

project 1302-WBL  
opdrachtgever Vlaamse Overheid afdeling facilitair bedrijf  
onderwerp **Waterbouwkundig Labo: Structureel Onderzoek Dak Hal 1 en Hal 2**  
auteurs Bart De Ridder / Jan Van Cauteren / Piet Lelieur  
datum 18/12/2014

## Inhoudstafel

1	Inleiding	1
1.1	Probleemstelling .....	1
1.2	Beschikbaar materiaal .....	1
1.3	Werkwijzen .....	3
2	Structuur-elementen	4
2.1	Profieltypes .....	4
2.1.1	“L” - enkelvoudig L-profiel .....	4
2.1.2	“LT” - dubbel L-profiel in T-vorm.....	5
2.1.3	“LX” - dubbel L-profiel in kruisvorm .....	6
2.1.4	Bijzondere samenstellingen.....	7
2.1.5	Kolommen .....	7
2.2	Verbindingen .....	8
3	Constructief systeem	9
3.1	Kolommen.....	9
3.2	Spanten .....	10
3.2.1	Standaard spanten: Types SP1(a-b-c-d) .....	11
3.2.2	Hoekspanten: Types SP2 - SP3(a-b) - SP4(a-b).....	13
3.3	Windverbanden.....	20
3.3.1	Horizontale windverbanden .....	20
3.3.2	Verticale windverbanden.....	23
3.4	Invul- en afwerkingselementen .....	24
3.4.1	Gordingen.....	24
3.4.2	Dakschil .....	26
3.4.3	Plafond hallen.....	28
4	Theoretische analyse	29
4.1	Geometrie .....	29
4.2	Belastingen .....	29
4.2.1	Permanente belastingen .....	30
4.2.2	Mobiele belastingen.....	30
4.3	Resultaten en conclusies .....	31
5	Voorgestelde Ingrepen	35
6	Raming	36
	Bijlage Profielenlijst	37

# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemstelling

Na onderzoek door ABG-Betonconsultants van de bestaande betonplaten in de dakstructuur van hallen 1 en 2 blijkt de bovenste dakplaat in belangrijke mate door carbonatatie aangetast. In verslag 13.0597 wordt geadviseerd deze betonplaat te verwijderen.

Dit document onderzoekt of het vervangen van de bovenste betonplaat structureel mogelijk is en formuleert een voorstel voor een nieuwe dakplaat, gekoppeld aan een raming van de bouwkost van deze werken.

## 1.2 Beschikbaar materiaal

Overzicht van de ons ter beschikking gestelde documenten:

Gescand archiefmateriaal (enkel relevante onderdelen):

- Handgetekende plannen aanbouw [fig01] (bron: Ministerie v. Openbare Werken; 1937)
- Foto's aanbouw hallen 1 en 2 [fig03 + 04] (bron: Waterbouwkundig Labo; 1938-1940)
- Handgetek. plannen reconversie ramen [fig02] (bron: M. De Decker; 1979)

Digitalisering van voorgaande opmetingen / studies / ontwerpen:

- Plannen Veiligheid & Interventie (bron: Waterbouwkundig Labo; 2010)
- Ontwerp verbindinggebouw (bron: BOB361; 2001)
- Omgevingsmodel 3D (bron: BOMANS; 2011)
- Opmetingsplannen van de gevels (bron: ELLIPS; 2014)

Bovenstaand materiaal is enkel relevant en betrouwbaar voor:

- Betonnen funderingen
- Waterreservoirs
- Gevelopbouw
- Deelprojecten buiten Hal 1 en 2 (verbindinggebouw ea.)

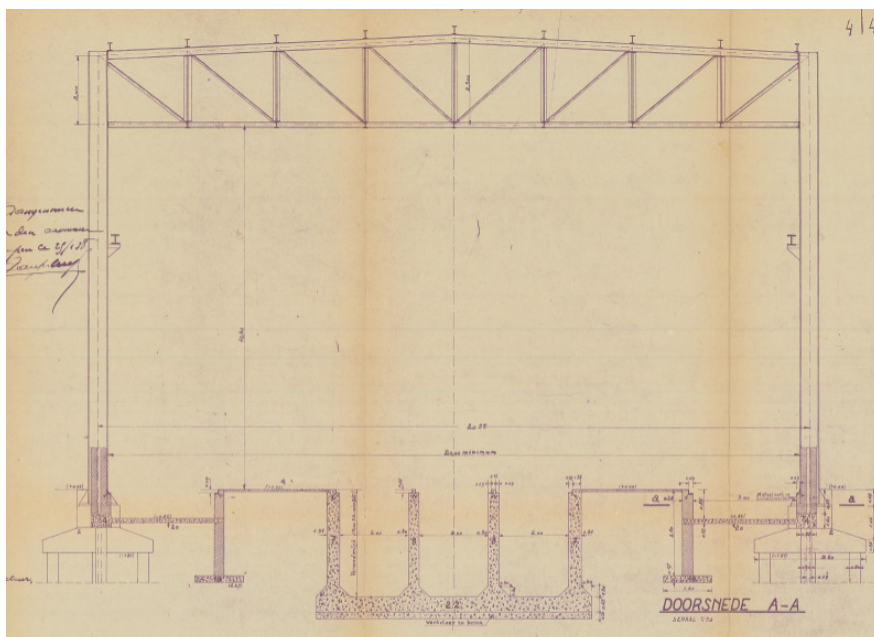


fig01

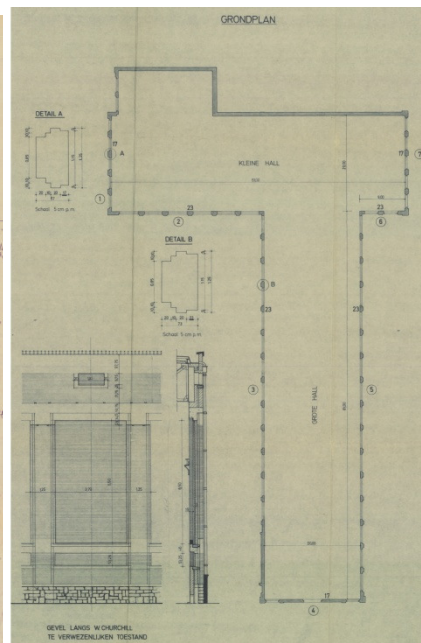


fig02

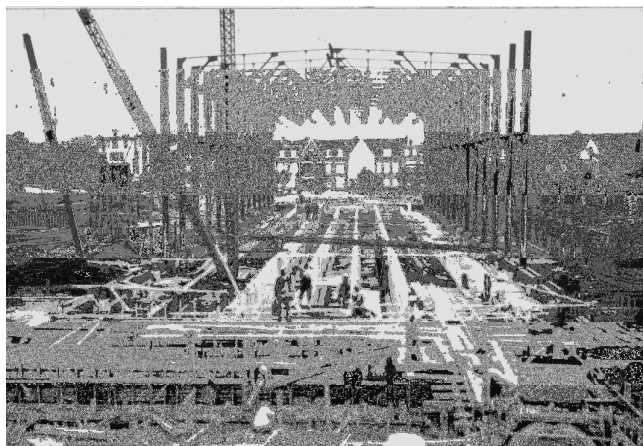


fig03



fig04

Van de stalen dakstructuur van de hallen zijn geen relevante productie- of uitvoeringstekeningen beschikbaar. De meest waarheidsgetrouwe afbeelding [fig05] is terug te vinden op de website van het Waterbouwkundig Labo: uit "Waterbouwkundig Laboratorium 75 jaar", P. De Laet; 2008 (originele bron onbekend). Op [fig05] is een aanzicht van de werkelijk uitgevoerde spanten te zien: men merkt het verschil met [fig01] (zie boven), waar het aantal onderverdelingen in het spant foutief ingetekend staat (8 i.p.v. 10), wat de relevantie van de archiefplannen aanbouw qua staalstructuur onderuit haalt.

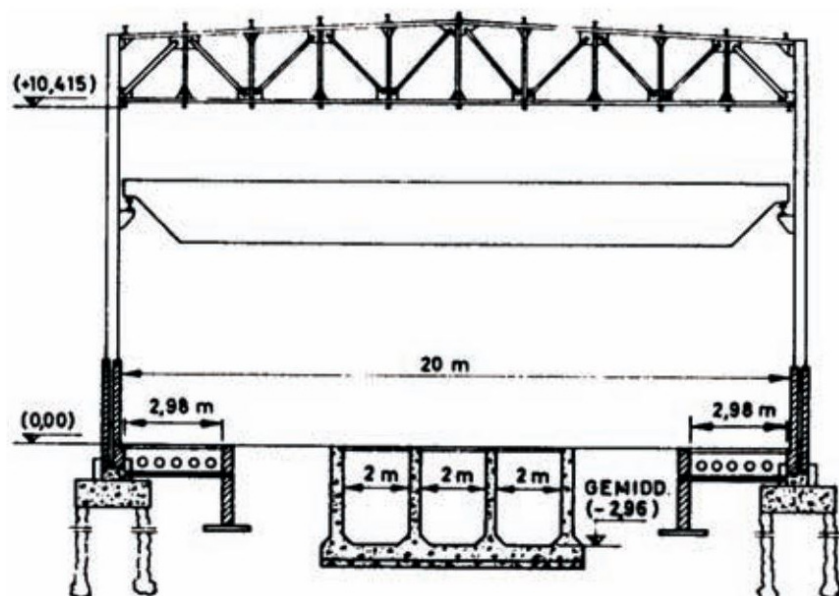


fig05

### 1.3 Werkwijzen

Bij gebrek aan relevante detailplannen en snedes van de dakstructuur, is er overgaan tot volgende opmetingen ter plaatse, uitgevoerd door Studieburo Mouton (dd. 24/10/2014 en 20/11/2014):

- Controlemetingen van de hoofdmaten van Hal 1 en Hal 2.
- Opmetingen + overzichts- en detailfoto's van elk onderling verschillend typespant (9 types).
- Opmeting en foto's overige structuurelementen (kolommen, windverbanden...).
- Opmeting en foto's van invulelementen en afwerkingslagen (plafond hallen, dakschil...).

Deze opmetingen werden als volgt verwerkt:

- Afzonderlijk in kaart brengen van constructie-elementen.
- Uiteenzetting van werking constructief systeem, zowel in zijn geheel als in zijn onderdelen.
- Aanvullende toelichting over invul- en afwerkingselementen (als aanzet voor controleberekeningen).

De geproduceerde info is vervolgens gebruikt voor het opmaken van een 3D computerrekenmodel in SCIA ENGINEER 2014:

- Geometrie in vereenvoudigde vorm, met conservatieve aannames van de vrijheidsgraden van de verbindingen.
- Permanente belastingen, met conservatieve aannames van de volumegewichten van de aanwezige materialen.
- Mobiele lasten aan de hand van huidige normen (wind, sneeuw...).
- Resultaten geïnterpreteerd en conclusies opgemaakt in functie van huidige situatie en mogelijke ingrepen. Er wordt met ander woorden geen volledige doorlichting van de structuur uitgevoerd, evenmin worden de bezwijkscenario's van de verbindingen verder in detail bestudeerd.

Tenslotte wordt er aan de hand van de gemaakte conclusies een overzicht van mogelijke ingrepen meegegeven, met bijhorende kostenraming.

## 2 Structuur-elementen

### 2.1 Profieltypes

De spanten zijn nagenoeg volledig opgebouwd uit gelijkbenige L-profielen (in verschillende grootten en wanddiktes) en samenstellingen daarvan. Onderstaand wordt een indeling voorgesteld, waarmee we de verschillende types kunnen groeperen.

Voor elke profieltype wordt een codering gehanteerd, deze zal terug te vinden zijn op de overzichtstekeningen van de spanten (zie § 3.2 Spanten).

In elke code komen volgende tekens voor:

- z** = zijden (=hoogte=breedte) van gelijkbenig L-profiel
- t** = wanddikten L-profiel
- s\*** = spatie tussen L-profielen onderling  
\* enkel bij samenstellingen: 0mm, 8mm of 10mm mogelijk

In "Bijlage Profiellijst" is een volledig overzicht terug te vinden van alle voorkomende profielen.

Bv. voor profieltype "L 50/5" ziet dit er als volgt uit:

Codering	<b>L 50/5</b>
Uitgebreid	L50x50x5
Voorkomen	SP1a-SP1b-SP1c-SP1d-SP2-SP3a-SP4b-SP4b-WVdak
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	480
Eenheidsmassa [kg/m]	3,8
Totale lengte [m]	324,1
Totale massa [kg]	1221,1

#### 2.1.1 "L" - enkelvoudig L-profiel

Codering [fig06]: **L z/t**

bv. "L 50/5" = gelijkbenig L-profiel met zijden 50mm en wanddikten 5mm

Voorkomen:

Minst belaste staven

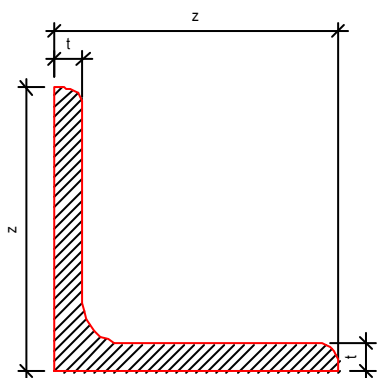


fig06



fig07

### 2.1.2 "LT" - dubbel L-profiel in T-vorm

Codering [fig08]: **LT z/t-s**

bv. "LT 50/5-8" = 2 gelijkbenige L-profielen met zijden 50mm en wanddikten 5mm, in T-vorm, met een spatie van 8mm.

Voorkomen: = trekstaven

zijn op 1/3<sup>e</sup> en 2/3<sup>e</sup> van hun lengte onderling verbonden d.m.v. klinknagels met rondellen als tussenspatie [fig09 + fig10]

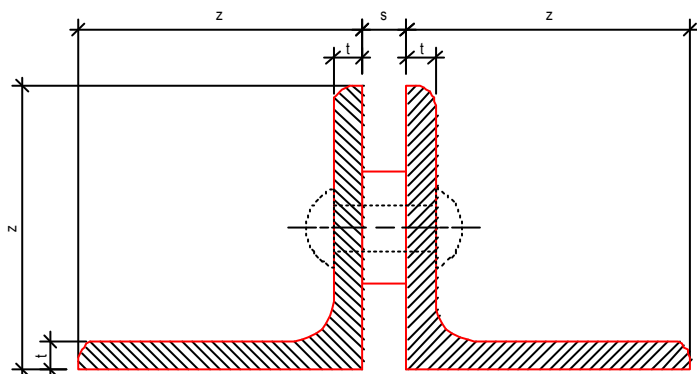


fig08



fig09



fig10

### 2.1.3 "LX" - dubbel L-profiel in kruisvorm

Codering [fig11]: **LX z/t-s**

bv. "LX 50/5-8" = 2 gelijkbenige L-profielen met zijden 50mm en wanddikten 5mm, in kruisvorm, met een spatie van 8mm volgens beide richtingen.

Voorkomen: = drukstaven

om de excentriciteiten van de krachten in de individuele staven te compenseren zijn beide profielen op  $1/3^e$  en  $2/3^e$  van hun lengte onderling verbonden d.m.v. kruiselings doorstekende plaatjes en klinknagels [fig12 + fig13]

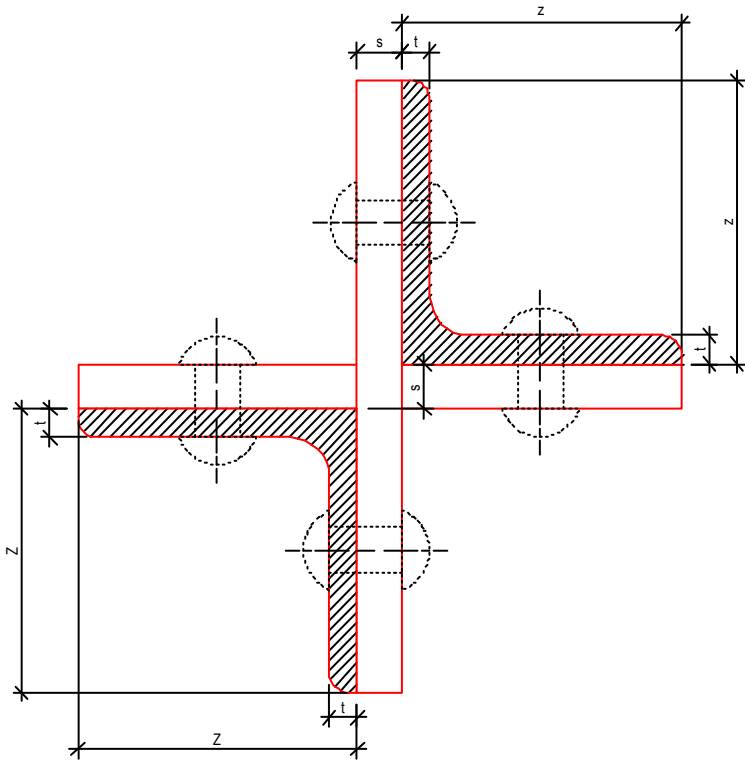


fig11



fig12



fig13



### 2.1.4 Bijzondere samenstellingen

Op enkele plaatsen zijn bijzondere samenstellingen terug te vinden (zie Bijlage Profielenlijst):

- Plaatselijk verhogen druk-/trekcapaciteit LX-profiel: bv. LT 80/8-10 + LT 50/5-10 (SP3b)
- Versteving tegen uitkippen gedrukte bovenregel: LT 150/15-10 + 2xL70/7 (SP3a-b)
- Versteving middenstijl volgens zwakke richting: UPN300 + LT 70/7-10 + PL160\*10 (SP3a-b)

### 2.1.5 Kolommen

Standaard kolom (= kolom "in de rij") [fig14]:

- Profieltype: HEA400\* + PL210x10
- Flens langs binnenzijde uitgedikt door staalplaat 210x10mm, enkel t.h.v. spanten.

Hoekkolom [fig15]:

- Profieltype: HEA450\* + 2 x UPN300
- Bijzondere samenstelling, versterkt om zijn zwakke as.
- Op lange zijde (onderaan en bovenaan) zijn extra platen toegevoegd om spanten op te monteren.

*\*HEA400 en HEA450 zijn typesecties waarvan de afmetingen (vermoedelijk) overeenkomen met de gedeeltelijk opgemeten flenzen en lijven. Een volledige opmeting is enkel mogelijk d.m.v. destructief onderzoek: plaatselijk vrijkappen, eventueel tijdens werken te verifiëren.*

(zie Bijlage Profielenlijst)



fig14



fig15

## 2.2 Verbindingen

Er zijn twee soorten verbindingen te onderscheiden:

### Geklinknagelde verbindingen:

- Alle verbindingen in spanten zelf: spanten zijn geprefabriceerd en in geheel op werf geleverd [fig16].
- Knopen samengesteld door verbindingsplaten (8-10mm dik) [fig17].
- Vorm verbindingsplaten i.f.v. te verbinden profielen (driehoek, vierkant, trapezium...).

### Geboute verbindingen (zie 6-hoekige boutkoppen en moeren [fig18 + fig19]):

- Alle verbindingen die ter plaatse gerealiseerd zijn (= montage): tussen spanten onderling en tussen spanten en kolommen, windverbanden of gordingen.
- Diagonale spanten ea. op uiteinde (boven- en onderknoop) voorgeplooide (45°) verbindingsplaten.
- Gordingen in de onderplaat voorzien van borgmoeren (dubbele moer).



fig16



fig17



fig18



fig19

### 3 Constructief systeem

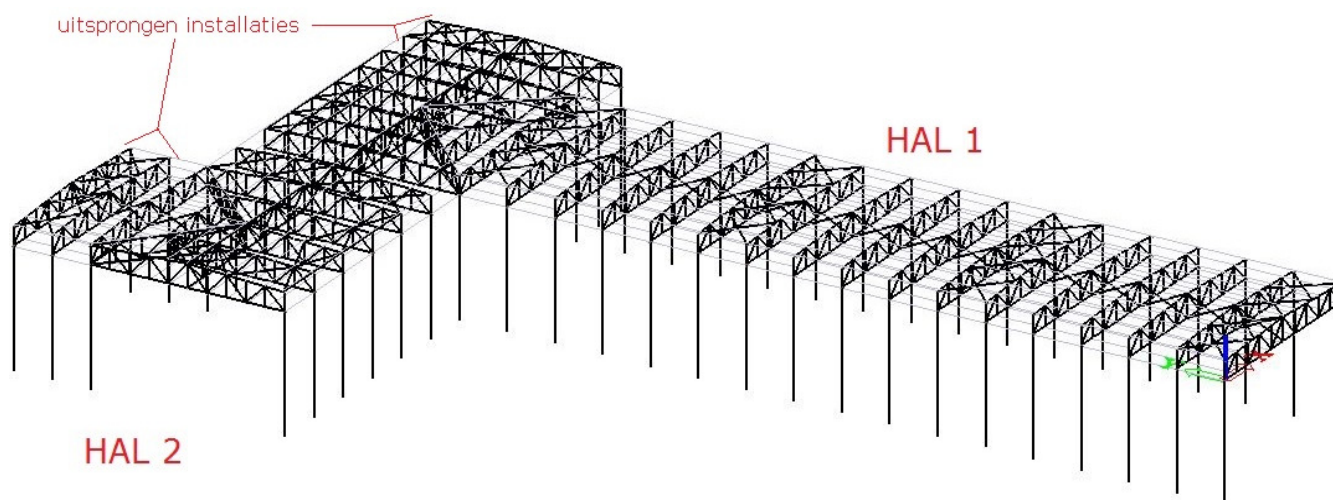


fig20

Hal 1 (= de "Grote Hal") en Hal 2 (= de "Kleine Hal") zijn in L-vorm aan elkaar gebouwd. Om de rechthoekige oppervlakte van de hal zelf ten volle te kunnen benutten, is aan elke hal een uitsprong voorzien voor het onderbrengen van de pompinstallaties. [fig20]

#### 3.1 Kolommen

De stalen kolommen [fig21 + fig22 + fig23] lopen door van funderingen tot de dakplaat. De spanten zijn tussen deze kolommen aangebracht. Hun totale lengte is ca. 12,5m met een vrije lengte onder spanten van ca. 10,4m. Via voetplaat met verstijgingsvinnen [fig22] zijn ze in de betonnen funderingsstructuur verankerd, wat een ingeklemde knoop doet veronderstellen.

Onderling zijn ze op halve hoogte verbonden door een looprail voor de kraanligger. Boven en onder de (oorspronkelijke) grote ramen zijn ze eveneens verbonden door dwarse betonnen liggers.

De kolommen zijn in de hallen over hun volledige hoogte omgeven door metselwerk, t.h.v. spanten is enkel de buitenste helft ingemetseld.



fig21



fig22

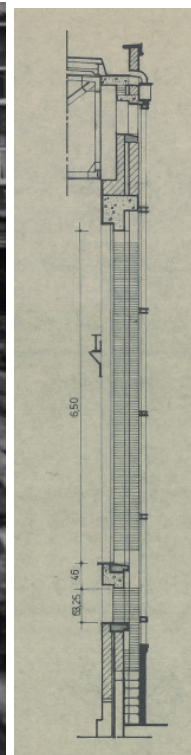


fig23

### 3.2 Spanten

Globaal kunnen we de spanten indelen in een groep "standaard spanten", Type 1, en een groep "hoekspanten", Types 2 - 3 - 4. Zie volgende paragrafen voor de oorsprong van deze indeling.

Hoewel ze in één en dezelfde fase zijn gebouwd, is het opvallend dat Hal 2 niet als perfecte kopie van Hal 1 is ontworpen.

Tussen spanten die zich in principe op vergelijkbare posities bevinden en dus identieke overspanningen moeten maken, zijn er toch verschillen op te merken in het aantal onderverdelingen.

Als algemene regel kan gesteld worden: minder onderverdelingen vertalen zich in grotere profielsecties en grotere verbindings- en verstijvingsplaten t.o.v. de verwante spanten uit de andere hal.

Aangezien dit verschil danig prominent is, zijn de Typespanten van Hal 1 en Hal 2 apart opgemeten en maken we verdere indelingen naar subtypes (a-b-c-d).

Algemeen dient voor alle spanten volgende vaststelling meegegeven te worden: er lijkt een relatief recente schilderbeurt uitgevoerd te zijn. Daarbij zijn alle onderdelen geschilderd (grijze verf), in zoverre ze bereikbaar waren.

Voor de bovenzijde van de bovenregels was dit echter niet het geval: in combinatie met het (constant) aanwezige condensatievocht, heeft er zich bovenaan de spanten op verscheidene plaatsen roestvorming ontwikkeld (zie foto's doorheen dossier).

Naar onderen toe lijken er eerder bevuildingen door afdruiwend roestwater voor te komen, dan zones van actieve roestvorming.

### 3.2.1 Standaard spanten: Types SP1(a-b-c-d)

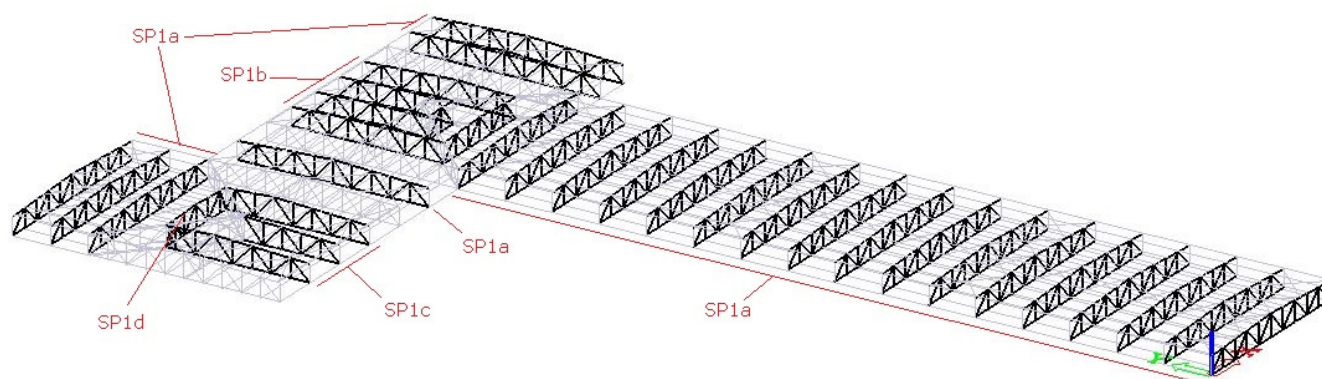


fig24

De spanten van Type SP1a realiseren de normale, dwarse overspanning van 20m over de volledige breedte van de hallen, van kolom tot kolom. Ze worden zonder enige variatie, repetitief herhaald om de 5m. M.a.w. een typische opbouw van een industriehal.

SP1a komt ook nog terug in beide uitsprongen en in één spant tussen Hal 1 en Hal 2.

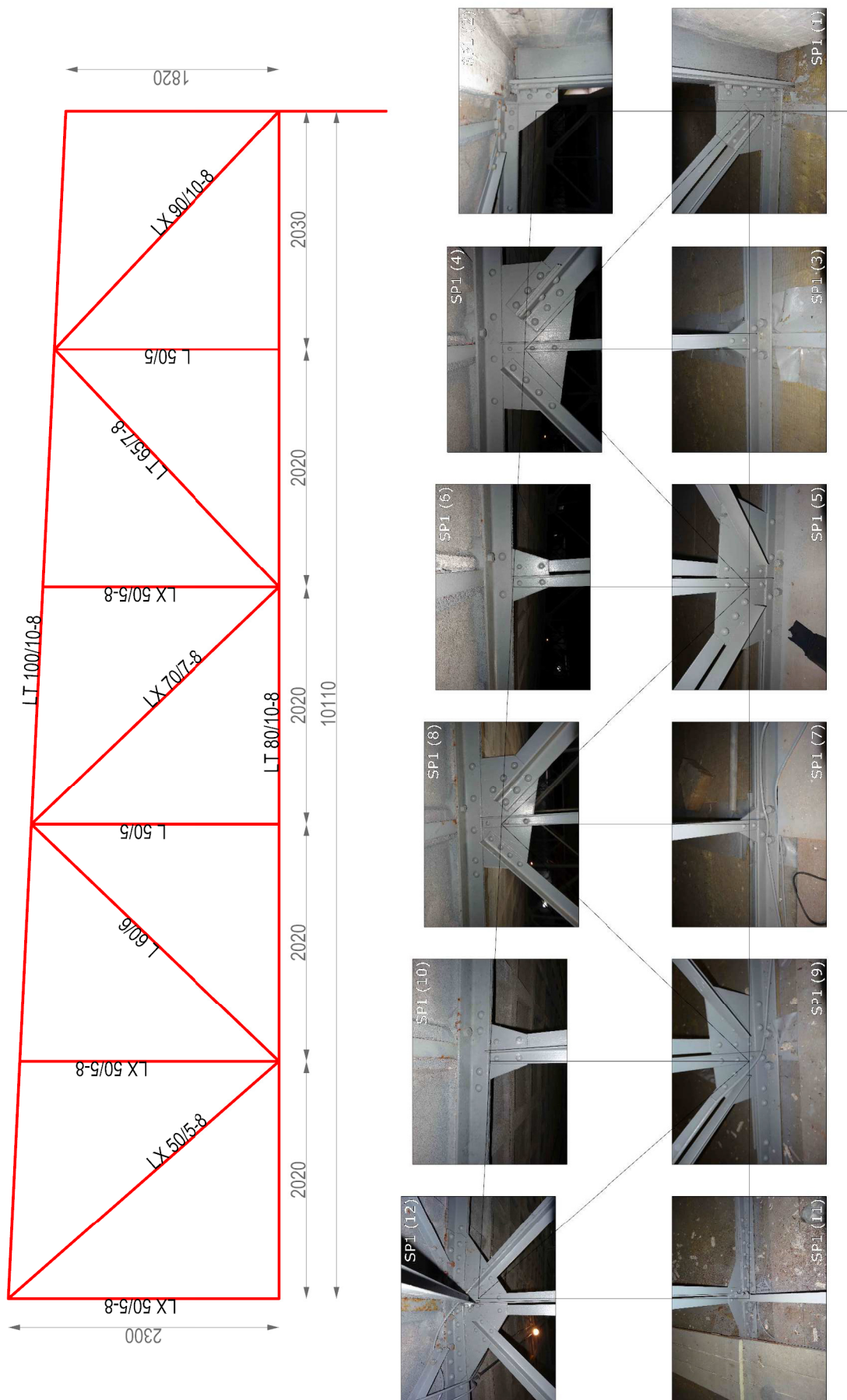
Types SP1b - SP1c - SP1d vullen de vakken tussen de "hoekspanten" (zie verder). Ze lopen niet volledig door van kolom tot kolom, maar tussen een kolom en een diagonaal (SP1b - SP1c), of tussen twee diagonalen (SP1d).

Door het verschil in krachtwerving vertonen ze voor bepaalde staven variaties t.o.v. Type SP1a, zowel in profieltype als in sectie.

Op volgende pagina's tonen we enkel een overzichtstekening met knoofoto's voor een halve spant van Type SP1a [fig25]. Voor de overige subtypes verwijzen we naar de bijgeleverde digitale informatie.

# Type SP1a

fig25



SPANT 1A  
1/50 aanzicht  
(foto's niet op schaal)

### 3.2.2 Hoekspanten: Types SP2 - SP3(a-b) - SP4(a-b)

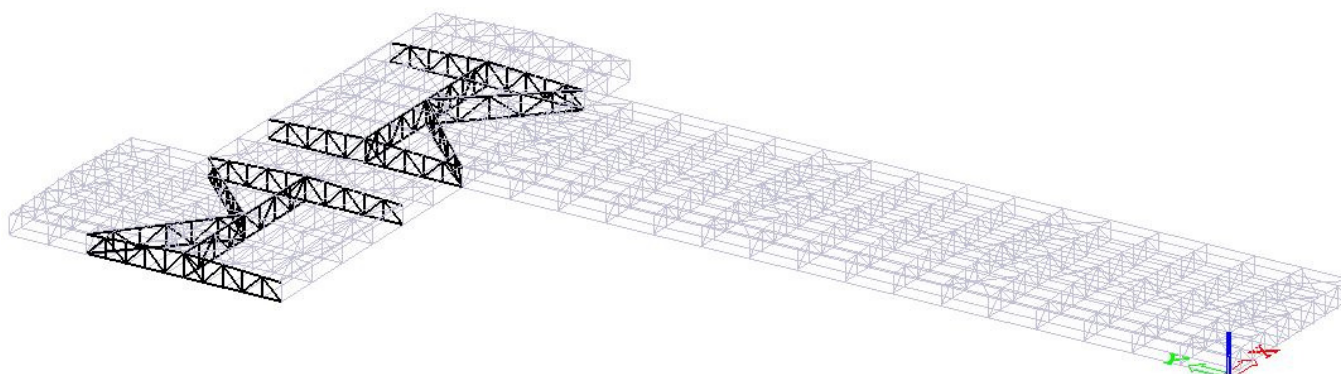


fig26

De "hoekspanten" zijn een aantal spanten, die samen fungeren als primaire dragers voor het overspannen van de hoeken van 90°, enerzijds tussen Hal 1 en Hal 2 en anderzijds tussen Hal 2 en zijn uitsprong [fig26].

Types 2 en 3 vormen samen de H-vormige ruggengraat voor deze hoekoplossing en kenmerken zich door profielsecties die uitgesproken zwaarder zijn dan bij alle andere spanten.

De Types SP4 zijn de diagonalen onder de "binnenhoeken" van de dakvlakken (onder de keelgoten dus), waar de Types SP1(b-c-d) als secundaire dragers op aantakken, zoals eerder reeds aangegeven.

#### Type SP2

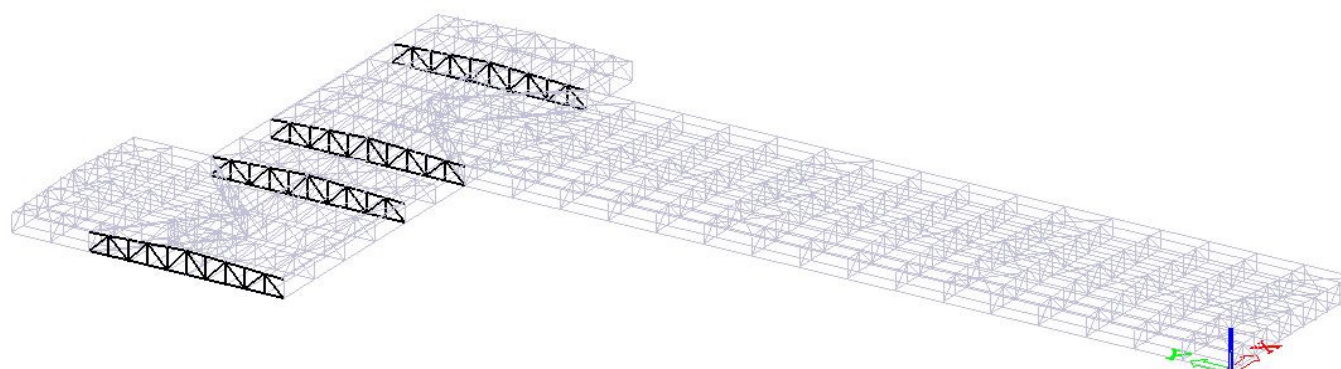


fig27

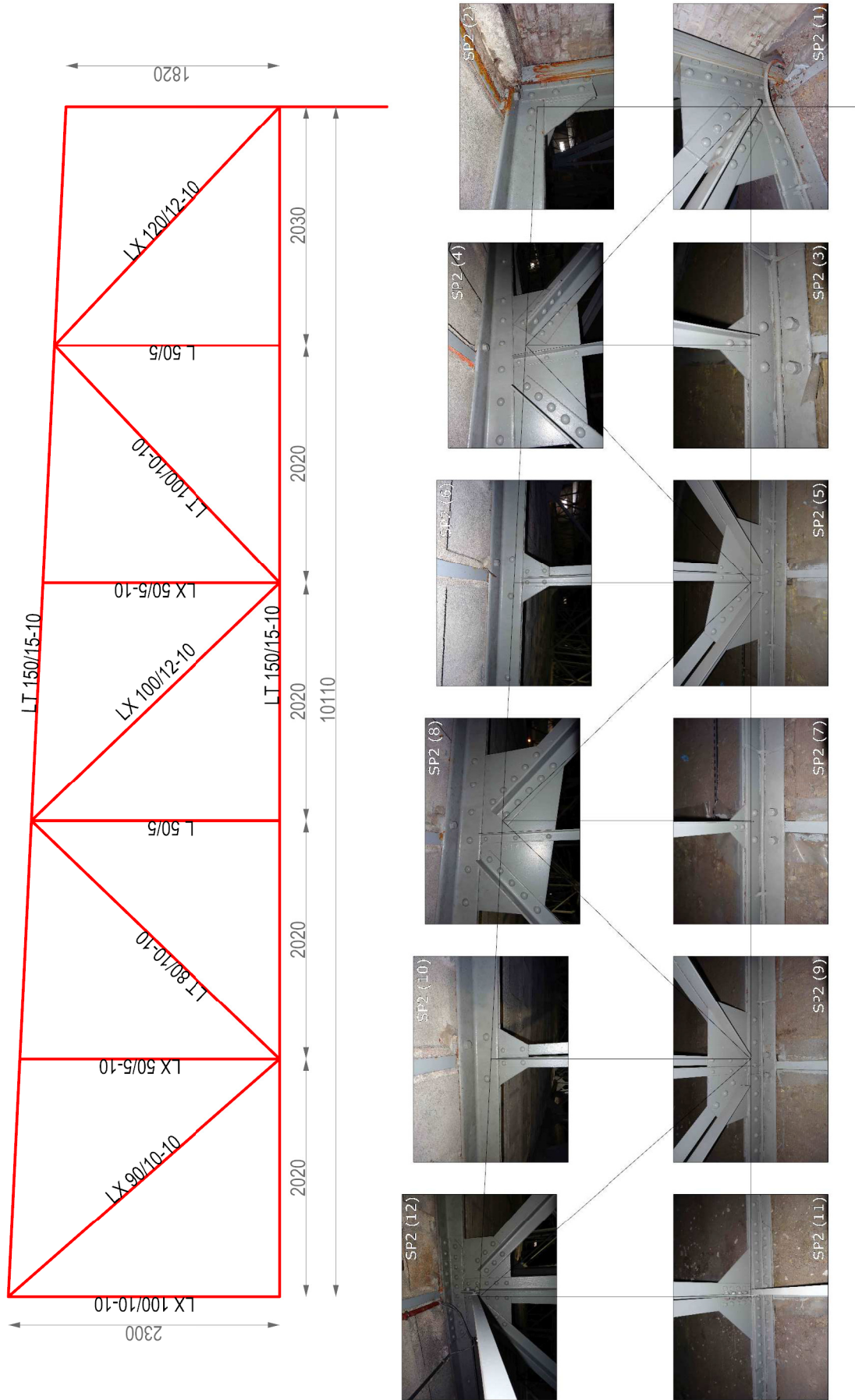
Spant Type SP2 maakt telkens de overspanning van een hoekkolom aan de éne zijde naar een gewone kolom (in de rij) aan de andere zijde. [fig27]

Qua opbouw is SP2 in principe de verzwaarde versie van Type SP1a: qua profieltypes (L-LT-LX) is de opbouw identiek, maar de secties zijn duidelijk zwaarder. [fig28]

Er is geen onderling verschil tussen de spanten van Hal 1 en Hal 2.

# Type SP2

fig28



SPANT 2  
1/50 aanzicht  
(foto's niet op schaal)



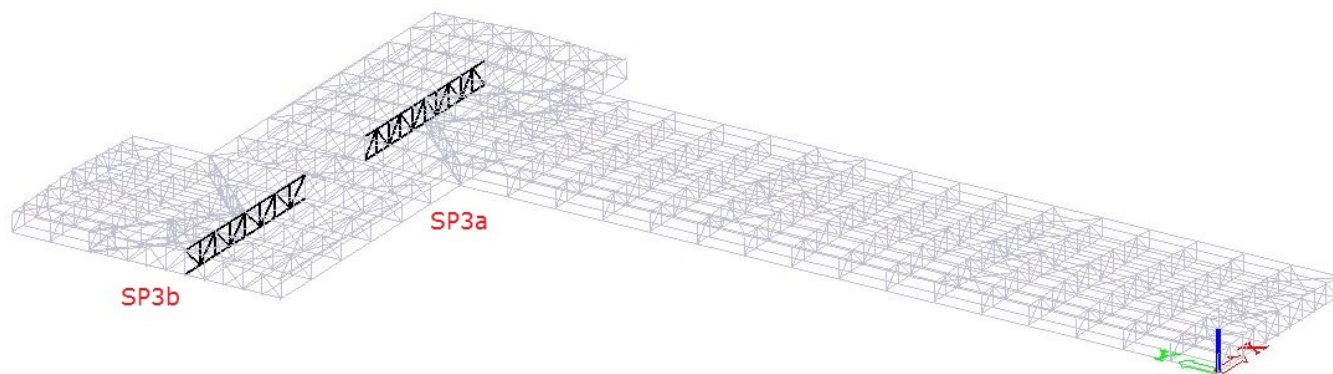
**Type SP3(a-b)**

fig29

De spanten van Type SP3 takken onder een hoek van  $90^\circ$  aan op de middens van spanten Type SP2. [fig29] Op de foto's SP3a(1) en SP3a(2) (idem voor SP3b), is duidelijk te zien hoe de hoekknopen (resp. onder- en bovenknoop) van SP3 zijn vastgebouwd aan de middenste verticaal van SP2: zie de 6-hoekige boutkoppels tussen de klinknagels.

Bijzonderheid aan Type SP3 t.o.v. alle andere types: deze bevinden zich onder de nok van het dak, de bovenregel is dus over de volle lengte horizontaal zonder knik.

Tussen de SP3a (Hal 1) en SP3b (Hal 2) merken we een verschil op qua aantal onderverdelingen: resp. 10 tegen 8, waardoor bij SP3b een aantal verzwaringen voorkomen t.o.v. SP3a (zowel qua profieltype als sectie).

Zie beide subtypes uitgewerkt in tekeningen met knoofoto's. [fig31 + fig32]

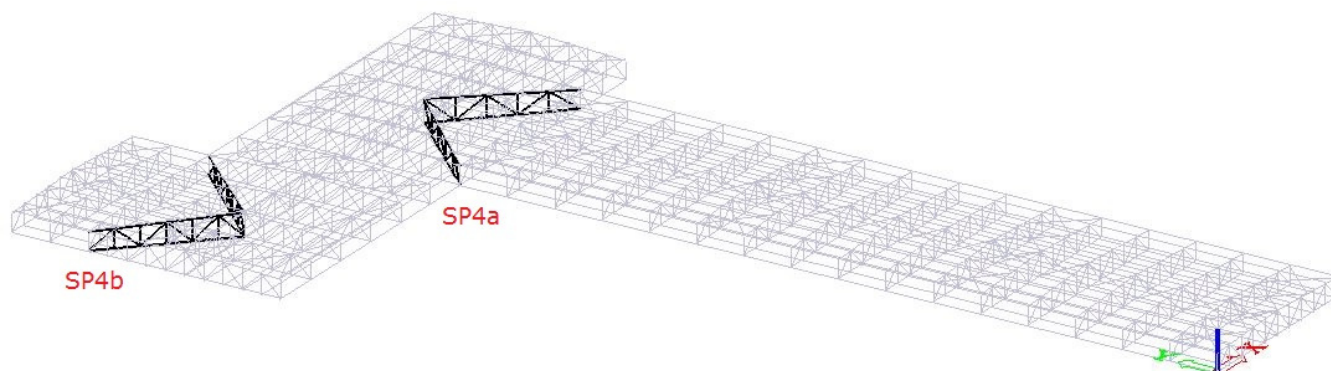
**Type SP4(a-b)**

fig30

De spanten van Type SP4 zijn halve spanten, die zich qua globale vorm (uitgerokken) en aantal onderverdelingen schikken naar de omgevende spanten.

Ook hier verschilt het aantal vakken in het spant: SP4a (Hal 1) telt 5 vakken en er takken 2 spanten Type SP1a op aan (op  $2/5^e$  en  $4/5^e$  van de volledige lengte).

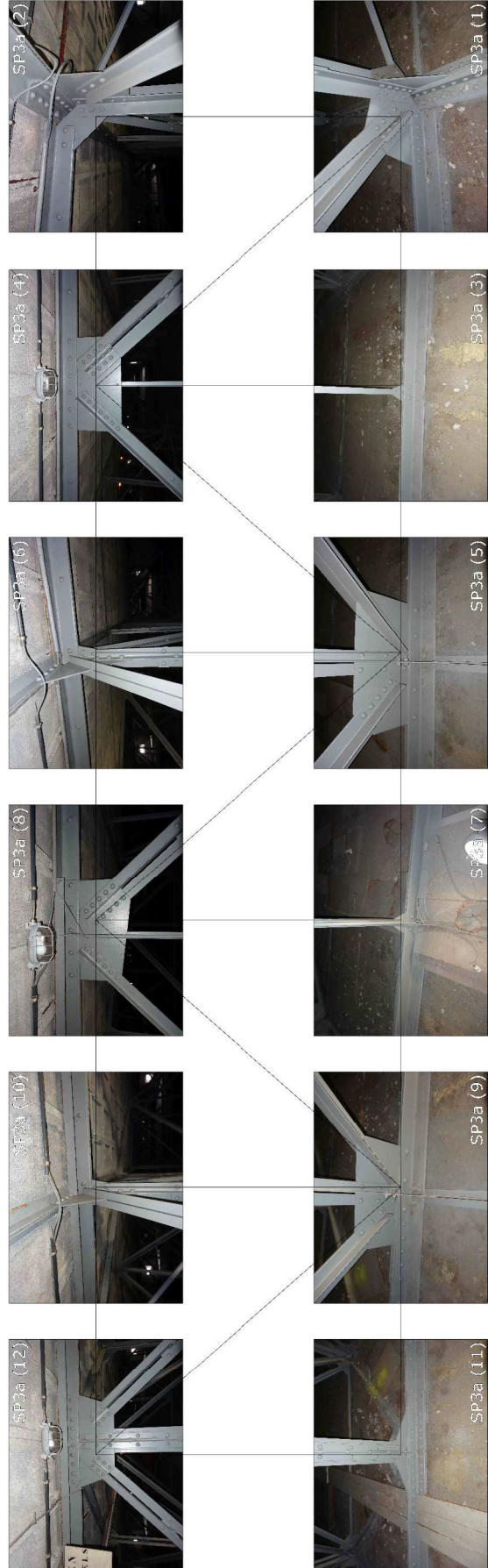
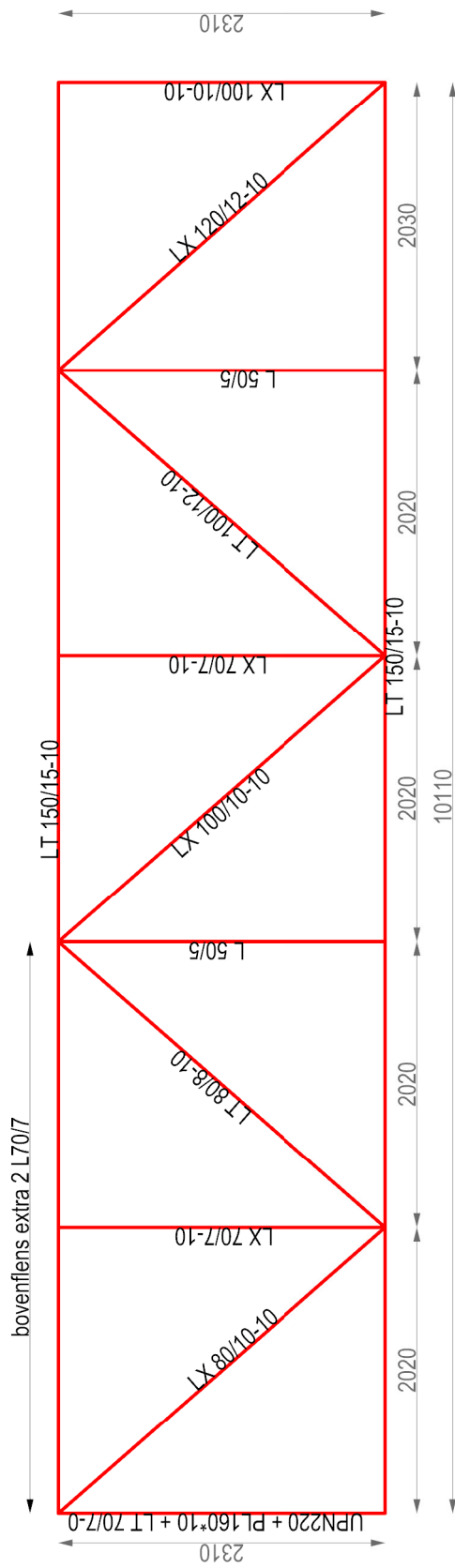
SP4b (Hal 2) heeft 6 vakken en er takt slecht 1 spant Type SP1d op aan in het midden van de volledige lengte.

Dit levert verschillende krachtswerkingen, wat zich dus ook weerspiegelt in de schikking van de profieltypes (verschillende posities trekkers/drukkers). Qua profielsecties leunen de Types SP4 meer aan bij de Types 1, dan bij Types SP2 en SP3.

Zie beide subtypes uitgewerkt in tekeningen met knoofoto's. [fig33 + fig34]

# Type SP3a

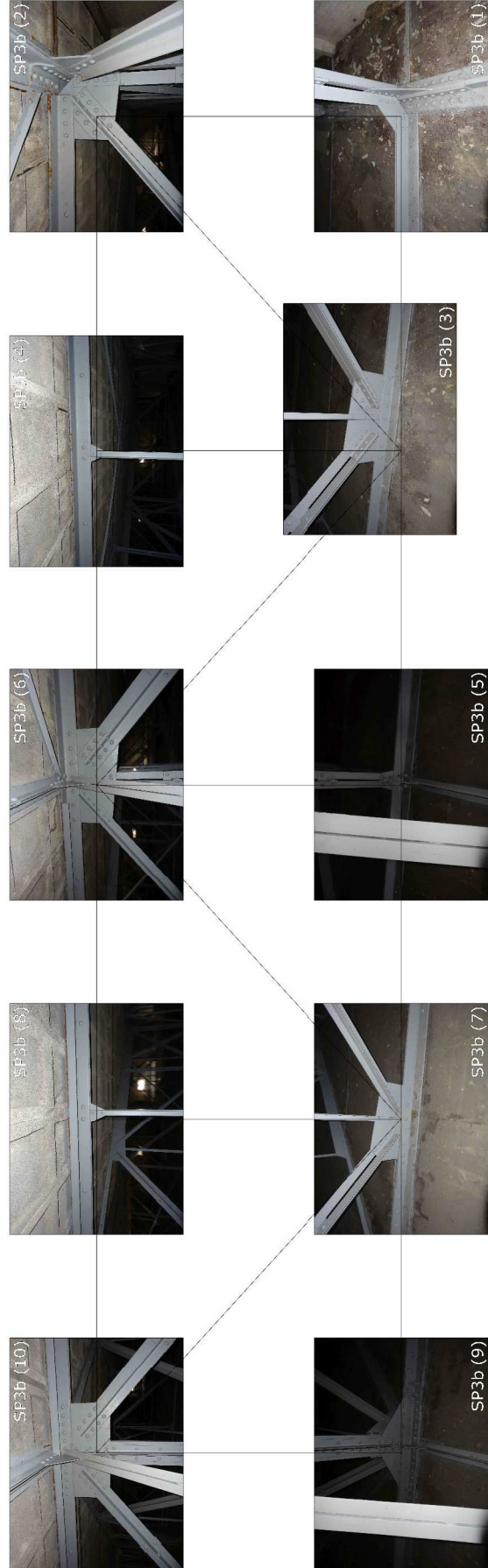
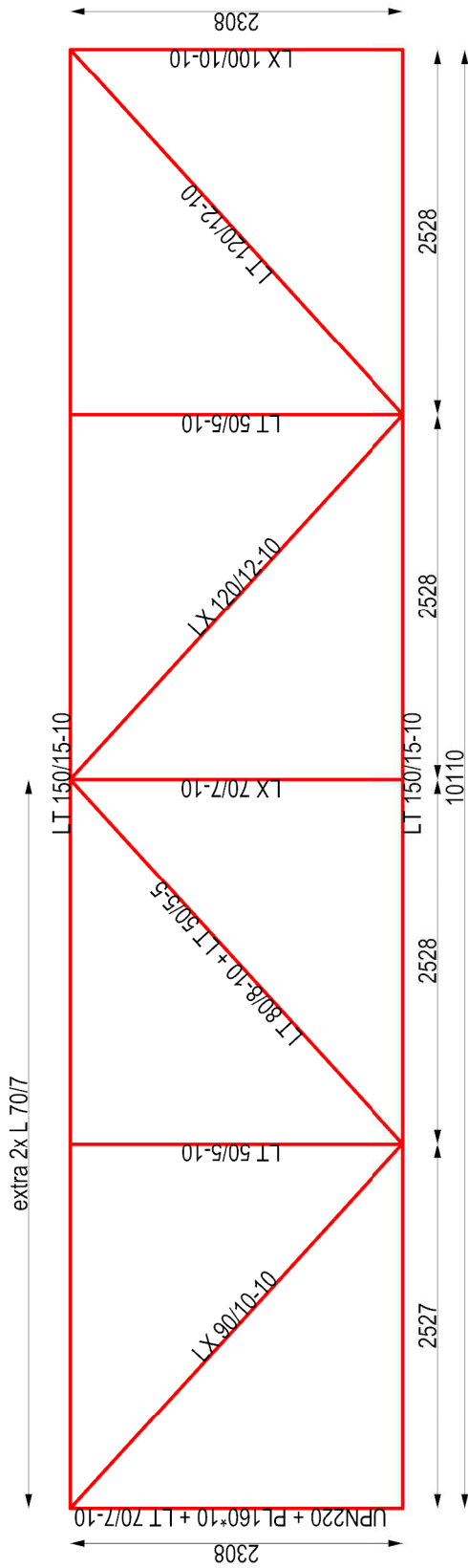
fig31



SPANT 3A  
1/50 aanzicht  
(foto's niet op schaal)

**Type SP3b**

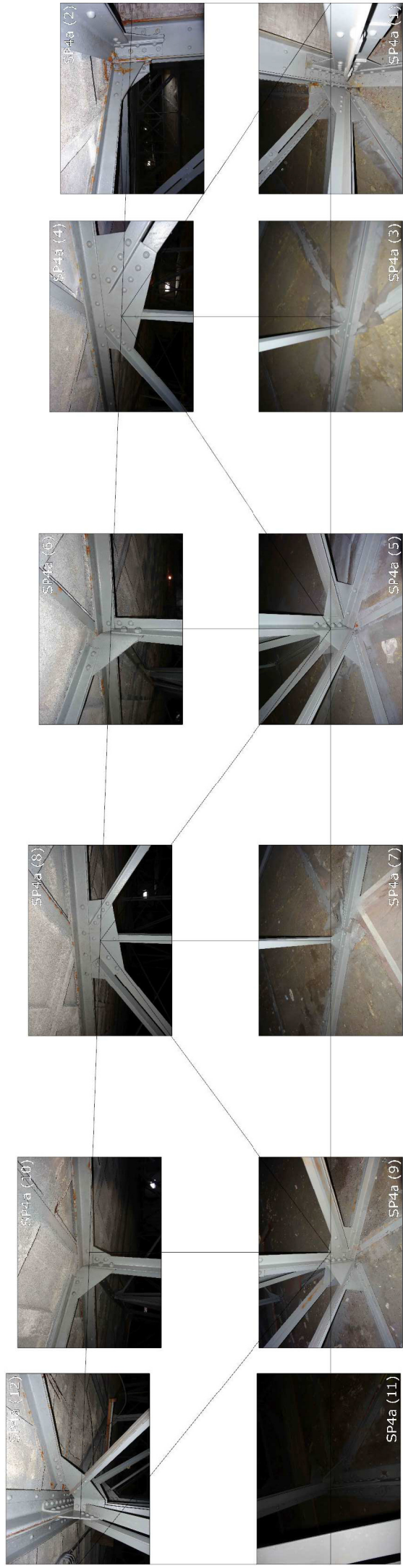
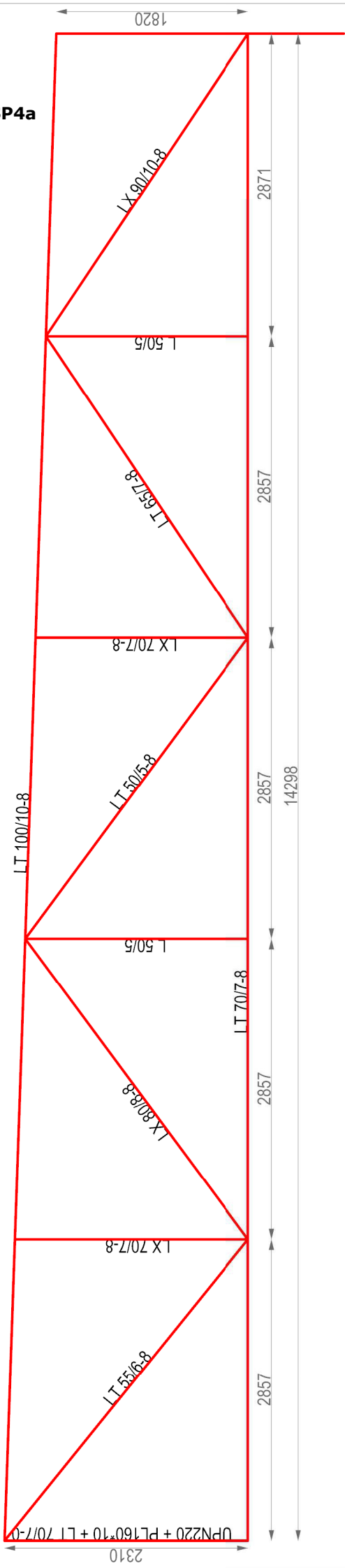
fig32



SPANT 3B  
1/50 aanzicht  
(foto's niet op schaal)

**Type SP4a**

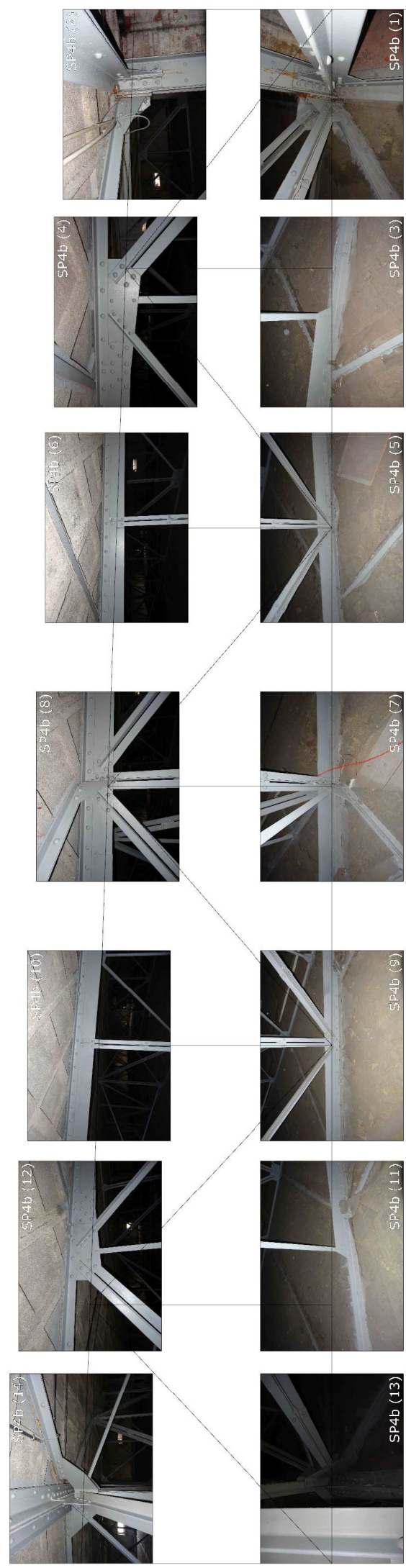
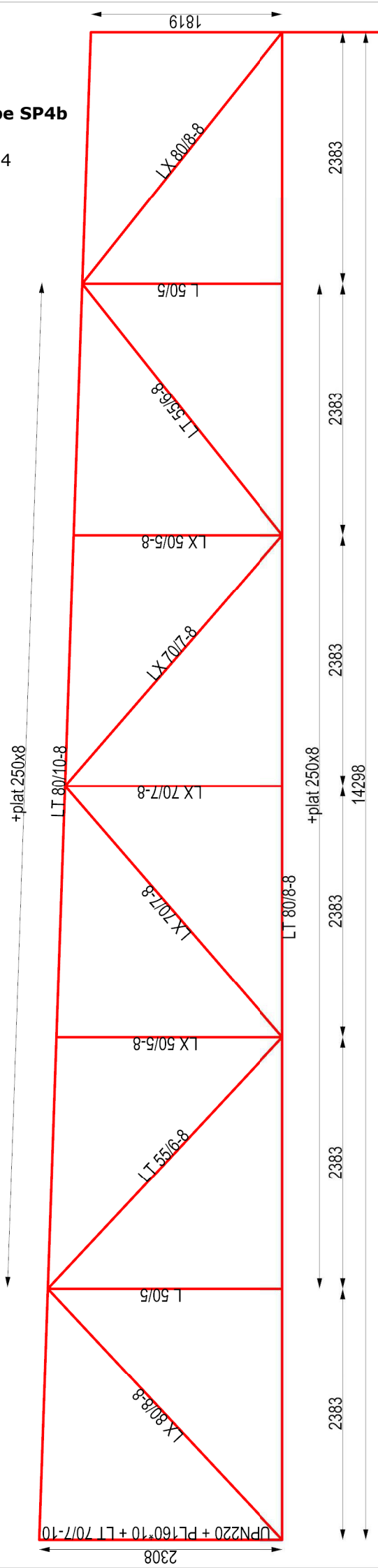
fig33



SPANT 4A  
1/50 aanzicht  
(foto's niet op schaal)

**Type SP4b**

fig34



SPANT 4B  
1/50 aanzicht  
(foto's niet op schaal)

### 3.3 Windverbanden

#### 3.3.1 Horizontale windverbanden

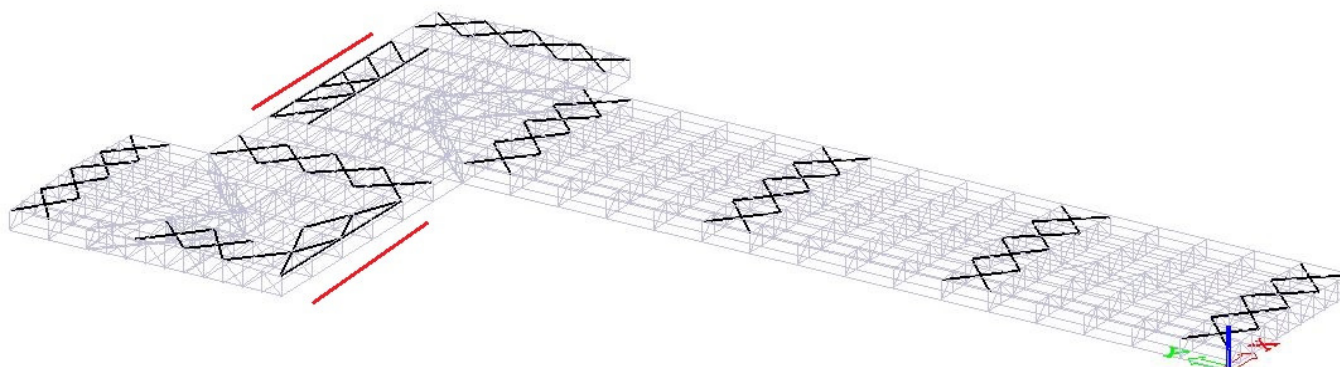


fig35

Zie verder in §4.4 Conclusies: de portieken (2 kolommen + tussenliggend spant) zijn als autostabiel te beschouwen onder invloed van de optredende verticale belastingen én de horizontale (wind)belasting volgens de langsrichting van het portiek, m.a.w. de wind op de langsgevels van de hallen.

Aangezien we in de kopgevels van de hallen zwaar metselwerk en beton terugvinden (vooral zwaar uitgevoerde hoeken), kunnen we er van uit gaan dat de windbelasting op deze gevels deels wordt opgenomen en herverdeeld door de gevels zelf [fig36].

Maar er zijn ook verbindingen (op de ringbalk verankerde gordingen) zichtbaar tussen de kopgevels en het eerstvolgende spant, waardoor we kunnen vermoeden dat deze krachten ook deels worden doorgegeven naar de langsgevels via de windverbanden tussen de 2 eerste spanten.

Bijzonder geval zijn de twee kopgevels bij de hoekoplossingen, zie aanduiding op [fig35].

Hier zijn zwaardere profielen terug te vinden in de windverbanden, gedimensioneerd op het doorgeven van drukkrachten. Aangezien in deze zone de "portiekwerking" van de spanten onvolledig is (geen 2<sup>e</sup> kolom, maar aantakken op SP3a-b), kunnen we de windverbanden beschouwen als een herverdeelsysteem naar het geheel van de hoekspanten toe. Van daaruit worden de krachten verder afgeleid naar de overliggende hoekkolommen en langsgevels.

Op [fig40] is te zien hoe de verbindingen tussen de spanten en de portieken scharnierend voorzien zijn, ter plaatse gemonteerd bij aanbouw van de hallen.

Op [fig41] is te zien hoe sommige windverbanden doorhangen en dus niet onder spanning staan (of kunnen komen te staan).



fig36

fig37



fig38



fig39



fig40



fig41



### 3.3.2 Verticale windverbanden

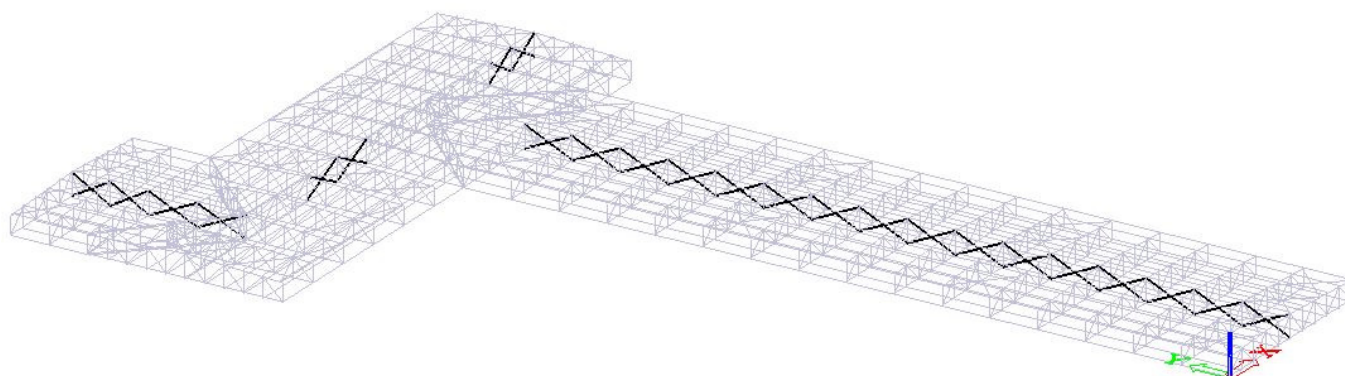


fig42

Op de middenassen (onder de nokken) van de hallen en uitsprongen bevinden zich tussen de spanten telkens 2 L-profielen, in de vorm van een verticaal gepositioneerd andreaskruis.

De "volwaardige werking" van deze andreaskruisen als "windverband" valt in vraag te stellen, aangezien daar reeds ruim aan wordt voldaan met de eerder beschreven systemen.

Naar functie toe, kan men stellen dat ze, naast een steunende werking bij montage, voorzien zijn ter aanvullende dwarse stabilisatie van ieder spant: beveiliging tegen uitknikken van de bovenregels onder drukspanning.

Zie [fig42], voor de "lege zones": hier komen de spanten SP3a en SP3b voor, dewelke in principe deze functie plaatselijk invullen.



fig43

### 3.4 Invul- en afwerkingselementen

#### 3.4.1 Gordingen

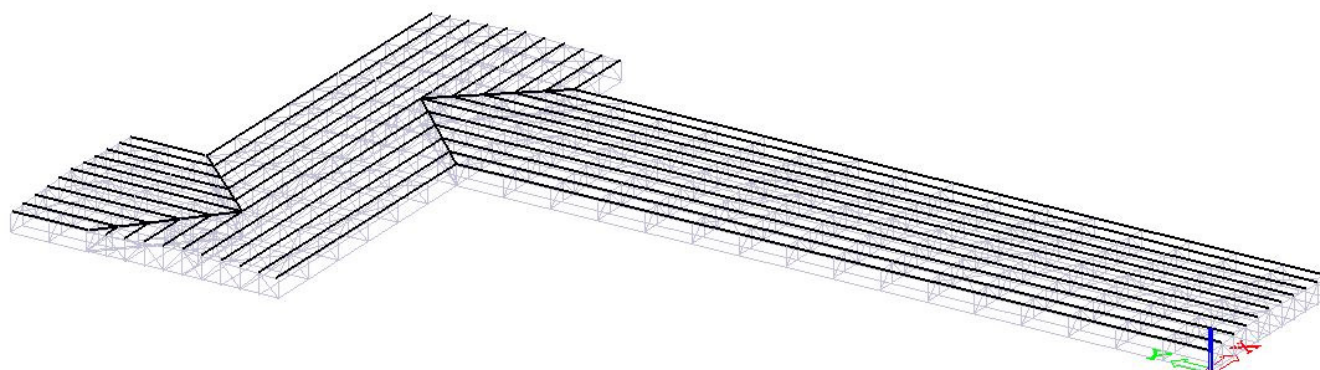


fig44

#### 8.5 Belgium Sections

Reference to a handbook dated about 1930 shows that standard continental sections ranging from 80 x 42 to 550 x 200 were produced in Belgium.

Unlike the French however a **lighter** version of all sections from 100 x 49.5 to 560 x 198 were also produced. Sufficient technical detail of continental sections has already been provided and therefore no information is given of these reduced profiles.

Belgium also produced a few special light beams with narrow flanges viz:—

100 x 44 x 7.35kg	(3.94ins x 1.73ins)
120 x 44 x 8.98kg	(4.73ins x 1.73ins)
140 x 50 x 10.7kg	(5.51ins x 1.97ins)
160 x 50 x 11.9kg	(6.30ins x 1.97ins)
180 x 55 x 14.4kg	(7.09ins x 2.17ins)
200 x 60 x 17.0kg	(7.87ins x 2.36ins)

and also produced wide flange DIL and DIN sections as already tabulated.

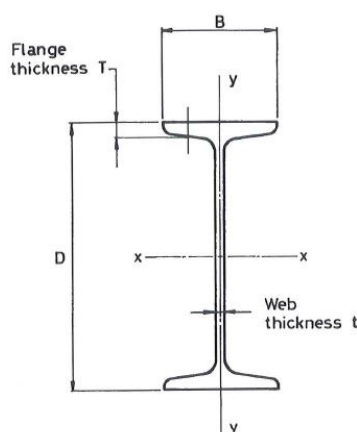


fig45 + fig46

(Bron: Historical Structural Steelwork Handbook, W. Bates CEng FStructE)

De gordingen wijken af van de standaardmaten die gekend zijn voor IPN profielen. In de literatuur is vermelding gevonden van een in België geproduceerd profiel 180x55mm met versmalde flenzen. Deze sectie komt overeen met het profiel dat gebruikt is als gordingen in de hallen.

De boven- en ondergordingen liggen dwars op de spanten, om de 2 meter en zijn bevestigd met bouten, resp. bovenop de bovenregel en onderaan de onderregel van ieder spant [fig48].

Hun functie is de overdacht van de belastingen naar de spanten: bovenaan de betoncassettes en de steeldeck van de dakschil en onderaan de betonnen plafondplaten.

De gordingen zijn in elkaars verlengde geplaatst, in 2 afwisselende lengtes, zie [fig47]:

- ca. 7 meter, over 2 spanten heen (tussenafstand spanten is 5m) + uitkraging van 1m weerszijden.
- ca. 3 meter, om de ruimte tussen 2 lange gordingen op te vullen.
- verbindingen tussen 2 opeenvolgende gordingen d.m.v. L-profielen, t.h.v. momentnulpunt.

Halfweg tussen de spanten zijn er doorheen de gordingen ronde stalen trekstaven aangebracht, zie eveneens [fig49]. Vermoedelijk zijn deze gebruikt om de opeenvolgende gordingen netjes in elkaars verlengde uit te lijnen en zo de invulelementen maatvast te plaatsen.

Door de boutgaten op halve hoogte aan te brengen leveren de staven bovendien een extra veiligheid tegen het uitklimmen van de gording.



fig47



fig48

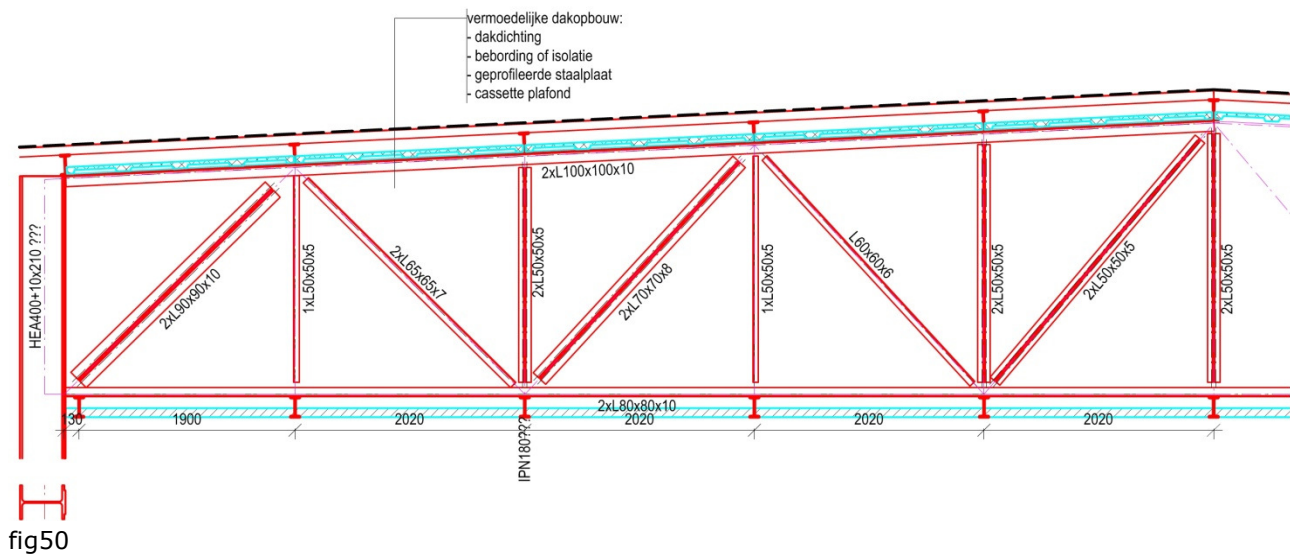


fig49

Zoals eerder vermeld bij de spanten lijken de gordingen, uitgezonderd de bereikbare onder- of bovenzijde, niet mee geschilderd te zijn. Op de weinige plekken waarop de gordingen zichtbaar zijn boven het cassetteplafond, is zeer sterke roestvorming vastgesteld. [fig49]

Zie verder in §5 Voorgestelde ingrepen: het vervangen van deze gordingen is aangewezen.

### 3.4.2 Dakschil



- Cassetteplafond:**
- Prefab betonelementen van ca. 500x2000mm, met elk 4 "cassettes".
  - Dragend van gording naar gording (m.a.w. volgens langsrichting spanten).
  - Naast elkaar gepositioneerd zonder bijkomende verbinding of druklaag.
  - Soortelijk gewicht beton: monstername levert schatting van 1300kg/m<sup>3</sup> [fig54]  
 → 57kg/m<sup>2</sup> oppervlaktelast.
  - Plaatselijk in zeer slechte staat → zie dossier betononderzoek ABG:
    - betonstukken afgebrokkeld
    - blootliggende wapening
    - doorgeroeste wapening
    - doorhangende cassettes
    - cassettes in hun geheel naar onderen gestort
    - ...

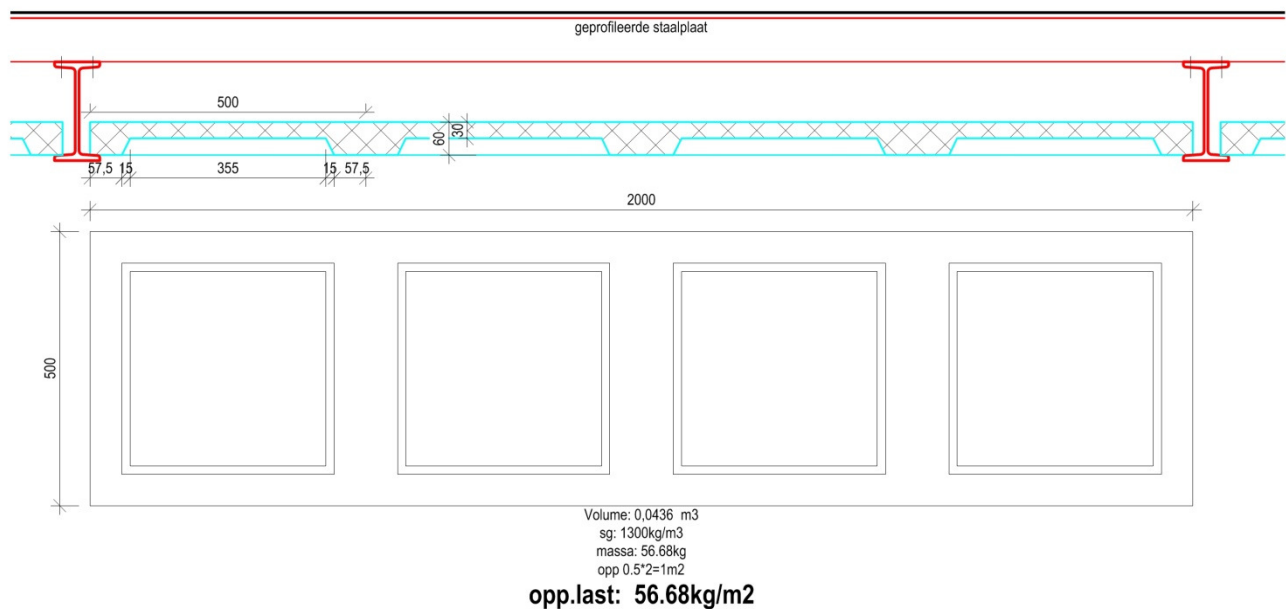


fig51



fig52

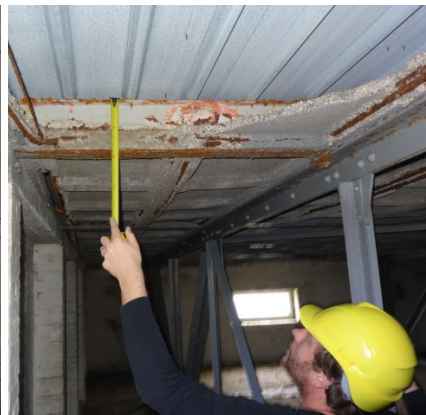


fig53



fig54

Geprofileerde Staalplaat:

- *Vermoedelijk* toegevoegd achteraf, geen onderdeel van originele bouw.
- Vast geschoten op bovenflens gordingen.
- Langs onderen zichtbaar op plaatsen waar cassetteplafond naar onderen gestort is.
- Onduidelijk op te maken in welke staat ze zich bevinden:
  - Plaatselijk lichte roestvorming te zien. Is dit overal? Of erger op andere plaatsen?
  - Verbindingen met gordingen? Overal intact of plaatselijk losgekomen?

Bebording / Isolatie:

- *Vermoedelijk* is er bovenop de geprofileerde staalplaat een multiplex bebording of isolatie voorzien.
- Rechtstreeks op geprofileerde staalplaat geschroefd (zichtbaar langs onderen).
- Onmogelijk op te maken in welke staat ze zich bevinden.

Dakdichting:

- Bitumineuze dakdichting: "roofing". [fig55]
- In relatief goede staat: gedurende de levensduur van de constructie reeds vernieuwd.



fig55

### 3.4.3 Plafond hallen



fig56



fig57



fig58

Betonplaat:

- 70-80mm dik.
- Mogelijks voorzien in licht beton: zie rapport ABG. Verder in theoretische berekening is er echter met een conservatiever volumegewicht van 2500 kg/m<sup>2</sup> gerekend.
- Dragend van gording naar gording (overspanning 2m).
- Plaatselijk voorzien van ronde openingen voor fotografie-opstellingen (heden in onbruik?).
- Langs onderen gecementeerd.

Isolatie:

- Stroken minerale wol van 100mm dikte.

## 4 Theoretische analyse

### 4.1 Geometrie

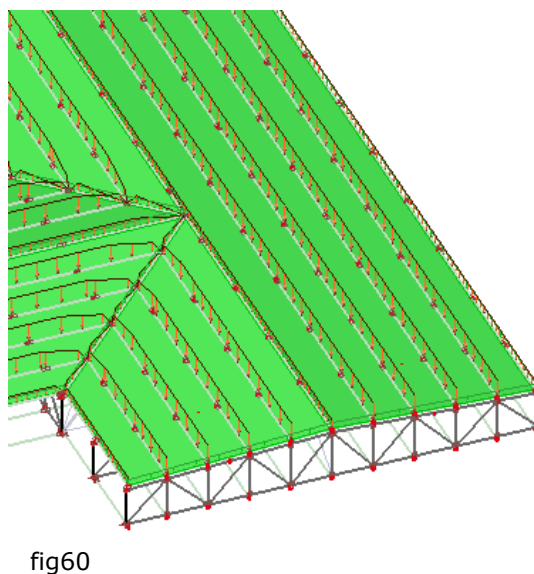
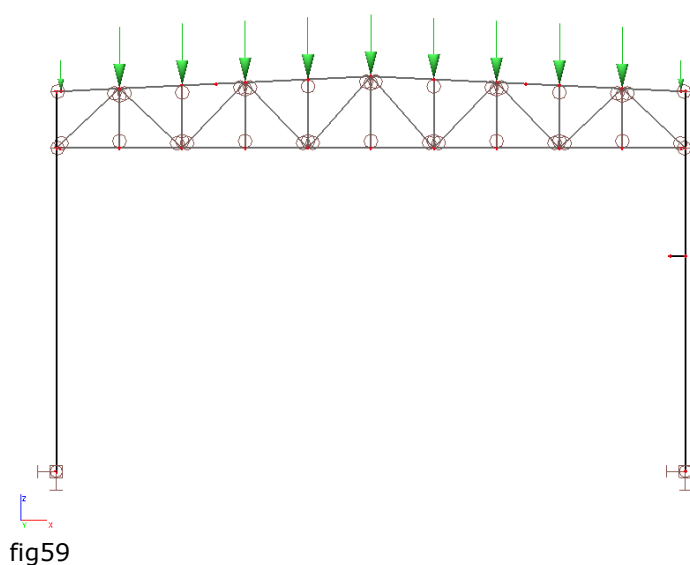
Eenzijds is de geometrie in zijn geheel uitgetekend, met alle opgemeten spanten en hun varianten op hun werkelijke posities (zie figuren vorig). We nemen aan dat de spanten zich onderling op gelijke tussenafstanden bevinden. Met lokale onregelmatigheden (bv. uitgebogen staaf windverband) en uitzonderlijke uitsnijdingen (bv. ravelen trappen) is geen rekening gehouden, wegens niet relevant voor deze analyse.

Anderzijds zijn ter controle aparte portieken uitgetekend, bestaande uit 1 spant SP1a en 2 kolommen ter ondersteuning. [fig59]

Aannames verbindingen en steunpunten:

- Boven en onderlijger zijn doorlopend in werkelijkheid: stijf verbonden in model.
- Verbinding boven- + onderregel met verticale en diagonale profielen daartussen worden als scharnierend beschouwd.
- Verbindingen met kolommen (boven- + onderhoek) worden eveneens scharnierend ingegeven.
- Kolommen worden volledig ingeklemd onderaan (+ aanvullende controleberekening met scharnieren).
- Gordingen worden mee gemodelleerd (zie belastingen), scharnierend verbonden met de spanten.

Staalsoort: S235 voor alle onderdelen.



### 4.2 Belastingen

Er is voor de optredende belastingen uitsluitend uitgegaan van gelijkmatig verdeelde belastingen (geen lokale puntlasten ed.). Onderstaand wordt toegelicht welke belastingen we kunnen onderscheiden en met welke aannames ze begroot worden (uitgedrukt in  $\text{kN/m}^2$ ).

De oppervlaktelasten worden omgezet naar lijnlasten, aangebracht op de gordingen (bovenste = lasten dakschil; onderste = lasten plafond). Daarbij wordt door het rekenprogramma een correcte verdeling berekend. Dit resulteert voor het grootste deel in éénparig verdeelde lijnlasten. Echter ter hoogte van de raaklijnen tussen de deelopervlakken (kilgoten en nokken) krijgen we lineaire verlopende lijnlasten. [fig60]

Voor de aparte portieken worden de éénparig verdeelde lijnlasten nogmaals omgerekend naar puntlasten, rechtstreeks aangebracht op de spanten. [fig59]

#### 4.2.1 Permanente belastingen

G1.01 - Dakschil: Cassetteplafond + Steeldeck + Bebording + Dakdichting:  
 $g_k = 80\text{kg/m}^2 = \mathbf{0,80\text{ kN/m}^2}$

G1.02 - Plafond hallen: Betonplaat 80mm dikte:  
 $g_k = 2500\text{kg/m}^3 \cdot 0,08\text{m} = 200\text{kg/m}^2 = \mathbf{2,00\text{ kN/m}^2}$ \*

(\* conservatieve aanname, in realiteit mogelijks lichter beton voorzien)

#### 4.2.2 Mobiele belastingen

Q1.01 - Onderhoudslast: (NBN EN 1991-1-1 ANB:2005)  
 Cat H.: Daken enkel toegankelijk voor gewoon onderhoud en herstelling:  
 $\alpha \leq 20^\circ$ ;  $A = 100\text{m}^2$  per spant  
 $q_k = (0,8 - A/100) \geq 0,2\text{kN/m}^2 = \mathbf{0,20\text{ kN/m}^2}$

Q2.01 - Sneeuw: (NBN EN 1991-1-3 ANB:2007)  
 $\alpha \leq 30^\circ$ ;  $\mu_i = 0,8$ ;  $C_e = C_t = 1$ ;  $s_k = 0,50\text{kN/m}^2$   
 $s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = \mathbf{0,40\text{ kN/m}^2}$

Q3.01 - Wind: (NBN EN 1991-1-4 ANB:2005)  
 Terreincategorie III: voorstedelijk gebied (conservatief)  
 Fundamentele basiswindsnelheid Antwerpen:  $v_{b,0} = 25\text{m/s}$ .  
 Extreme stuwdruk i.f.v. hoogte ( $z = 14\text{m}$ ):  $q_p(z_e) = 733\text{N/m}^2$

Verticaal = op dakvlak: Winddrukcoëfficiënt:  $c_{pe+} = +0,2$  (= neerwaarts)  
 $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 147\text{N/m}^2 \approx \mathbf{0,15\text{ kN/m}^2}$

Horizontaal = op gevels\*\*: Winddrukcoëfficiënt:  $c_{pe+} = +0,8$  (= drukzijde)  
 $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 586\text{N/m}^2 \approx \mathbf{0,60\text{ kN/m}^2}$   
 Winddrukcoëfficiënt:  $c_{pe+} = -0,5$  (= zuigingzijde)  
 $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 367\text{N/m}^2 \approx \mathbf{-0,37\text{ kN/m}^2}$

\*\* de horizontale windrukken op de gevels zijn eveneens oppervlaktelasten die worden omgezet naar lijnlasten op de kolommen.

Q4.01 - Kraanbrug\*\*\*: Puntlast van 5 ton, excentrisch aangebracht op midden van kolom.  
 $Q_k = \mathbf{50\text{ kN}}$

\*\*\* enkel ter bijkomende controle in model aparte portiek.



### 4.3 Resultaten en conclusies

We bespreken in deze nota enkel de resultaten voor 1 "standaard portiek" met een spant Type SP1a. De resultaten voor de andere types spanten zijn analoog.

Verplaatsingen: Weergave van omhullenden per staaf voor verplaatsingen in BruikbaarheidsGrensToestand - Zeldzame Combinatie (BGT-ZC).

Verticaal (spant): [fig61] Maximaal toelaatbare verplaatsing:  $\delta_{\max} = L/300 = 20.000/300 = 67 \text{ mm}$   
 Bovenregel:  $\delta = 23,4 \text{ mm}$   
 Onderregel:  $\delta = 23,0 \text{ mm}$   
 →  $\delta \approx 1/855 \ll \delta_{\max}$

De grootste verticale verplaatsing bevindt zich in het midden van de overspanning en blijft ver onder de theoretisch maximaal toegelaten verplaatsing.

De werkelijke doorbuigingen zullen groter uitvallen dan in het theoretisch model, aangezien dit laatste geen rekening houdt met de slip in de verbindingen: de klinknagels die zich "zetten" (= verschuiven) in de ronde openingen van de verbindingen.

Deze toename is moeilijk te begroten, maar de theoretische resultaten geven alleszins aan dat er een ruime marge voor is.

De theoretische resultaten houden rekening met een neerwaartse winddruk van  $0,15 \text{ kN/m}^2$ . De maximaal voorkomende opwaartse winddruk (zuiging) bedraagt  $-1,20 \text{ kN/m}^2$  (= lokaal t.h.v. de hoekzones aan bovenwindse zijde dak). Het eigengewicht van de spanten + de permanente belasting vanwege het betonnen plafond ( $>2,00 \text{ kN/m}^2$ ) compenseren deze (lokale) opwaartse winddruk ruimschoots, zelfs als er uitgegaan wordt van een lichtere beton voor het plafond. Dus kan men concluderen dat het tijdelijk wegnemen van de dakschil en het vervangen door een variant met minder eigengewicht geen opwaartse verplaatsingen kan opleveren en dus geen verdere controles behoeft.

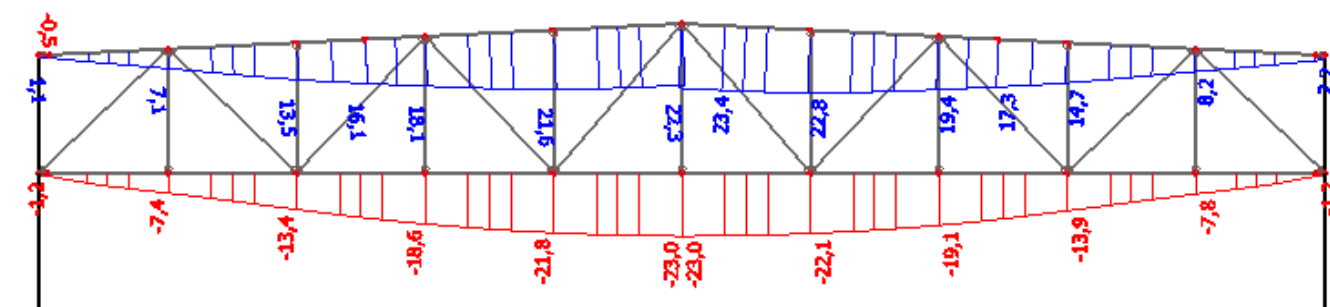


fig61

Horizontaal (kolom): [fig62] Maximaal toelaatbare verplaatsing:  $\delta_{\max} = L/300 = 12.500/300 = 42 \text{ mm}$   
 Drukzijde wind:  $\delta = 22,7 \text{ mm}$   
 Zuigingzijde wind:  $\delta = 24,3 \text{ mm}$   
 →  $\delta \approx 1/515 < \delta_{\max}$

Bij het interpreteren van de horizontale verplaatsingen dient enerzijds in acht genomen te worden dat de modellering als portiek met vrijstaande kolommen een zeer conservatieve benadering is: in werkelijkheid is iedere kolom omgeven door de gevelopbouw van metselwerk en beton.

Anderzijds is er wel gerekend op een volmaakte inklemming van de kolomvoeten: zie ook [fig22] uit vorig: de kolommen zijn m.b.v. een wijde voetplaat met verstijgingsvinnen in het beton verankerd.

De grootste horizontale verplaatsing bedraagt ca. 25mm, waarmee we op een veilige marge van de maximaal toelaatbare blijven.  
 Hieruit kan geconcludeerd worden dat de portieken in hun langsrichting als autostabiel te beschouwen zijn. Zoals eerder besproken leveren de windverbanden dus slechts aanvullende steun in de dwarsrichting van de spanten.

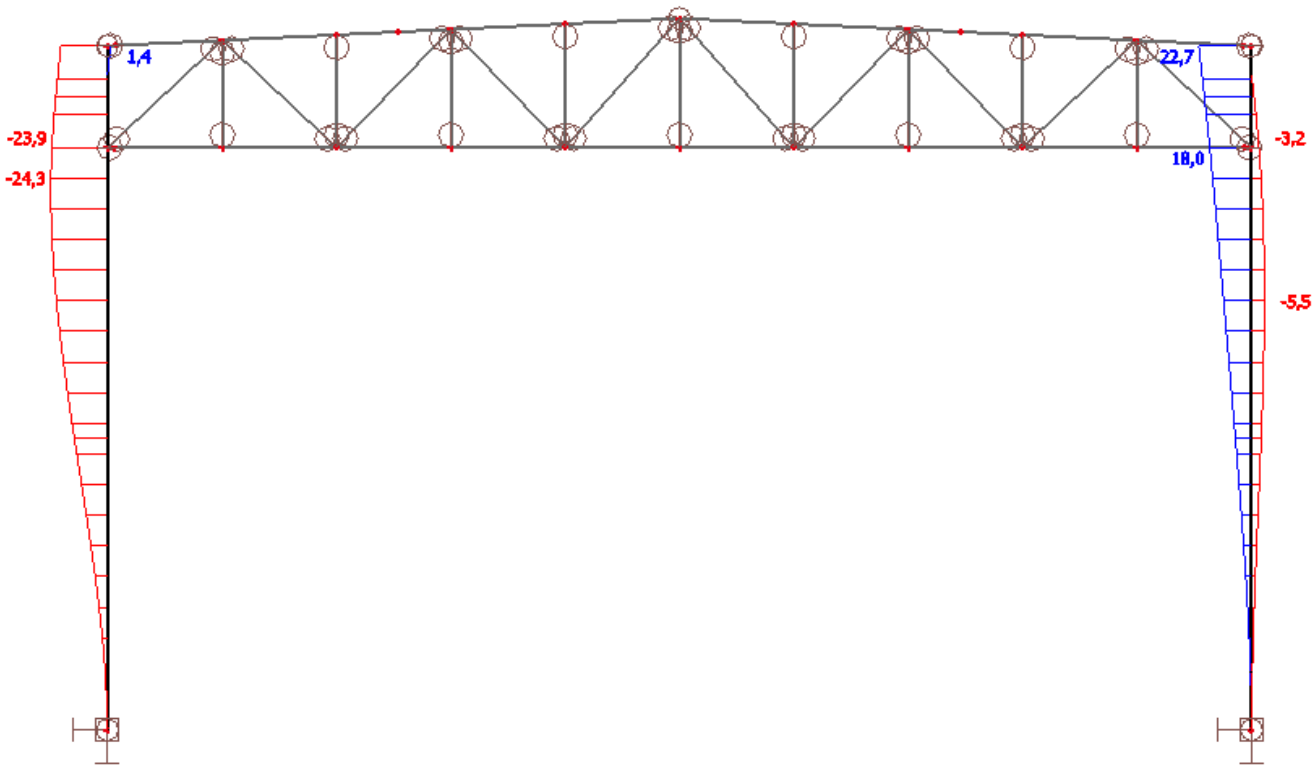


fig62

**Spanningen:** Weergave van omhullenden per staaf voor maximale staafspanningen (Von Mises) in Uiterste GrensToestand (UGT).  
 S235 staal: vloeigrens  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$

Bovenregel: [fig63]  $\sigma_{VM} = 122 \text{ N/mm}^2$  (max. druk)

Onderregel:  $\sigma_{VM} = 140 \text{ N/mm}^2$  (max. trek)

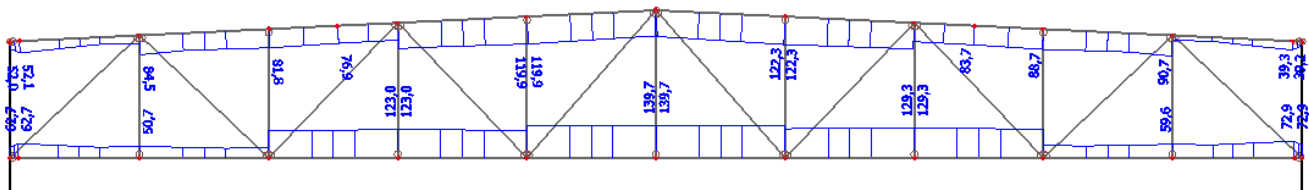


fig63

Diagonalen: [fig64]       $\sigma_{VM} = 122 \text{ N/mm}^2$  (max. trek)  
 $\sigma_{VM} = 90 \text{ N/mm}^2$  (max. druk)

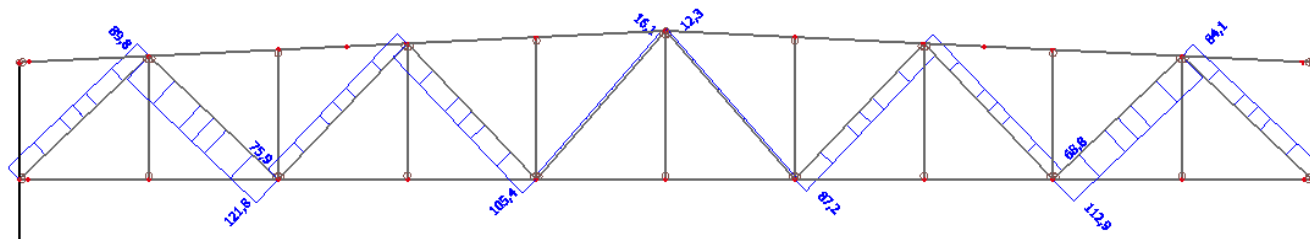


fig64

Verticalen: [fig65]       $\sigma_{VM} = 58 \text{ N/mm}^2$  (max. trek)  
 $\sigma_{VM} = 17 \text{ N/mm}^2$  (max. druk)

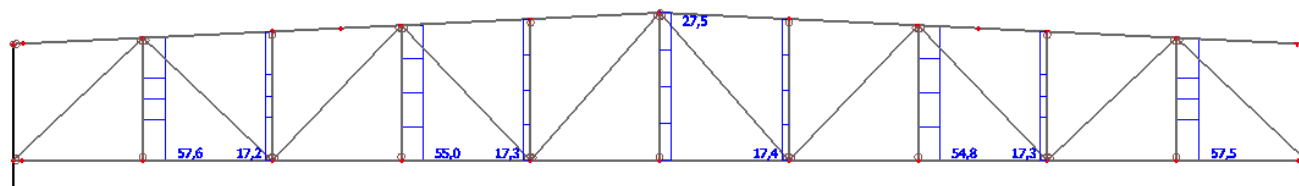


fig65

Conclusies:

- Er zijn geen aanwijzingen dat de structuur niet voldoet voor de huidige belastingen.
- De belastingen onder de nieuwe toestand zijn niet ongunstiger.
- De belastingen onder de tijdelijke toestand (tijdens de werken) zijn evenmin ongunstiger.
- Slechts plaatselijk zullen er herstellingswerken nodig zijn.

## 5 Voorgestelde Ingrepen

Onderstaand wordt een overzicht gegeven van mogelijke ingrepen die in de lijn liggen van eerder vermelde conclusies.

- Dakschil:
- Verwijderen bestaande dakschil: cassetteplafond + steeldeck + bebording/isolatie + roofing.
  - Verwijderen bestaande gordingen, incl. verbindingen en rondstalen verbindingstaven.
  - Plaatsen nieuwe gordingen.
  - Lokaal betonherstel aan "ringbalk" onder bakgoot.
  - Plaatsen nieuwe geprofileerde staalplaat, dwars op gordingen.
  - Plaatsen nieuw damp scherm + isolatie.
  - Plaatsen nieuwe dakdichting, incl. alle aansluitingen.

- Spanten:
- Lokale herstellingen t.p.v. roestvorming (oa. alle bovenregels van de spanten).

- Plafond hallen:
- Lokale herstelling van de betonplaten.
  - Ronde openingen voor fotografie opvullen (in overleg met bestuur).
  - Coating over volledige plafondoppervlakte langs onderen.

## 6 Raming

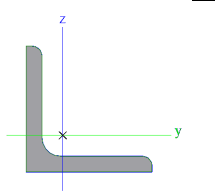
studieburomouton tvba

dossiernr 1302  
 ontwerp WATERBOUWKUNDIG LABO  
 inhoud **raming vervangen daken hallen 1 en 2**  
 architect Architecten Achtergael  
 datum 18/12/2014

<b>1.</b>	<b>AFBRAAK</b>		<i>3.032,00 m2</i>	<i>70,35 €/m2</i>	<b>213.306,00 €</b>
1.1	Verwijderen dakhuid	3.032,00	m2	8,00 €/m2	24.256,00 €
1.2	Verwijderen dakisolatie	3.032,00	m2	11,50 €/m2	34.868,00 €
1.3	Verwijderen geprofileerde staalplaten	3.032,00	m2	15,20 €/m2	46.086,00 €
1.3	Verwijderen betonnen dakplaten	3.032,00	m2	31,00 €/m2	93.992,00 €
1.4	Verwijderen stalen gordingen	1.640,00	m	8,60 €/m	14.104,00 €
<b>2.</b>	<b>BETONHERSTEL</b>				<b>266.912,00 €</b>
2.1	Betonherstel ringbalken	83,50	m <sup>2</sup>	800,00 €/m2	66.800,00 €
2.2	Betonherstel onderste betonplaat (5% van de opp.)	151,60	m2	800,00 €/m2	121.280,00 €
2.3	Coating op onderste betonplaat	3.032,00	m2	26,00 €/m2	78.832,00 €
<b>3.</b>	<b>NIEUW DAK</b>		<i>3.032,00 m2</i>	<i>123,58 €/m2</i>	<b>374.681,00 €</b>
3.1	Stalen gordingen	28.503,20	kg	2,32 €/kg	66.127,00 €
3.2	Steeldeckplaten	3.032,00	m2	19,20 €/m2	58.214,00 €
3.3	Lokaal herstel bestaande staalprofielen (inschatting)			22.000,00 GP	22.000,00 €
3.4	Aansluiting steeldeckplaten / zijwanden	334,0	m	34,00 €/m	11.356,00 €
3.5	Dampscherm				
3.5a	Dampscherm dakvlak	3.032,00	m2	11,00 €/m2	33.352,00 €
3.5b	Dampscherm dakopstanden	170,80	m2	16,00 €/m2	2.733,00 €
3.6	Isolatie 150 mm Minerale wol	3.202,80	m2	34,00 €/m2	108.895,00 €
3.7	Waterdichting EPDM				
3.7a	EPDM dakvlak	3.032,00	m2	18,00 €/m2	54.576,00 €
3.7b	EPDM dakopstanden	170,80	m	26,00 €/m	4.441,00 €
3.8	Kimfixatie EPDM	344,00	m	11,30 €/m	3.887,00 €
3.9	Dakranden	350,00	m	20,00 €/m	7.000,00 €
3.10	Vervangen tap	21,00	st	100,00 €/st	2.100,00 €
<b>TOTAAL</b>					<b>excl. btw 854.899,00 €</b>

## Bijlage Profielenlijst

### L z/t

Codering	<b>L 40/5</b>	
Uitgebreid	L40x40x5	
Voorkomen	WVvert	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	379	
Eenheidsmassa [kg/m]	3,0	
Totale lengte [m]	253,3	
Totale massa [kg]	753,7	

Codering	<b>L 45/6</b>
Uitgebreid	L45x45x6
Voorkomen	WVdak
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	509
Eenheidsmassa [kg/m]	4,0
Totale lengte [m]	417,2
Totale massa [kg]	1667,1

Codering	<b>L 50/5</b>
Uitgebreid	L50x50x5
Voorkomen	SP1a-SP1b-SP1c-SP1d-SP2-SP3a-SP4b-SP4b-WVdak
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	480
Eenheidsmassa [kg/m]	3,8
Totale lengte [m]	324,1
Totale massa [kg]	1221,1

Codering	<b>L 60/6</b>
Uitgebreid	L60x60x6
Voorkomen	SP1a-SP1b-SP1c
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	691
Eenheidsmassa [kg/m]	5,4
Totale lengte [m]	153,9
Totale massa [kg]	834,9

Codering	<b>L 60/7</b>
Uitgebreid	L60x60x7
Voorkomen	WVdak
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	798
Eenheidsmassa [kg/m]	6,3
Totale lengte [m]	11,2

Totale massa [kg]	70,4
-------------------	------



**LT z/t-s**

Codering	<b>LT 50/5-0</b>	
Uitgebreid	L50x50x5; 0	
Voorkomen	WVdak	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	961	
Eenheidsmassa [kg/m]	7,5	
Totale lengte [m]	21,7	
Totale massa [kg]	163,4	

Codering	<b>LT 50/5-8</b>
Uitgebreid	L50x50x5; 8
Voorkomen	SP1a-SP1b-SP1c-SP1d
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	961
Eenheidsmassa [kg/m]	7,5
Totale lengte [m]	64,5
Totale massa [kg]	486,2

Codering	<b>LT 50/5-10</b>
Uitgebreid	L50x50x5; 10
Voorkomen	SP3b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	961
Eenheidsmassa [kg/m]	7,5
Totale lengte [m]	9,2
Totale massa [kg]	69,6

Codering	<b>LT 50/6-8</b>
Uitgebreid	L50x50x6; 8
Voorkomen	SP1b-SP1d
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1139
Eenheidsmassa [kg/m]	8,9
Totale lengte [m]	66,7
Totale massa [kg]	595,9

Codering	<b>LT 55/6-8</b>
Uitgebreid	L55x55x6; 8
Voorkomen	SP4a-SP4b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1262
Eenheidsmassa [kg/m]	9,9
Totale lengte [m]	20,0
Totale massa [kg]	197,8

Codering	<b>LT 60/7-0</b>
Uitgebreid	L60x60x7; 0

Voorkomen	WVdak
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1596
Eenheidsmassa [kg/m]	12,5
Totale lengte [m]	42,7
Totale massa [kg]	535,1

Codering	<b>LT 60/7-8</b>
Uitgebreid	L60x60x7; 8
Voorkomen	SP1b-SP1c-SP1d
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1596
Eenheidsmassa [kg/m]	12,5
Totale lengte [m]	42,3
Totale massa [kg]	529,6

Codering	<b>LT 65/7-8</b>
Uitgebreid	2LT; L65x65x7; 8
Voorkomen	SP1a-SP4a
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1740
Eenheidsmassa [kg/m]	13,7
Totale lengte [m]	135,0
Totale massa [kg]	1843,3

Codering	<b>LT 70/7-8</b>
Uitgebreid	L70x70x7; 8
Voorkomen	SP1b-SP1c-SP4a
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1880
Eenheidsmassa [kg/m]	14,8
Totale lengte [m]	166,2
Totale massa [kg]	2452,6

Codering	<b>LT 70/8-0</b>
Uitgebreid	L70x70x8; 0
Voorkomen	WVdak
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	2134
Eenheidsmassa [kg/m]	16,8
Totale lengte [m]	40,4
Totale massa [kg]	679,4

Codering	<b>LT 80/8-8</b>
Uitgebreid	L80x80x8; 8
Voorkomen	SP4b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	2454
Eenheidsmassa [kg/m]	19,3
Totale lengte [m]	28,4
Totale massa [kg]	548,7

Codering	<b>LT 80/8-10</b>
Uitgebreid	L80x80x8; 10
Voorkomen	SP3a
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	2454
Eenheidsmassa [kg/m]	19,3
Totale lengte [m]	6,1
Totale massa [kg]	118,5

Codering	<b>LT 80/10-8</b>
Uitgebreid	L80x80x10; 10
Voorkomen	SP1a-SP4b

Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3022
Eenheidsmassa [kg/m]	23,7
Totale lengte [m]	507,8
Totale massa [kg]	12038,7

Codering	<b>LT 80/10-10</b>
Uitgebreid	L80x80x10; 10
Voorkomen	SP2
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3022
Eenheidsmassa [kg/m]	23,7
Totale lengte [m]	23,4
Totale massa [kg]	554,3

Codering	<b>LT 100/10-8</b>
Uitgebreid	L100x100x10; 8
Voorkomen	SP1a-SP4a
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3832
Eenheidsmassa [kg/m]	30,1
Totale lengte [m]	510,4
Totale massa [kg]	15385,4

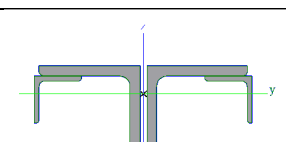
Codering	<b>LT 100/10-10</b>
Uitgebreid	2LT; L100x100x10; 10
Voorkomen	SP2
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3832
Totale lengte [m]	30,1
Totale massa [kg]	22,3
	671,4

Codering	<b>LT 100/12-10</b>
Uitgebreid	L100x100x12; 10
Voorkomen	SP3a
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	4544
Eenheidsmassa [kg/m]	35,6
Totale lengte [m]	6,1
Totale massa [kg]	218,6

Codering	<b>LT 120/12-10</b>
Uitgebreid	L120x120x12; 10
Voorkomen	SP3b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	5509
Eenheidsmassa [kg/m]	43,2
Totale lengte [m]	7,0
Totale massa [kg]	303,5

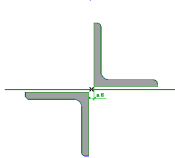
Codering	<b>LT 150/15-10</b>
Uitgebreid	L150x150x15; 10
Voorkomen	SP2-SP3a-SP3b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	8606
Eenheidsmassa [kg/m]	67,5
Totale lengte [m]	224,5
Totale massa [kg]	15159,0

Codering	<b>LT 150/15-10 + 2 x L 70/7*</b>
Uitgebreid	*uitzonderlijke doorsnede: zie figuur
Voorkomen	SP3a-SP3b



Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	10486	
Eenheidsmassa [kg/m]	82,3	
Totale lengte [m]	18,2	
Totale massa [kg]	1497,3	

**LX z/t-s**

Codering	<b>LX 50/5-8</b>	
Uitgebreid	L50x50x5; 8	
Voorkomen	SP1a-SP1b-SP1c-SP1d-SP4b	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	961	
Eenheidsmassa [kg/m]	7,5	
Totale lengte [m]	469,3	
Totale massa [kg]	3536,7	

Codering	<b>LX 50/5-10</b>
Uitgebreid	L50x50x5; 10
Voorkomen	SP2
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	961
Eenheidsmassa [kg/m]	7,5
Totale lengte [m]	33,8
Totale massa [kg]	254,7

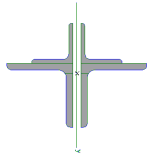
Codering	<b>LX 65/7-8</b>
Uitgebreid	L65x65x7; 8
Voorkomen	SP4b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1740
Eenheidsmassa [kg/m]	13,7
Totale lengte [m]	4,7
Totale massa [kg]	64,0

Codering	<b>LX 70/7-8</b>
Uitgebreid	L70x70x7; 8
Voorkomen	SP1a-SP1b-SP1c-SP4a-SP4b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1880
Eenheidsmassa [kg/m]	14,8
Totale lengte [m]	185,0
Totale massa [kg]	2730,3

Codering	<b>LX 70/7-10</b>
Uitgebreid	L70x70x7; 10
Voorkomen	SP3a-SP3b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	1880
Eenheidsmassa [kg/m]	14,8
Totale lengte [m]	13,8
Totale massa [kg]	204,4

Codering	<b>LX 80/8-8</b>
Uitgebreid	L80x80x8; 8

Voorkomen	SP4a-SP4b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	2454
Eenheidsmassa [kg/m]	19,3
Totale lengte [m]	19,7
Totale massa [kg]	380,9

Codering	<b>LT 80/8-10 + LT 50/5-5*</b>	
Uitgebreid	*= LX, uitzonderlijke doorsnede: zie figuur	
Voorkomen	SP3b	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3415	
Eenheidsmassa [kg/m]	26,8	
Totale lengte [m]	6,8	
Totale massa [kg]	183,5	



Codering	<b>LX 80/10-10</b>
Uitgebreid	L80x80x10; 10
Voorkomen	SP3a
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3022
Eenheidsmassa [kg/m]	23,7
Totale lengte [m]	6,1
Totale massa [kg]	145,4

Codering	<b>LX 90/10-8</b>
Uitgebreid	L90x90x10; 8
Voorkomen	SP1a-SP4a
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3426
Eenheidsmassa [kg/m]	26,8
Totale lengte [m]	135,3
Totale massa [kg]	3632,6

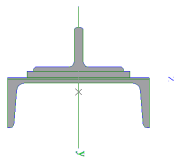
Codering	<b>LX 90/10-10</b>
Uitgebreid	L90x90x10; 10
Voorkomen	SP2-SP3b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3426
Eenheidsmassa [kg/m]	26,8
Totale lengte [m]	31,4
Totale massa [kg]	842,5

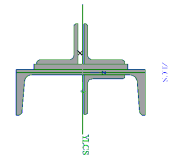
Codering	<b>LX 100/10-10</b>
Uitgebreid	L100x100x10; 10
Voorkomen	SP2-SP3a
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	3832
Eenheidsmassa [kg/m]	30,1
Totale lengte [m]	15,4
Totale massa [kg]	463,2

Codering	<b>LX 100/12-10</b>
Uitgebreid	L100x100x12; 10
Voorkomen	SP2
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	4544
Eenheidsmassa [kg/m]	35,6
Totale lengte [m]	23,4
Totale massa [kg]	833,2

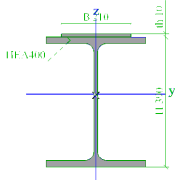
Codering	<b>LX 120/12-10</b>
Uitgebreid	L120x120x12; 10
Voorkomen	SP2-SP3a-SP3b
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	5509
Eenheidsmassa [kg/m]	43,2
Totale lengte [m]	35,3
Totale massa [kg]	1525,1

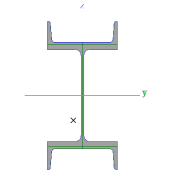
## Bijzondere samenstellingen

Codering	<b>UPN220 + PL160x10 + LT 70/7-0*</b>	
Uitgebreid	*uitzonderlijke doorsnede: zie figuur	
Voorkomen	SP3a (midden verticaal)	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	7225	
Eenheidsmassa [kg/m]	56,7	
Totale lengte [m]	2,3	
Totale massa [kg]	130,9	


Codering	<b>UPN220 + PL160x10 + LT 70/7-10*</b>	
Uitgebreid	*uitzonderlijke doorsnede: zie figuur	
Voorkomen	SP3b (midden verticaal)	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	8165	
Eenheidsmassa [kg/m]	64,1	
Totale lengte [m]	2,3	
Totale massa [kg]	147,9	

## Kolommen

Codering	<b>HEA400 + PL210x10*</b>	
Uitgebreid	*uitzonderlijke doorsnede: zie figuur	
Voorkomen	Kolommen in de rij	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	n.v.t.	
Eenheidsmassa [kg/m]	n.v.t.	
Totale lengte [m]	n.v.t.	
Totale massa [kg]	n.v.t.	

Codering	<b>HEA450 + 2 x UPN300*</b>	
Uitgebreid	*uitzonderlijke doorsnede: zie figuur	
Voorkomen	Hoekkolommen	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	n.v.t.	
Eenheidsmassa [kg/m]	n.v.t.	
Totale lengte [m]	n.v.t.	
Totale massa [kg]	n.v.t.	

## Gordingen

Codering	<b>IPN 180/55/10/6</b>	
----------	------------------------	---

Uitgebreid	180; 55; 55; 10; 10; 6	
Voorkomen	Gordingen	
Opp. sectie [mm <sup>2</sup> ]	2060	
Eenheidsmassa [kg/m]	14,4	
Totale lengte [m]	3280,1	
Totale massa [kg]	47233,4	