasting in de bestek berekening. De reactiekracht in de kolommen van het vakwerkspant zijn maatgevend. Deze kracht is 59 % van de ontwerpkracht.

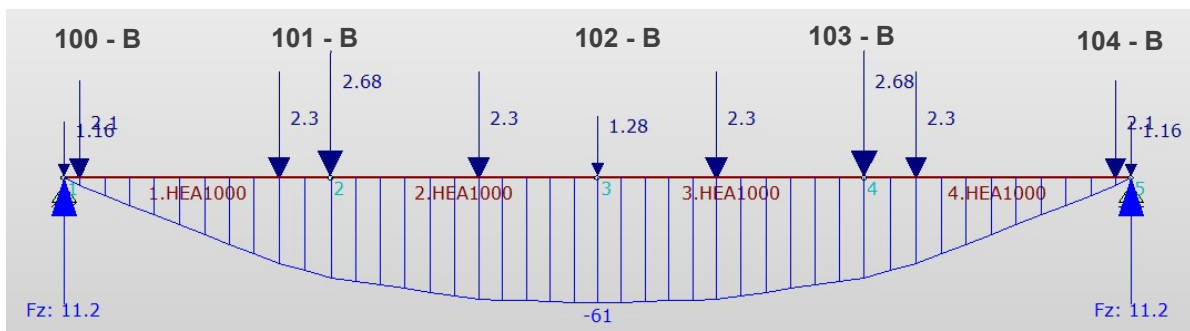
5.2 Scenario 2: Deltiondag 2017

De maatgevende dakligger wordt belast door drie puntlasten van 2,9 kN (290kg), 3,0 kN (300kg) en 3,3 kN (330kg) (zie bijlage 2). Uit de berekening in Technosoft (figuur 8) komt een maximaal veldmoment van 7,5 kNm en een maximaal steunpuntmoment van 10,8 kNm. De reactiekracht van 2,68 kN wordt opgelegd op het vakwerkspant.



Figuur 8 – Resultaten M-Lijn uit Technosoft van Dakliggers scenario 2

Het vakwerkspant wordt verder belast door 6 puntlasten van respectievelijk 2,3 kN (230kg) en 2,1 kN (210kg) en de puntlasten uit de dakliggers die met formule (1) zijn bepaald. Uit de berekening in Technosoft (figuur 9) komt een maximaal veldmoment van 61 kNm en een reactiekracht van 11,2 kN in de kolommen.

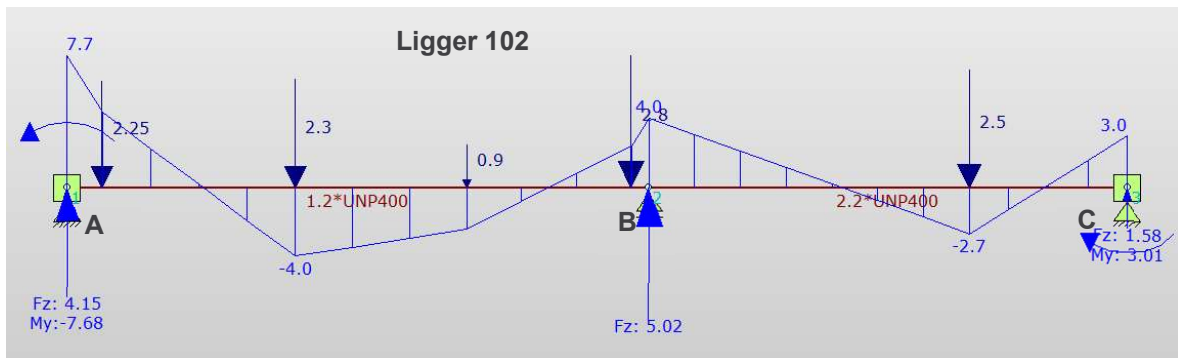


Figuur 9 - Resultaten M-Lijn uit Technosoft van Vakwerkspant scenario 2

Voor zowel de dakliggers (2*UNP400) en het vakwerkspant zijn de belastingen kleiner dan de berekende belasting in de bestek berekening. Het veldmoment van de dakliggers is maatgevend. Dit moment is 97 % van het ontwerpmoment.

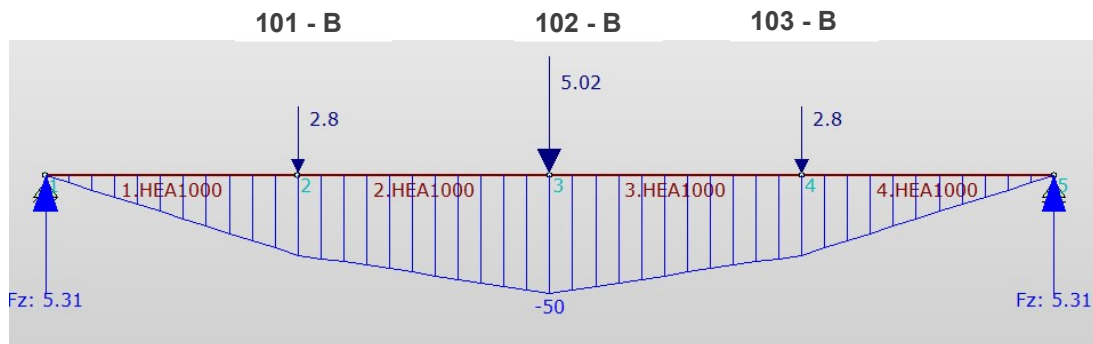
5.3 Scenario 3: Deltion Alumni 2016

De maatgevende dakligger wordt belast door vijf puntlasten van 2,25 kN (225kg), 2,3 kN (230kg), 0,9kN (90kg), 2,8 kN (280kg) en 2,5 kN (250kg) (zie bijlage 3). Uit de berekening in Technosoft (figuur 10) komt een maximaal veldmoment van 4,0 kNm en een maximaal steunpuntmoment van 7,7 kNm. De reactiekracht van 5,02 kN wordt opgelegd op het vakwerkspant.



Figuur 10 – Resultaten M-Lijn uit Technosoft van Dakliggers scenario 3

Het vakwerkspant wordt verder belast door de puntlasten uit de dakliggers die met formule (1) zijn bepaald. Uit de berekening van het vakwerkspant in Technosoft (figuur 11) komt een maximaal veldmoment van 50 kNm en een reactiekracht van 5,3 kN in de kolommen.

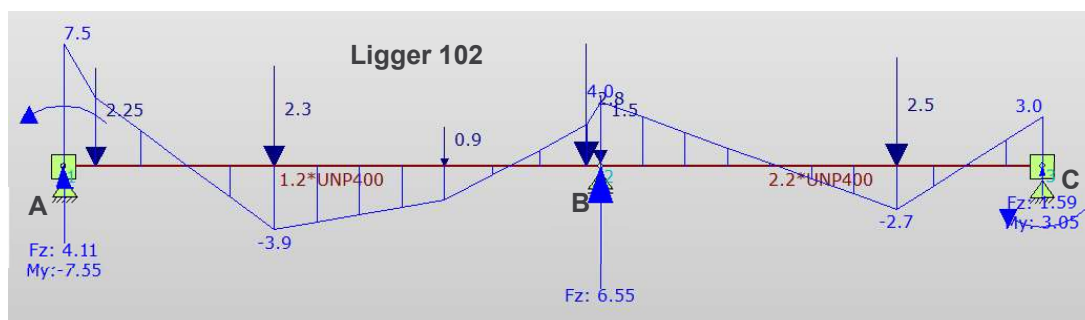


Figuur 11 - Resultaten M-Lijn uit Technosoft van Vakwerkspant scenario 3

Voor zowel de dakliggers (2*UNP400) en het vakwerkspant zijn de belastingen kleiner dan de berekende belasting in de bestek berekening. Het veldmoment van de dakliggers is maatgevend. Dit moment is 52% van het ontwerpmoment.

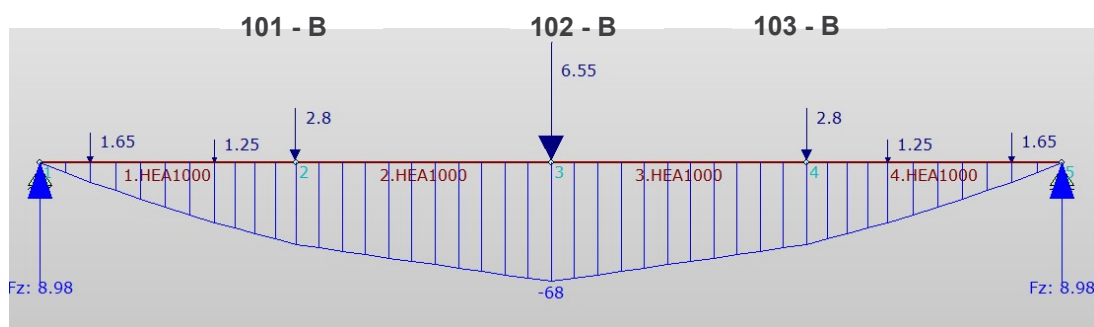
5.4 Scenario 4: Deltiondag 2016

De maatgevende dakligger wordt belast door zes puntlasten van 2,25 kN (225kg), 2,3 kN (230kg), 0,9kN (90kg), 2,8 kN (280kg), 1,5 kN (150kg) en 2,5 kN (250kg) (zie bijlage 4). Uit de berekening in Technosoft (figuur 12) komt een maximaal veldmoment van 3,9 kNm en een maximaal steunpuntmoment van 7,5 kNm. De reactiekracht van 6,55 kN wordt opgelegd op het vakwerkspant.



Figuur 12 – Resultaten M-Lijn uit Technosoft van Dakliggers scenario 4

Het vakwerkspant wordt verder belast door vier puntlasten van 2 x 1,65 kN (165kg) en 2 x 1,25 kN (125kg) en de puntlasten uit de dakliggers die met formule (1) zijn bepaald. Uit de berekening in Technosoft (figuur 13) komt een maximaal veldmoment van 68 kNm en een reactiekracht van 8,98 kN in de kolommen.



Figuur 13 – Resultaten M-Lijn uit Technosoft van Vakwerkspant scenario 4

Voor zowel de dakliggers (2*UNP400) en het vakwerkspant zijn de belastingen kleiner dan de berekende belasting in de bestek berekening. Het veldmoment van de dakliggers is maatgevend. Dit moment is 52 % van het ontwerpmoment.

6 Samenvatting

De onderstaande tabel geeft weer hoeveel procent van de capaciteit die is gereserveerd voor evenement belasting, wordt gebruikt in de verschillende scenario's.

Scenario	Naam	Percentage van de ontwerpbelasting
1	Nieuwjaarsontbijt 2017	59 %
2	Deltiondag 2017	97 %
3	Deltion Alumni 2016	52 %
4	Deltiondag 2016	52 %

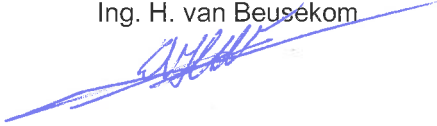
7 Conclusie

In de bestekfase van de dakconstructie is rekening gehouden met een belasting van 1,0 kN/m in de dakliggers bestaande uit 2xUNP 400 profielen. Het is uitgerekend welke interne krachten in de dakliggers en het vakwerk komen als gevolg van deze ontwerp belasting. De belasting in de verschillende scenario's vallen binnen deze krachten en voldoen. De belasting kan worden gedragen door de dakconstructie. Hierbij moet uiteraard rekening worden gehouden met de ophangvoorschriften beschreven in [1].

[1] *Notitie: Instructie extra belasting boulevardkap Deltion College te Zwolle, Sweco, 4 Juli 2016*

Verantwoording

Titel	Deltion College: Onderzoek draagvermogen dakconstructie op basis van 4 evenement scenario's
Projectnummer	355481
Referentienummer	SWNL0220934
Revisie	D01
Datum	27-02-2018
Auteur	Steven Janssens
E-mailadres	steven.janssens@sweco.nl

Gecontroleerd door	Ing. H. van Beusekom
Paraaf gecontroleerd	

Goedgekeurd door	F. van Woelik
Paraaf goedgekeurd	

