

***Sitomeca***

***RF transparante schouw***

Opdrachtgever : Sitomeca  
Uitvoering : ir. Peter Globevnik / ir. Ludo Van Schepdael  
Rapport nr. : r\_573-2-n  
Versie : 2  
Datum : 26-03-2007

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2. Ontwerpnormen</b>	<b>4</b>
2.1. <i>Windlast</i>	4
2.2. <i>Belastingsfactoren</i>	6
2.3. <i>Materialen</i>	7
2.3.1. Glasvezel / polyester :	7
2.3.2. Pultrusieprofielen	8
2.3.3. Stalen profielen	8
2.3.4. Bouten	9
<b>3. Structuur</b>	<b>10</b>
<b>4. Berekeningen</b>	<b>16</b>
4.1. <i>Panelen</i>	19
4.2. <i>Horizontale versterkingsprofielen van de deur</i>	21
4.3. <i>Verticale profielen</i>	22
4.4. <i>Nylon bouten</i>	23
4.5. <i>Deur en scharnieren</i>	24
4.6. <i>Reactiekrachten op de mast</i>	25
4.7. <i>Opmerking</i>	25

## 1. Inleiding

Dit rapport beschrijft de controle van een RF transparante schouw die voorgesteld wordt door Sitomeca.

Gegevens :

- De schouw wordt aan een mast bevestigd door middel van 2 of 3 stalen kaders.
- Afmetingen :
  - o basis : 800 mm, 1200 mm, 1500 mm
  - o hoogte : 3.5 m, 4.5 m, 6 m
- 4 rechthoekige panelen, waarvan 2 met deur
- geen dak
- geen bodem
- 2 panelen met 'L' profielen, waarvan 1 met deur.
- 2 panelen met 'U' profielen.
- bouten : nylon en staal.
- scharnieren : Southco TD-C6-1, TD-E3-05-J
- 'L' profiel : gepultrudeerd, 60x60x8 et 50x50x5.
- 'U' profiel : gepultrudeerd, U43x38x6x4 of U51x40x6.4
- maximale winddruk :
  - o langs de kust;
  - o 30 m hoogte;
  - o Frankrijk en België.

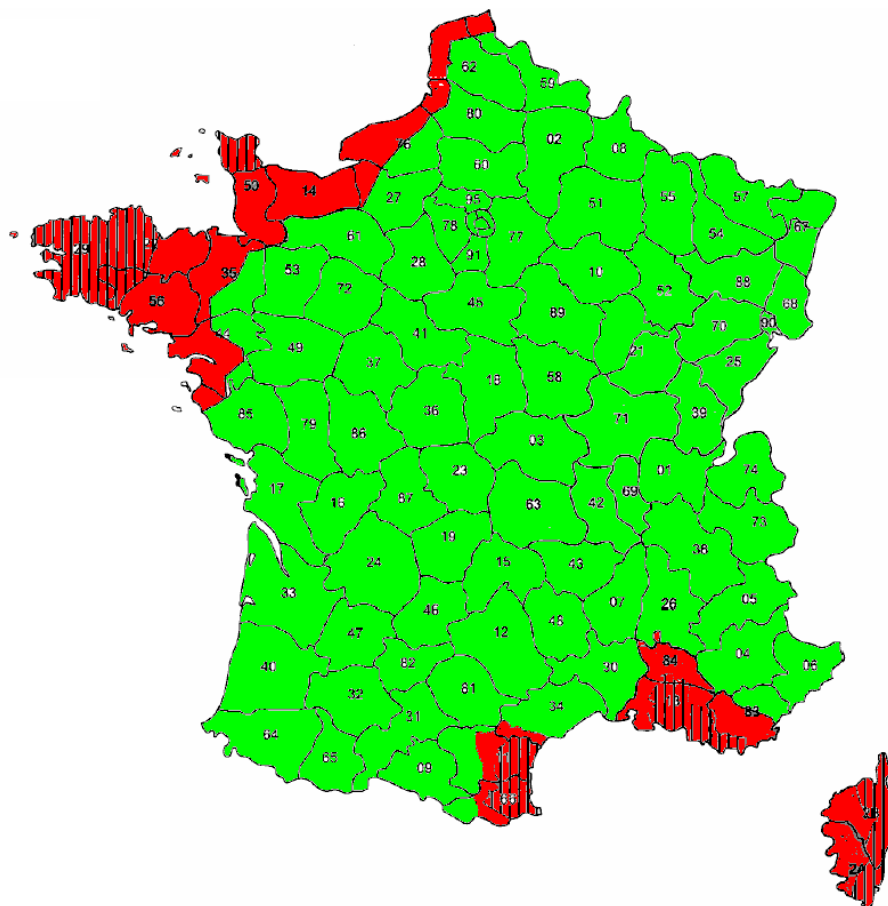
In dit rapport worden de volgende punten beschreven:

- Berekening van de gemiddelde en de maximale winddruk.
- Voor de 9 gevallen (3 basissen x 3 hoogtes)
  - o Dimensioneren van de samenstelling van de panelen.
  - o Dimensioneren van de verbinding van de panelen.
  - o Dimensioneren van de 'L' en 'U' profielen.
  - o Verbinding van de deur aan de schouw.
  - o Reactiekrachten op de mast.

## 2. Ontwerpnormen

- ENV 1991-1 : Ontwerpgrondslagen en belastingen op structuren : Ontwerpgrondslagen
- ENV 1991-2-4 : Ontwerpgrondslagen en belastingen op structuren : Windbelasting (voor België)
- NV 65-1999 : Windbelasting (voor Frankrijk)
- Eurocomp : Design Code and Handbook
- DIN 18820 : Lamine aus textilglasverstärkten ungesättigten Polyester- und Phenacrylatharzen für tragende Bauteile (GF-UP,GF-PHA)
- EN 13706 : Pultrusieprofielen

### 2.1. Windlast



#### **Frankrijk, Zone I (kleur : rood)**

Dakhoogte : 30 m

Windregio: 3 en 4

Coëfficiënt van de site  $k_s$  : 1.2 (“site exposé”)

Coëfficiënt van de hoogte  $k_h$  : 1.41

$Q_{we, normal}$  : 1520 Pa

$Q_{we, extrême}$  : 2660 Pa

## Frankrijk, Zone II (kleur : groen)

Dakhoogte : 30 m

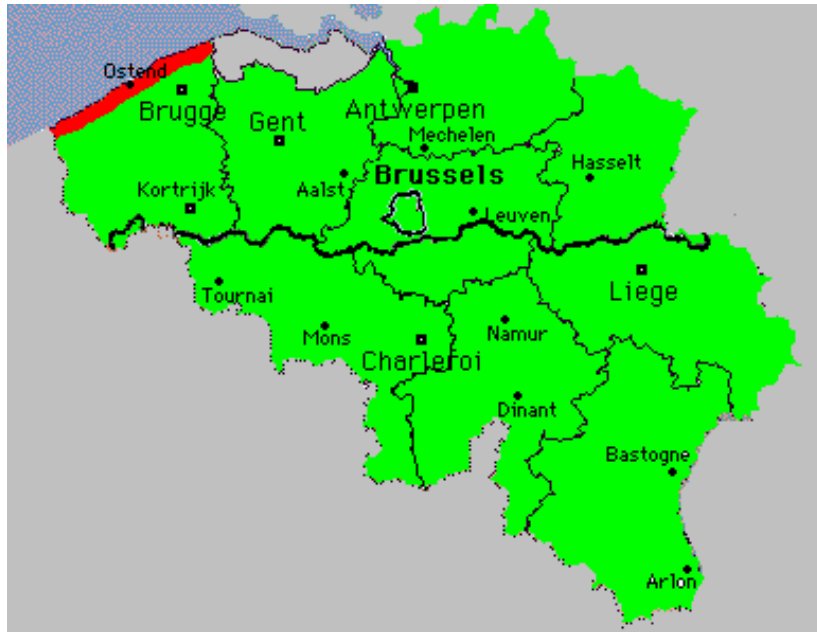
Windregio: 1 en 2

Coëfficiënt van de site  $k_s$  : 1.30 ("site exposé")

Coëfficiënt van de hoogte  $k_h$  : 1.41

$Q_{we, normal}$  : 1100 Pa

$Q_{we, extrême}$  : 1924 Pa



## België, Zone I : langs de kust (kleur : rood)

Windsnelheid	:	26.2 m/s
Hoogte	:	30
Terrein categorie	:	I
Topografische factor	:	1.0
Coëfficiënt "exposure"	:	3.6
Winddruk	:	1545 Pa

## België, Zone II : volledig België behalve kustlijn (kleur : groen)

Windsnelheid	:	26.2 m/s
Hoogte	:	30
Terrein categorie	:	II
Topografische factor	:	1.0
Coëfficiënt "exposure"	:	3.2
Winddruk	:	1370 Pa

Maximale druk coëfficiënt:

druk (frontaal) en onderdruk (lateraal)

lengte/hoogte	3.5 m	6 m
0.8 m	0.91	0.86
1.2 m	0.88	0.83
1.5 m	0.86	0.81

## 2.2. Belastingsfactoren

Belastingsfactoren volgens ENV 1991-1 :

- Permanente/extreme belastingen  $\gamma_{Gsup}$  : 1.35 / 1.0
- Normale/extreme variabele belastingen  $\gamma_Q$  : 1.50 / 1.0

De winddruk wordt beschouwd als een variabele belasting.

## 2.3. Materialen

### 2.3.1. Glasvezel / polyester :

Eigenschappen volgens DIN 18820

Type : MW1

Materiaal : Galsvezelmat : 450 g/m<sup>2</sup>  
 Glasvezelweefsel : 570 g/m<sup>2</sup>

Hars : polyester

% gewicht : 50%

Theoretische dikte :

- mat + 2 x (weefsel + mat) : 3.3 mm
- mat + 3 x (weefsel + mat) : 4.65 mm
- mat + 4 x (weefsel + mat) : 6.0 mm

Dikte	3.3	4.65	6.0	mm
Buigmodulus	12610	13330	15020	MPa
Trekmodulus	14910	15020	15080	MPa
Trek- / druk sterkte	134	135	136	MPa
Buigsterkte	185	176	170	MPa
Afschuifsterkte 'in-plane'	50	50	50	MPa
Afschuifsterkte 'inter-laminair'	8	8	8	MPa
'Pin bearing' sterkte (stuikspanning)	150	150	150	MPa
Poisson coëfficiënt	0.3	0.3	0.3	
Soortelijk gewicht	1690	1690	1690	kg/m <sup>3</sup>

De materiaalafminderingsfactoren in de uiterste grensstoestand is voor het glasvezel / polyester materiaal beschreven in DIN 18820:

$$K = K_t \cdot K_U \cdot K_v = 1.5 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1.5$$

### ***2.3.2. Pultrusieprofielen***

Eigenschappen volgens EN 13706 " type E 23" :

Trekmodulus - axiaal	23	GPa
Trekmodulus - transversaal	7	GPa
Treksterkte - axiaal	240	MPa
Treksterkte - transversaal	50	MPa
Buigsterkte - axiaal	240	MPa
Buigsterkte - transversaal	100	MPa
Druksterkte - axiaal	240	MPa
Pin-bearing sterkte - axiaal	150	MPa
Pin-bearing sterkte - transversaal	70	MPa
In-plane afschuifmodulus ( $G_{xy}$ )	3	GPa
Interlaminare afschuifsterkte	25	MPa
Poisson coefficient - axiaal	0.3	
Soortelijk gewicht	1800	kg/m <sup>3</sup>

### ***2.3.3. Stalen profielen***

Eigenschappen volgens norm EC3 : S235JR



## 2.3.4. Bouten

- Bouten in polyamide 6-6, M10x30

### 1. POLYAMIDE PA 6-6 (nylon)

#### 1.1 Toepassingsgebied

Deze gegevens gelden voor mechanische verbindingen ( in de eerste plaats bouten, schroeven en moeren) uit de **thermoplastische** kunststof polyamide PA 6-6 - vaak nylon genoemd - van het fabriek PLASTIVIS, zoals vermeld in sectie 10.

Het toepassingsgebied strekt zich uit tot vrijwel alle takken van de industrie, waar geen eisen gesteld worden aan sterkte, maar wel aan de volgende specifieke eigenschappen:

- roestvast tegen atmosferische invloeden, vocht, zoet water en zeewater. Geen gevaar voor roesten of vastzitten.
- chemisch bestand tegen gangbare oplosmiddelen zoals aceton, alcohol, benzine, benzol, tri en tegen oliën, vetten, alle alkaliën en de meeste verdunde zuren.
- Niet bestand tegen geconcentreerde zuren. Voor gedetailleerde gegevens zie de chemische corrosietabel elders in deze sectie.
- niet giftig en dus toepasbaar in de levensmiddelenindustrie.
- electrisch en thermisch isolerend.
- niet magnetiseerbaar, hetgeen van belang kan zijn in de electrotechnische industrie.
- licht gewicht, ongeveer 7 x lichter dan staal en zelfs bijna 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> x lichter dan aluminium, dus een ideaal materiaal voor toepassingen, waarbij het gewicht een belangrijke rol speelt.
- zelfborgend tegen loslopen, geen rammelende verbindingen.
- esthetisch uiterlijk. De normale kleur is wit. Op aanvraag zijn ook andere kleuren mogelijk, wanneer een kleurharmonie met de constructie gewenst wordt.
- zelfdovend volgens de Amerikaanse voorschriften van ASTM D 635.

#### 1.2 Mechanische eigenschappen

treksterkte	53 N/mm <sup>2</sup>	vlg. ISO 527
afschuifsterkte	54 N/mm <sup>2</sup>	vlg. ASTM D 732
Shore hardheid	7,5 N/mm <sup>2</sup>	vlg. ISO 868

	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12
breukkrachten in N	200	400	700	1000	2000	2500	4000
aandraaimomenten in Nm	0,13	0,35	0,6	1,27	3,91	6,8	

Dit zijn richtwaarden, die zijn vastgesteld uit laboratoriumproeven bij een relatieve vochtigheidsgraad van 60% en bij 23°C. Bij verhoging van temperatuur en vochtigheidsgraad nemen de mechanische eigenschappen af. Aangeraden wordt om afhankelijk van de concrete omstandigheden deze waarden proefondervindelijk vast te stellen.

- Bouten in staal, elektrolytisch verzinkt : M10x40 type 8.8

### 3. Structuur

De RF transparante schouw is aan de mast bevestigd door middel van 2 of 3 stalen kaders.

De mast moet dus kunnen weerstaan aan de kracht van de wind op de schouw, zie paragraaf 4.6: « Reactiekrachten op de mast ».

Deze stalen kaders zijn geplaatst aan het onderste en het bovenste uiteinde van de schouw, in sommige gevallen is er een supplementair kader in het midden van de schouw.

basis	hoogte	Windzone	
		I (rood)	II (groen)
800 mm	3500 mm	2 kaders	2 kaders
1200 mm	3500 mm	2 kaders	2 kaders
1500 mm	3500 mm	2 kaders	2 kaders
800 mm	4500 mm	2 kaders	2 kaders
1200 mm	4500 mm	2 kaders	2 kaders
1500 mm	4500 mm	2 kaders	2 kaders
800 mm	6000 mm	2 kaders	2 kaders
1200 mm	6000 mm	3 kaders	3 kaders
1500 mm	6000 mm	3 kaders	3 kaders

De 'kit' van de schouw bestaat uit 4 panelen, 2 of 3 stalen kaders, en stalen en nylon bouten:

- paneel van de achterzijde, gepre-assembleerd door Sitomeca;
- paneel van de voorzijde met deur, gepre-assembleerd door Sitomeca;
- 2 zijpanelen, gepre-assembleerd door Sitomeca;
- stalen bouten;
- nylon bouten.

Deze kit wordt op de site met behulp van de bouten geassembleerd.

De samenstelling van de panelen is de volgende:

basis	Windzone	
	I (rood)	II (groen)
800 mm	3.3 mm	3.3 mm
1200 mm	4.65 mm	4.65 mm
1500 mm	6.0 mm	4.65 mm

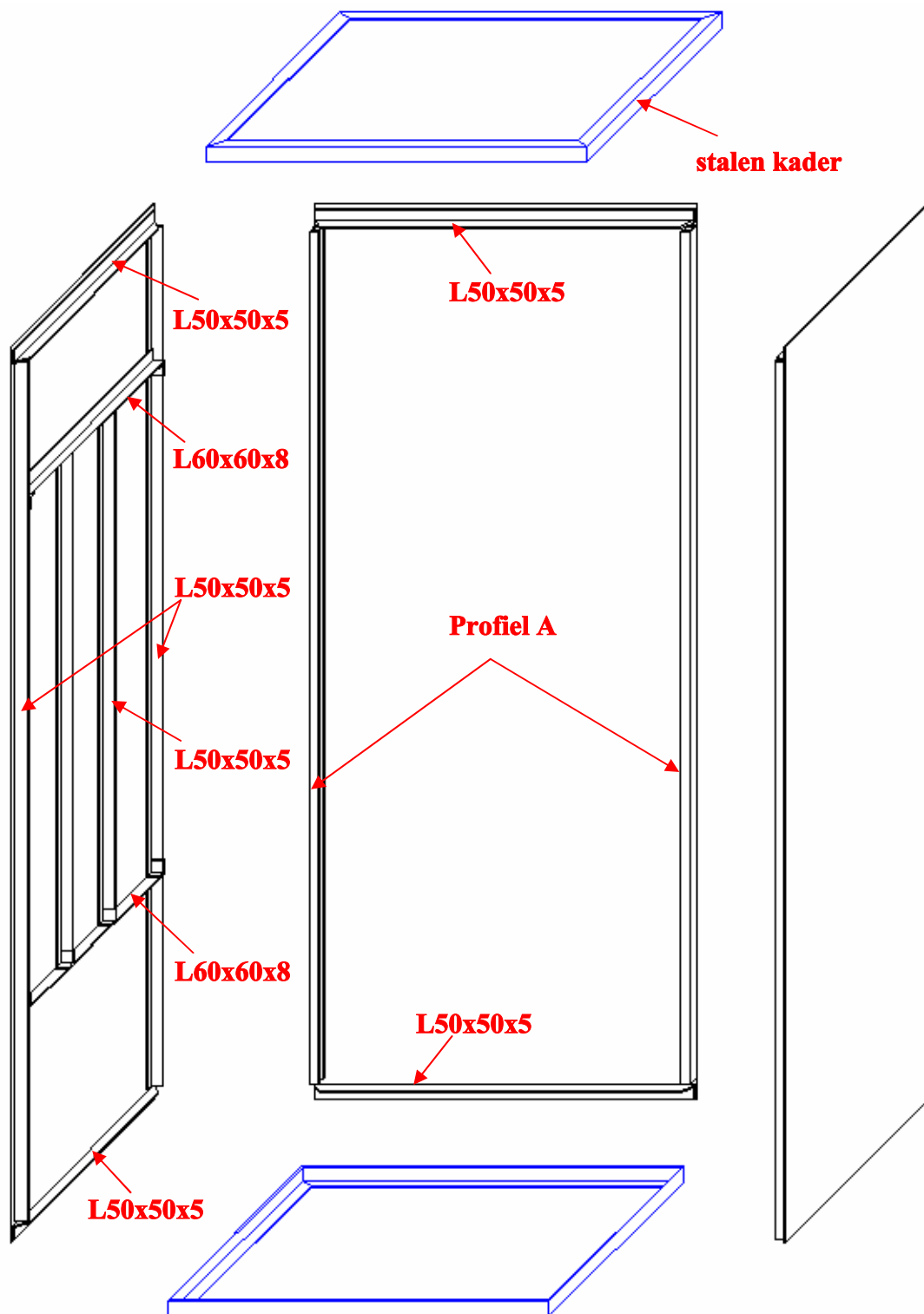
De pre-asseblage van de panelen gebeurt door Sitomeca :

- Verkleven in de werkplaats van Sitomeca;
- Lijm : Simson ISR 70-09;
- Lijmdikte : 1-2 mm;
- Lijm op alle contactoppervlakken.

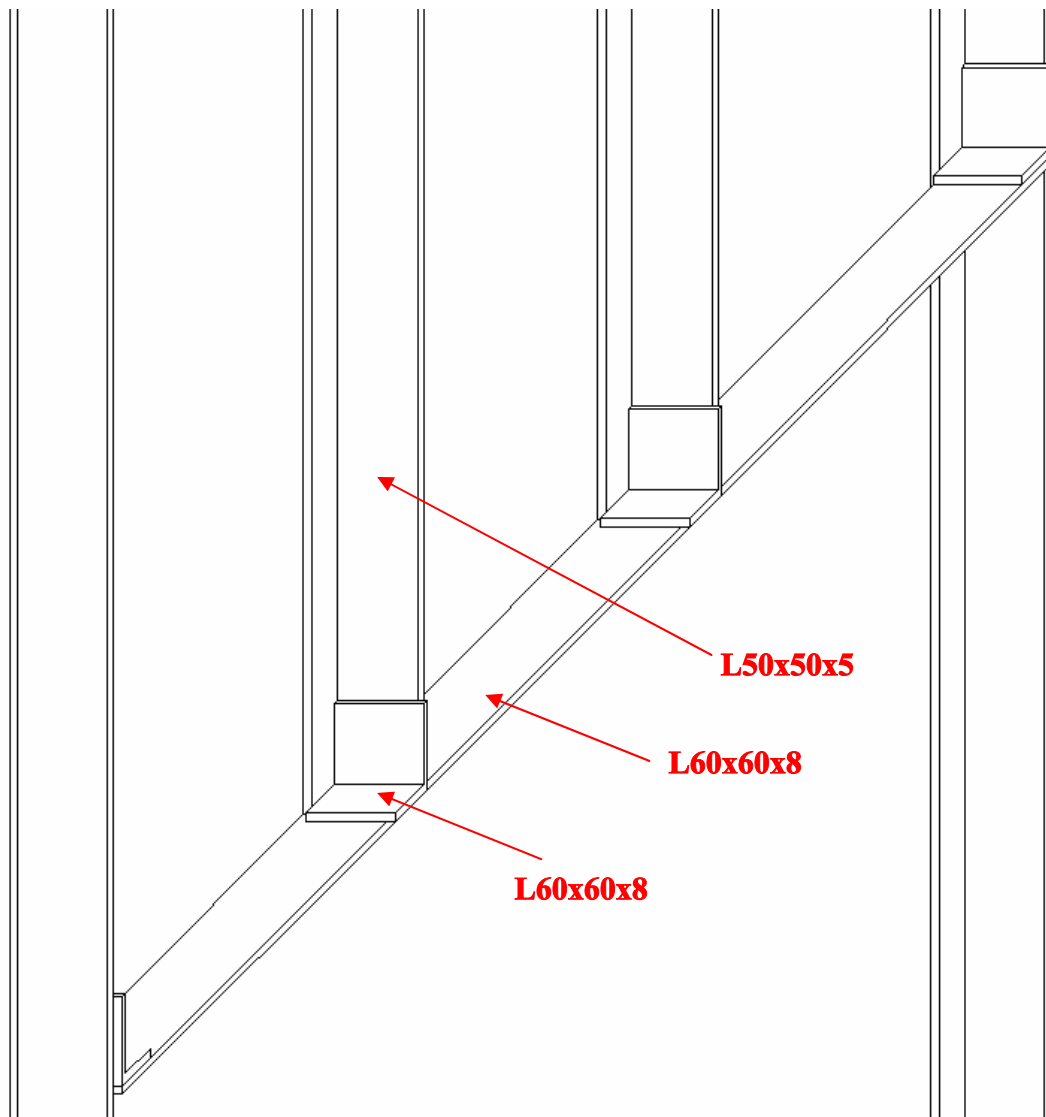
Pultrusieprofielen:

Zie de figuur op de volgende bladzijde.

Profiel A :      basis 800 :                      U43x38x6x4  
    basis 1500 et 1200:      U51x40x6.4

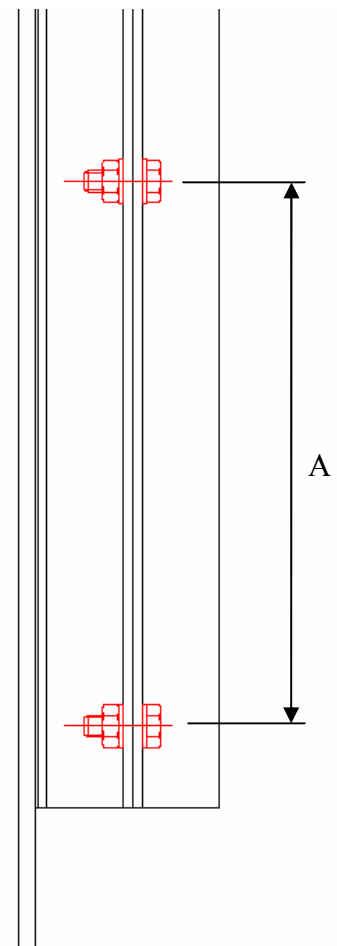
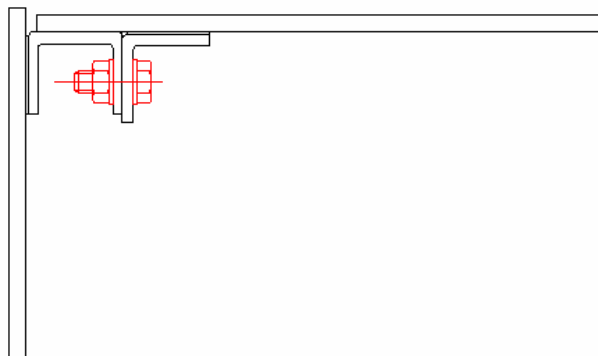


- Structuur rond de deur:
  - Verkleven in de werkplaats van Sitomeca;
  - Lijm : Simson ISR 70-09
  - Lijmdikte : 1-2 mm
  - Lijm op alle contactoppervlakken:
    - tussen L50x50x5 en paneel ;
    - tussen L60x60x8 en paneel ;
    - tussen L50x50x5 en L60x60x8 ;
    - tussen L60x60x8 en L60x60x8.
  - deur :
    - afmetingen : 2000 mm x 600 mm
    - bevestigd middels :
      - 3 scharnieren Southco TD-C6-1
      - 3 'locks' Southco TD-E3-05-J



- De volgende tabel vermeldt de hartafstanden (A) tussen de M10x30 nylon bouten (bevestiging van de panelen)

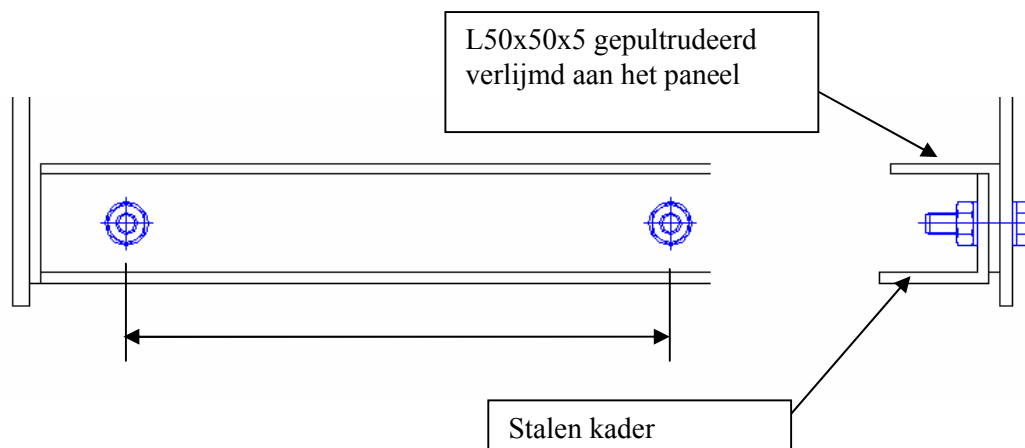
basis	Windzone	
	I (rood)	II (groen)
800 mm	350 mm	400 mm
1200 mm	300 mm	350 mm
1500 mm	250 mm	300 mm



- Voor de bevestiging aan de stalen kaders worden stalen bouten M10x40 gebruikt.
  - Basis 800 : 4 bouten, hartafstand A = 235 mm
  - Basis 1200 : 5 bouten, hartafstand A = 275 mm
  - Basis 1500 : 7 bouten, hartafstand A = 235 mm

De volgende schets geeft de assemblage weer voor alle stalen kaders (onderste, middelste, bovenste).

Het L50x50x5 pultrusieprofiel, horizontaal verlijmd aan het paneel, verstijft het paneel ook tijdens het transport en de installatie.



## 4. Berekeningen

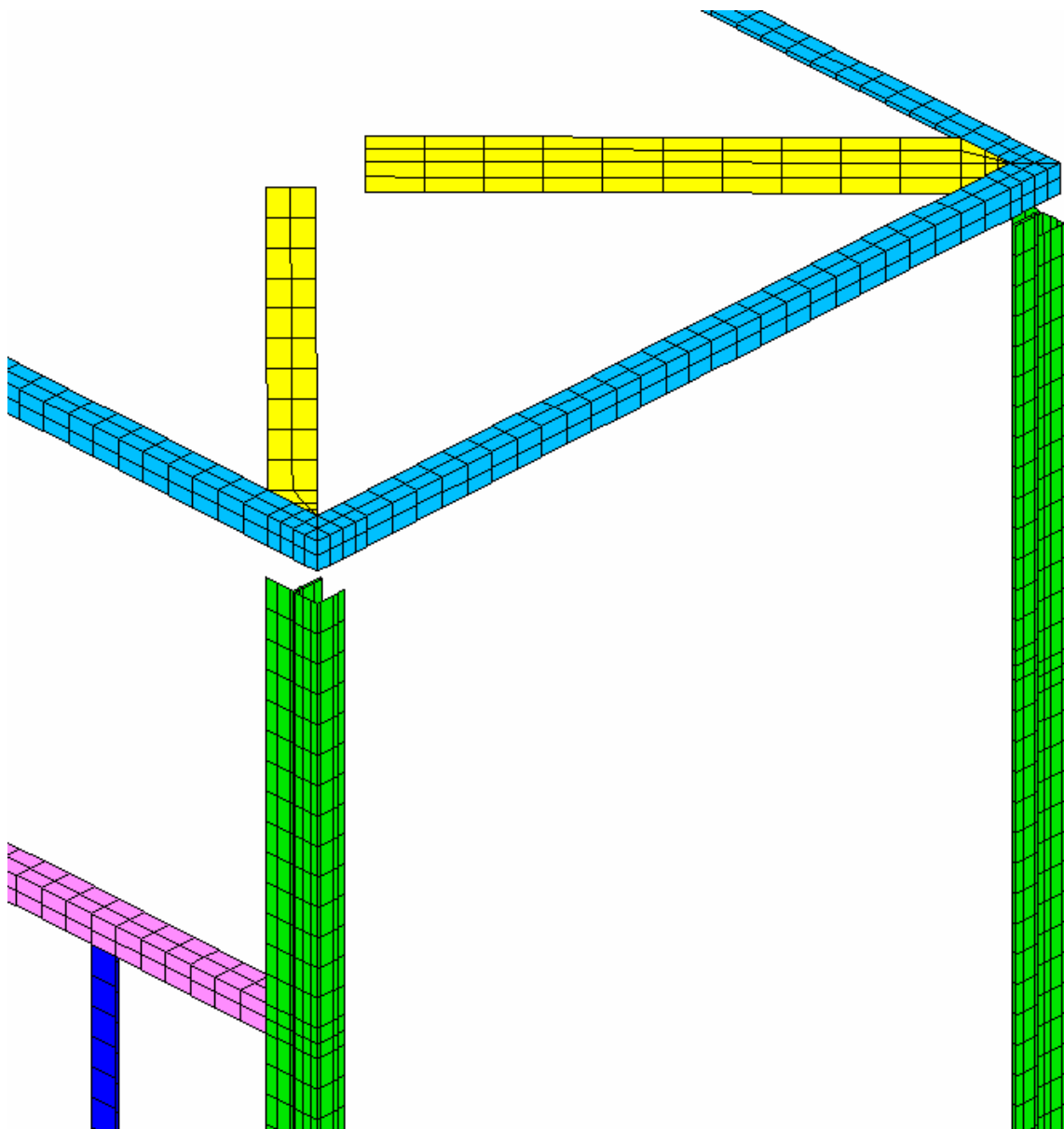
De berekeningen werden uitgevoerd met een Eindige Elementen programma.

Structuur : basis 1500 mm, hoogte 6000 mm

Windzone I, winddruk 2660 Pa.

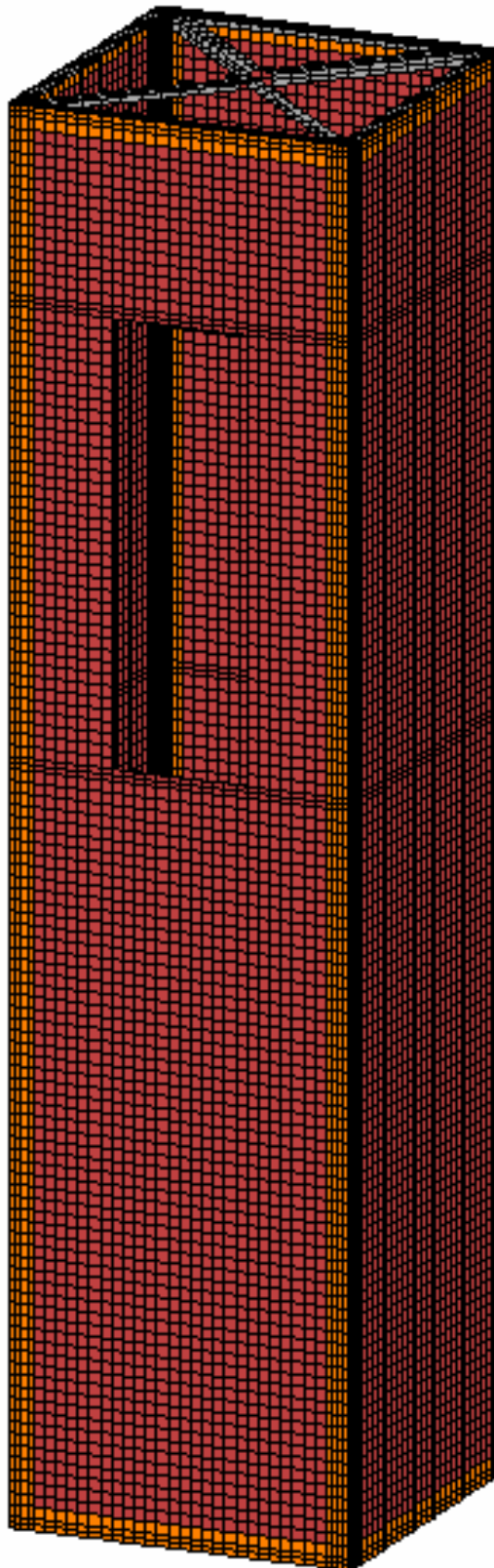
### Model

- Profielen

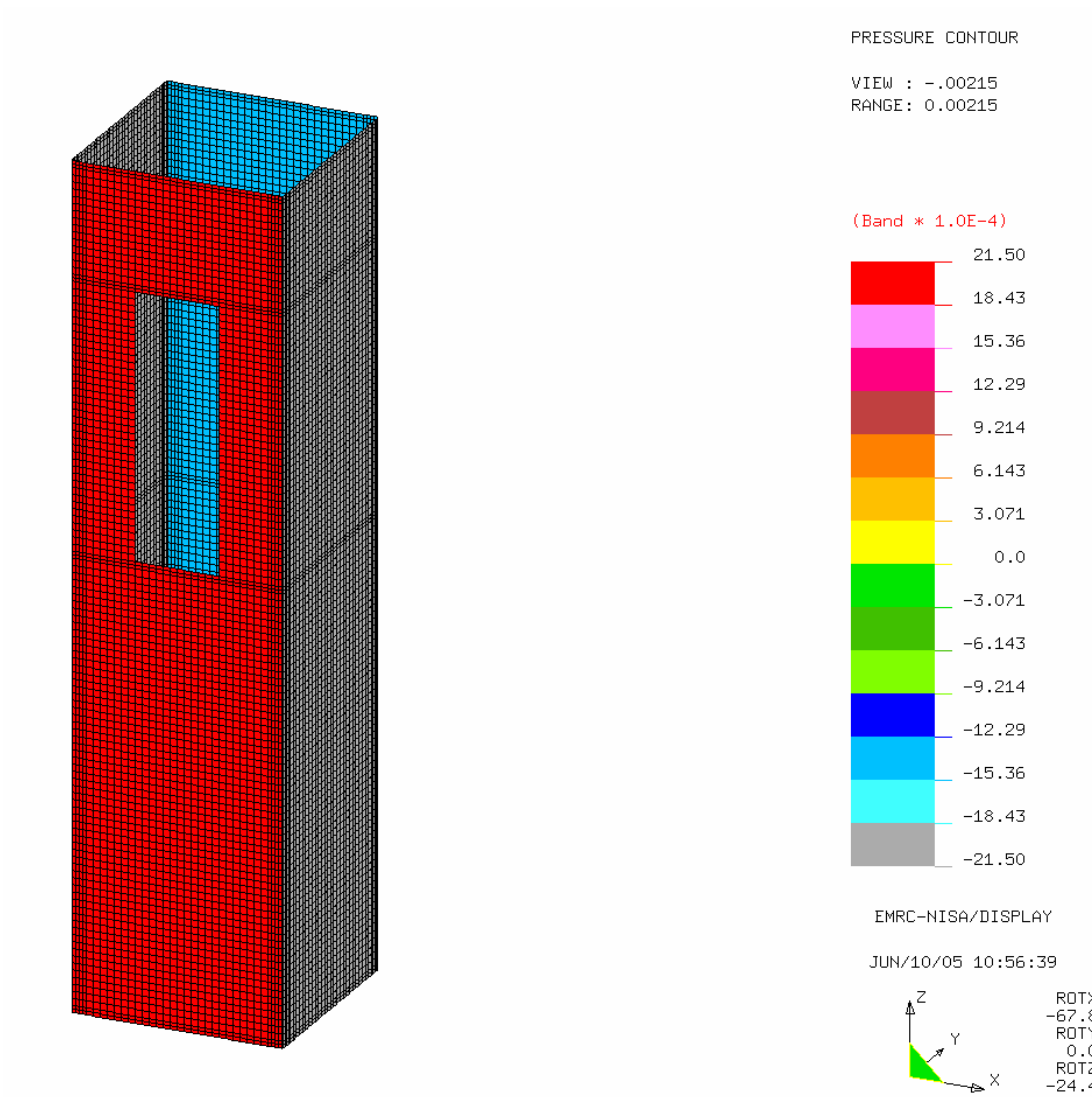




- Panelen



- Winddruk op de panelen [MPa]



- De kracht van de wind op de deur wordt via de scharnieren in de schouw ingebracht.
- De plaats van de deur heeft geen invloed op de winddruk op de panelen.

## 4.1. Panelen

- Doorbuiging

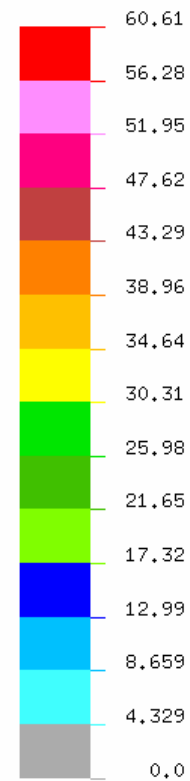
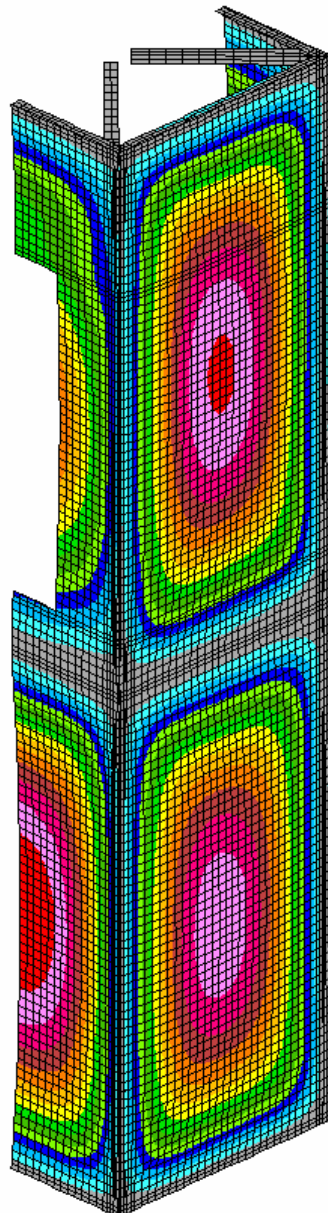
De maximale doorbuiging bedraagt 61 mm.

SOLICO BV

RESULTANT DISPL.

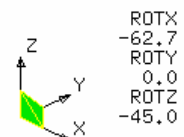
VIEW : 0,0

RANGE: 60.61171



EMRC-NISA/DISPLAY

DEC/09/05 13:21:57



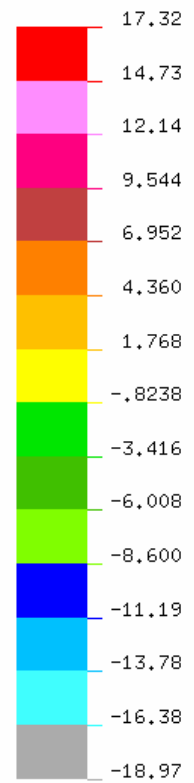
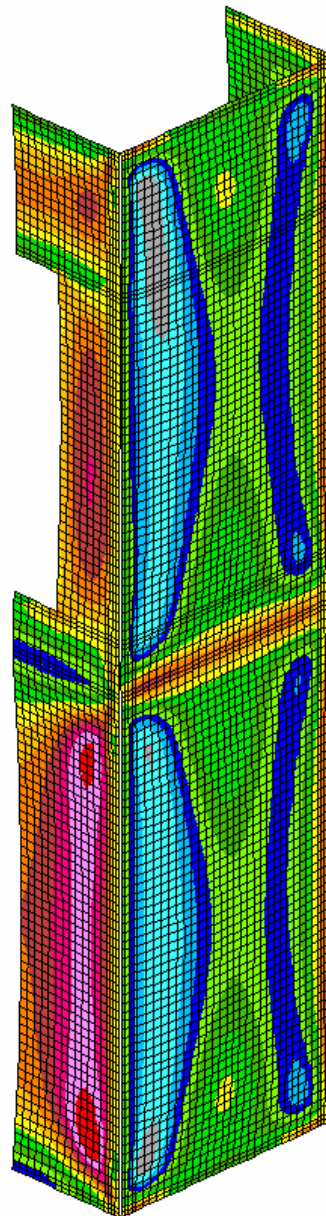
- Spanningen

De maximaal optredende spanning in de panelen bedraagt 19 MPa. De maximaal toegelaten spanning is 113 MPa (170MPa / 1.5)

SOLICO BV

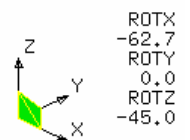
SYI-LAYER STRESS

VIEW : -18.96813  
RANGE: 17.32048



EMRC-NISA/DISPLAY

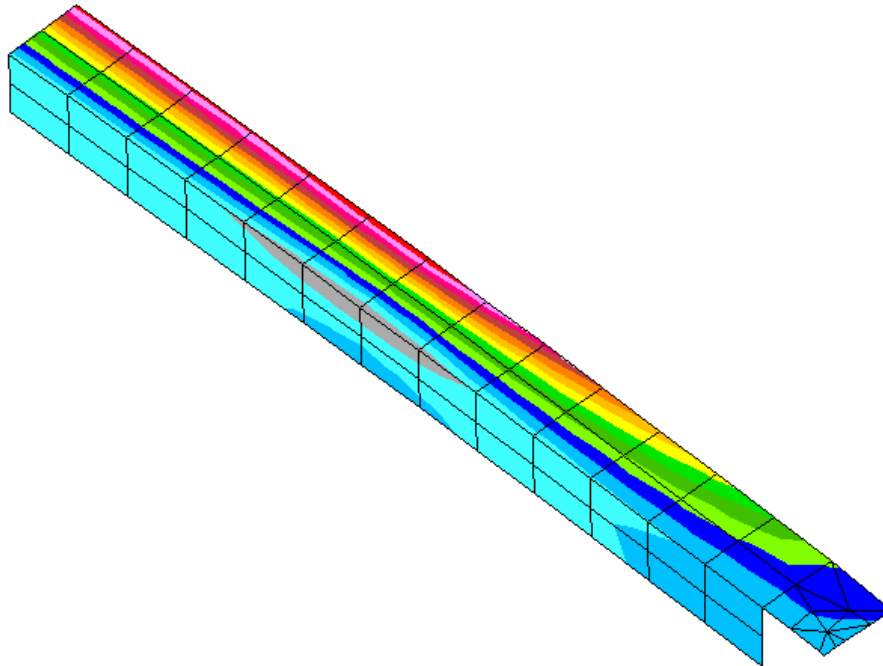
DEC/09/05 13:24:52



## 4.2. Horizontale versterkingsprofielen van de deur

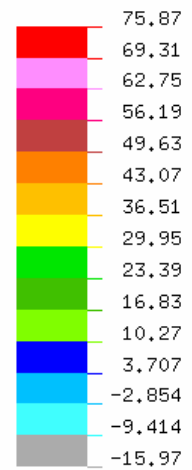
De maximaal optredende spanning in de pultrusieprofielen bedraagt 76 MPa. De maximaal toegelaten spanning is 150 MPa (240 MPa / 1.6).

SOLICO BV



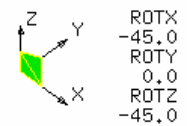
SXX - STRESSES

VIEW : -15,97421  
RANGE: 75,86969



EMRC-NISA/DISPLAY

DEC/09/05 13:26:54



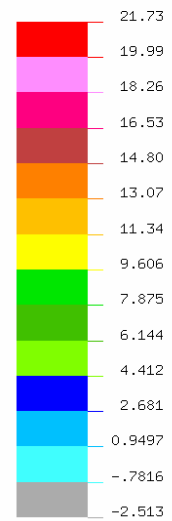
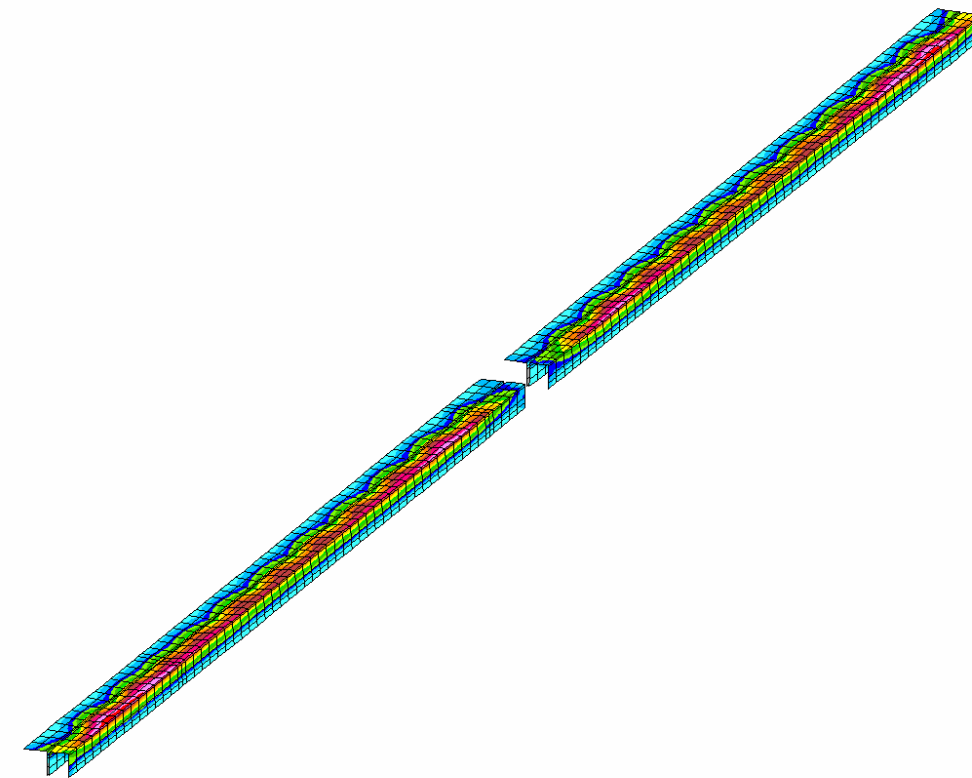
## 4.3. Verticale profielen

De maximaal optredende (transversale) spanning in de pultrusieprofielen bedraagt 22 MPa. De maximaal toegelaten transversale spanning is 62 MPa (100 MPa / 1.6).

SOLICO BV

SYI-LAYER STRESS

VIEW : -2.51296  
RANGE : 21.7254



EMRC-NISA/DISPLAY

DEC/09/05 13:30:17

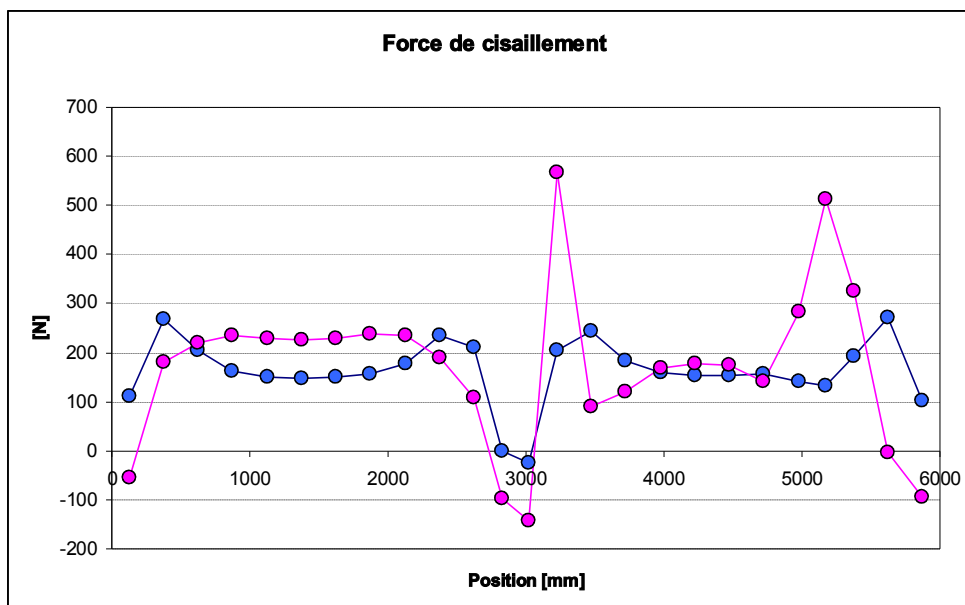
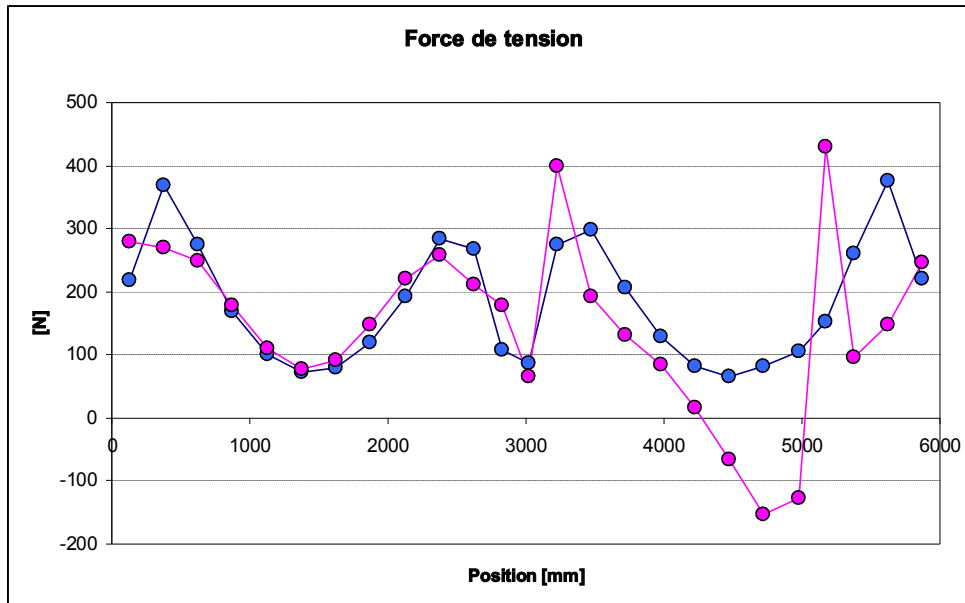


ROTX  
17.6  
ROTY  
-20.5  
ROTZ  
0.0



#### 4.4. Nylon bouten

De maximaal optredende afschuifkrachten en trekkrachten tussen de pultrusieprofielen wordt weergegeven in de volgende figuren.

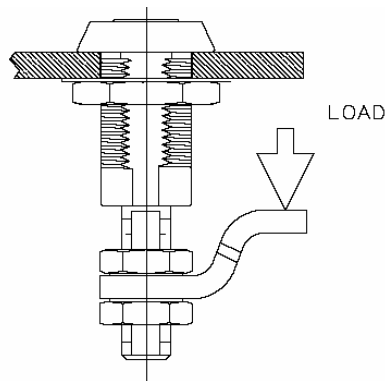


De maximaal optredende trekkracht van 400 N wordt gecombineerd met een afschuifkracht van 600 N.

De sterkte van een PA66 M10 bout bedraagt 2500 N in trek en 1200 N in afschuiving.

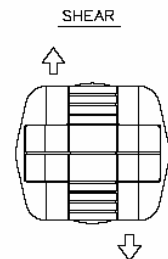
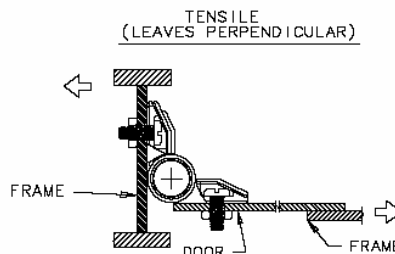
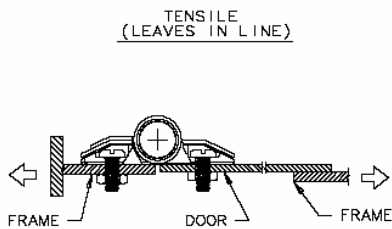
## 4.5. Deur en scharnieren

- Maximale kracht op de deur:
  - $F = 0.8 \times 0.6 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2660 \text{ Pa} = 2550 \text{ N}$
- Kracht per scharnier/'lock':  $2550 / 6 = 425 \text{ N}$
- De maximaal toegelaten kracht is 450 N



COMPRESSIVE STRENGTH - Maximum WORKING LOAD ①: 670 N / 150 LBS

Average ULTIMATE LOAD ②: 1500 N / 340 LBS



PART NUMBER	NOMINAL BREAKAWAY TORQUE N <sub>cm</sub> /in <sub>lbs</sub>	WORKING TENSILE LOAD		ULTIMATE TENSILE LOAD		WORKING SHEAR	ULTIMATE SHEAR
		IN LINE	PERPENDICULAR	IN LINE	PERPENDICULAR		
		N/lb	N/lb	N/lb	N/lb	N/lb	N/lb
C6 - 1 C6 - 21 C6 - 4 C6 - 24 C6 - 7 C6 - 27	70 / 6	450 / 100	450 / 100	2600 / 575	1870 / 420	450 / 100	1800 / 400
C6 - 2 C6 - 22 C6 - 5 C6 - 25 C6 - 8 C6 - 28	110 / 10						
C6 - 3 C6 - 23 C6 - 6 C6 - 26 C6 - 9 C6 - 29	170 / 15						
C6 - 0 C6 - 20	0 / 0						



#### 4.6. Reactiekrachten op de mast

De krachten [N] van de stalen kaders op de mast zijn:

Hoogte : 3.5 m

De volgende tabel vermeldt de krachten uitgeoefend door het bovenste en het onderste kader op de mast:

basis	Windzone	
	I (rood)	II (groen)
800 mm	5586 N	4316 N
1200 mm	8379 N	6473 N
1500 mm	10474 N	8092 N

Hoogte : 6.0 m

De volgende tabel vermeldt de krachten uitgeoefend door het bovenste en het onderste kader op de mast:

basis	Windzone	
	I (rood)	II (groen)
800 mm	9576 N	7398 N
1200 mm	7182 N	5549 N
1500 mm	8998 N	6935 N

De volgende tabel vermeldt de krachten uitgeoefend door het middelste kader op de mast:

basis	Windzone	
	I (rood)	II (groen)
1200 mm	14364 N	11097 N
1500 mm	17955 N	13871 N

#### 4.7. Opmerking

De RF transparante schouw is niet ontworpen om te kunnen weerstaan aan de val van een persoon: beveiligingen tegen het vallen moeten aan de mast bevestigd worden, of aan een ander daarvoor voorzien element, maar in geen enkel geval aan de RF transparante schouw.