



SELECT LANGUAGE

**ENGLISH****2****SLOVENSKY****26****ČESKY****DEUTSCH****50****POLSKI****74****MAGYAR****98****ITALIAN****FRANÇAIS**

Investor : UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Bratislava – city-ward Ružinov

STATIC REPORT

OF THE GLASS SHELTER AL-PR7

Responsible designer: Ing. Belo Kačo

Elaborated by: Ing. Martin Lavko, jr.



Košice, November 2024

Number:

Content

1	Project description	3
1.1	Documents received	3
2	Materials used.....	3
3	Load	3
3.1	Permanent load.....	3
3.2	Payload.....	3
3.3	Snow.....	3
3.4	Wind.....	4
4	Calculation.....	4
4.1	Load combinations.....	4
4.2	Tension on glass and profile	4
5	Static diagram	5
6	Numerical analysis	5
6.1	Material characteristics in the numerical model.....	5
6.2	Glass awning AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm	7
6.2.1	Tension.....	7
6.3	Deformation.....	7
7	Záver.....	8
8	Normy a použitý software.....	8

APPENDIX A

1 Project description

The subject of the assessment is a glass awning anchored in the AL-PR7 linear support. The assessment specifies the maximum permissible load of the shelter in the combination of loads from snow, wind and payload for building categories A, B, C1, C2, C3, C4.

1.1 Documents received

- Detail drawing of the railing installation
- Model of handrail assembly in editable format
- Material characteristics and material specifications from manufacturers
- EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016

2 Materials used

Aluminum:

Line support: AL 6063 T6

Steel:

Screws: M 10, 8.8

Plastic:

Anchoring wedge: POM/PA6 plastic

Rubber:

Glass gasket: EPDM

Glass:

VSG/ESG heat-strengthened glass (tempered)

3 Load

3.1 Permanent load

The weight of the glass plate is taken into account in the calculation as a permanent load; $g = 10,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $\rho_{\text{glass}} = 2500 \text{ kg/m}^3$

3.2 The payload

payload of inaccessible roofs except for routine maintenance - the size of the load to be taken into account according to the relevant national annex.

3.3 Snow

The magnitude of the snow load, or exceptional snow loads, must be taken into account in the load calculation according to EN 1991 and the relevant national annex.

3.4 Wind

The magnitude of the wind load is to be taken into account in the load calculation according to EN 1991 and the relevant national annex, both positive and negative wind action (suction and pressure) is taken into account in the static assessment of the PR7 awning.

4 Calculation

4.1 Load combinations

The load combinations to obtain the design load value or characteristic load value must be determined on the basis of EN 1990 and EN 1991. At the same time, the coefficients of the present load occurrence must be taken into account. When determining the applied loads on the awning structure, exceptional design situations must be taken into account.

$$E_d = \gamma_{sd} E \{ \gamma_{G,j} G_{k,j} ; \gamma_P P ; \gamma_{Q,1} Q_{k,1} ; \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1 ; i > 1$$

$$E_d \leq R_d$$

where E_d is the design value of the effect of loads, such as an internal force, a moment or a vector of several internal forces or moments;

R_d is the design value of the relevant resistance.

4.2 Tension on glass and profile

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) + 3 \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 \leq C$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1, \quad \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad \text{and} \quad \frac{\sqrt{3} \tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1$$

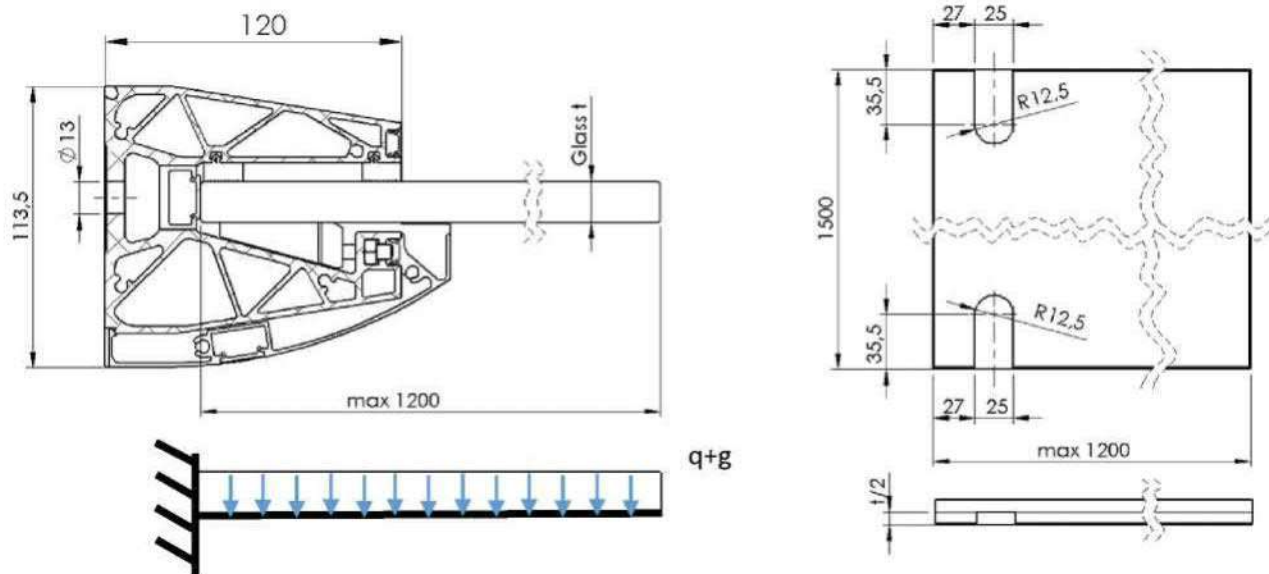
$\sigma_{z,Ed}$ - the design value of the normal stress in the direction of the 'z' axis at the destination

$\sigma_{x,Ed}$ - the design value of the normal voltage in the direction of the "x" axis of the voltage at the point of destination

τ_{Ed} - the design value of the shear stress at the destination

C - constant, $C \geq 1,0$

5 Static diagram



6 Numerical analysis

The AL-PR7 glass awning under consideration was subjected to an area load of a magnitude corresponding to the maximum load-bearing capacity or maximum allowable deflection of an awning of the specified dimensions. A simplification of the model was applied, namely the simplification of the threads of the rectification screws and their replacement by a rigid joint. The anchor bolts were not part of the model and were replaced by a rigid support. The other physical and mechanical parameters of the guardrail assembly were retained in the numerical model. The applied loads were short-term, the effect of temperature and UV radiation on the PVB film was neglected. The rectification bolts were not prestressed.

6.1 Material characteristics in the numerical model

GLASS

1	Property	Value	Unit
2	Density	2530	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	7,07E-08	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	70000	MPa
8	Poisson's Ratio	0,24	
9	Bulk Modulus	4,4872E+10	Pa
10	Shear Modulus	2,8226E+10	Pa
11	Tensile Yield Strength	120	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	120	MPa

Maximum allowable stress on the glass: $f_{g,k}=120\text{MPa}$; $f_{g,d}=84,75\text{MPa}$

ALUMINIUM

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	8000	kg m ⁻³
4	Isotropic Elasticity		
5	Derive from	Young's Modulus and ...	
6	Young's Modulus	1,93E+05	MPa
7	Poisson's Ratio	0,29	
8	Bulk Modulus	1,5317E+11	Pa
9	Shear Modulus	7,4806E+10	Pa
10	Bilinear Isotropic Hardening		
11	Yield Strength	205	MPa
12	Tangent Modulus	1800	MPa
13	Tensile Ultimate Strength	505	MPa

Maximum allowable stress on the profile: $f_0 = 205 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205/1,0 = 205 \text{ MPa}$

Screws

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	7850	kg m ⁻³
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
7	Derive from	Young's Modulus and Po...	
8	Young's Modulus	2,1E+05	MPa
9	Poisson's Ratio	0,3	
10	Bulk Modulus	1,75E+11	Pa
11	Shear Modulus	8,0769E+10	Pa
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	640	MPa
25	Compressive Yield Strength	640	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	800	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	800	MPa

PLASTIC SPACERS

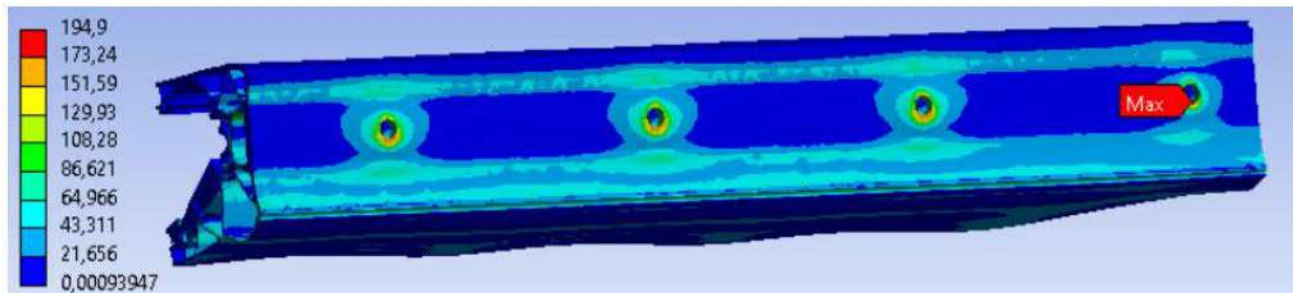
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	Tensile Yield Strength	45	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	49	MPa

6.2 Glass awning AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm

6.2.1 Tension

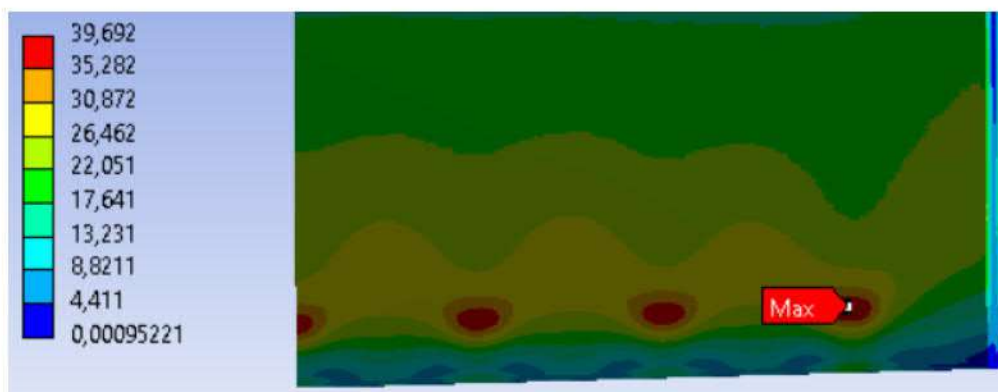
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



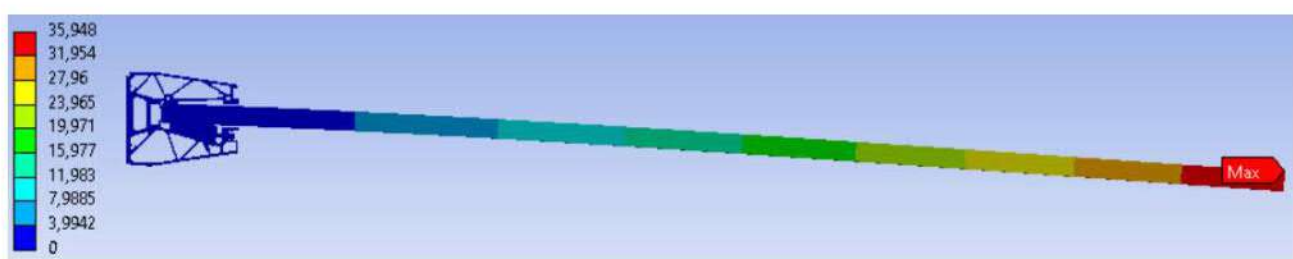
Maximum profile tension 194,90 MPa.

Glass

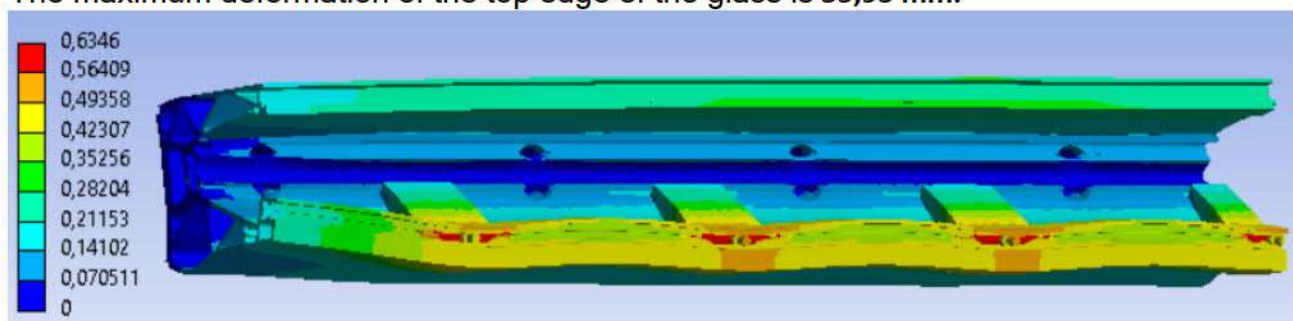


The maximum tensile stress on the glass is 39,69 MPa.

6.3 Deformation



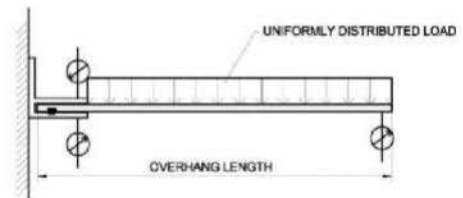
The maximum deformation of the top edge of the glass is 35,95 mm.



DETAILED STRESS-STRAIN BEHAVIOR see ANNEX A

7 Conclusion

Limit values can be interpolated



Thickness of glass		600 mm	900 mm	1200 mm
12,76-13,52	Max. permissible design load [kN/m ²]	10,60	4,45	2,30
	Limit deflection at maximum permissible characteristic load [mm]	N/A*	2,55	0,60
16,76-17,52	Max. permissible design load [kN/m ²]	13,10	5,40	2,90
	Limit deflection at maximum permissible characteristic load [mm]	N/A*	5,10	1,35
20,76-21,52	Max. permissible design load [kN/m ²]	13,00	5,30	2,80
	Limit deflection at maximum permissible characteristic load [mm]	N/A*	N/A*	1,95

- N/A* - limit deflection not reached at the load at the ultimate limit
- Limit deflection deflection of the railing glass $W_{lim} = \min (L/10; 25 \text{ mm})$
- Maximum permissible tension on the glass $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa}$
- Maximum permissible tension on the aluminum profile $f_{al,d} = 205 \text{ MPa}$
- Maximum design allowable load and characteristic load values do not include the dead load of the profile and glass sheet

THE NUMERICAL CALCULATION WAS DONE ACCORDING TO EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016 - 2.2.3 MECHANICAL RESISTANCE AND STABILITY TO SNOW AND WIND IN ACCORDANCE TO EN 1991. THE AL/PR7 EN-AW 6063-T6 PROFILE, VERIFIED BY NUMERICAL CALCULATION, SHOWS SUFFICIENT LOAD-BEARING CAPACITY UNDER AREA LOADS ACCORDING TO THE ATTACHED LOAD-BEARING CAPACITY TABLE. BEFORE PLACING THE PROFILE ON THE MARKET, IT IS NECESSARY TO CARRY OUT AN EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE ABOVE PROFILE. THE RESULTS PRESENTED ARE INFORMATIVE. THE ANCHORS HAVE NOT BEEN ASSESSED, THE CHOICE OF ANCHOR AND ITS USE MUST BE AGREED BY THE ANCHOR MANUFACTURER.

8 Standards and software used

- [1] STN EN 1990 - Principles of structural design
- [2] STN EN 1991 - Loads on structures
- [3] STN EN 1993 - Design of steel structures
- [4] STN EN 1999 - Design of aluminum structures
- [5] EN 12600 - Glass in building
- [6] EN 12150 - Glass in building
- [7] Guidance for European Structural Design of Glass Components, 2014
- [8] EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016



Ing. Martin Lavko, jr.

**Investor : UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Bratislava – city-ward Ružinov**

APPENDIX A

GLASS SHELTER AL-PR7

Košice, November 2024

Number:

Content

1	Project description.....	4
2	The glass awning AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm.....	4
2.1	Tension	4
2.2	Deformation	4
2.2.1	Characteristic load, limit min (25 mm, h/10)	5
3	The glass awning AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 900 mm.....	5
3.1	Tension	5
3.2	Deformation	6
4	The glass awning AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 600 mm.....	6
4.1	Tension	6
4.2	Deformation	7
5	The glass awning AL-PR7; 16,76- 17,52 mm; 1200mm.....	7
5.1	Tension	7
5.2	Deformation	8
5.2.1	Characteristic load, limit min (25 mm, h/10)	9
6	The glass awning AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 900 mm.....	9
6.1	Tension	9
6.2	Deformation	10
6.2.1	Characteristic load, limit min (25 mm, h/10).....	10
7	The glass awning AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 600 mm.....	11
7.1	Tension	11
7.2	Deformation	11
8	The glass awning AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 1200 mm.....	12
8.1	Tension	12
8.2	Deformation	12

8.2.1	Characteristic load, limit min (25 mm, $h/10$)	13
9	The glass awning AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 900 mm.....	13
9.1	Tension	13
9.2	Deformation	14
9.2.1	Characteristic load, limit min (25 mm, $h/10$).....	14
10	The glass awning AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 600 mm.....	15
10.1	Tension	15
10.2	Deformation	15

1 Description of the product

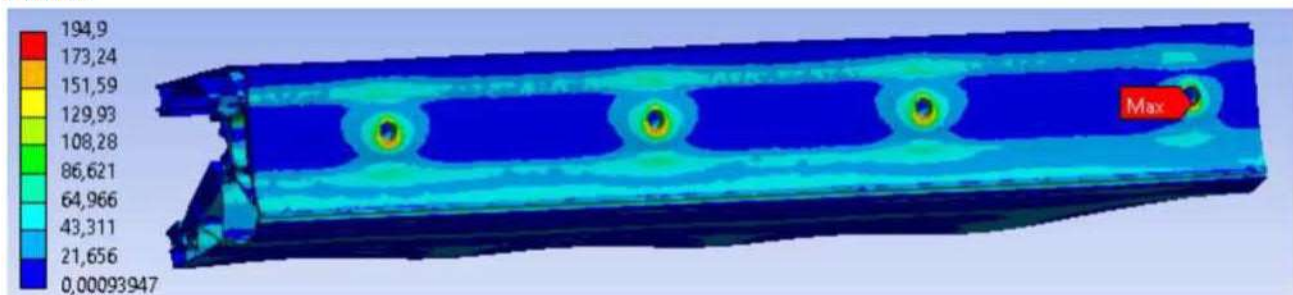
The subject of the assessment is a glass awning anchored in the AL-PR7 linear support. The assessment specifies the maximum permissible load of the shelter in the combination of loads from snow, wind and payload for building categories A, B, C1, C2, C3, C4.

2 Glass awning AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm

2.1 Tension

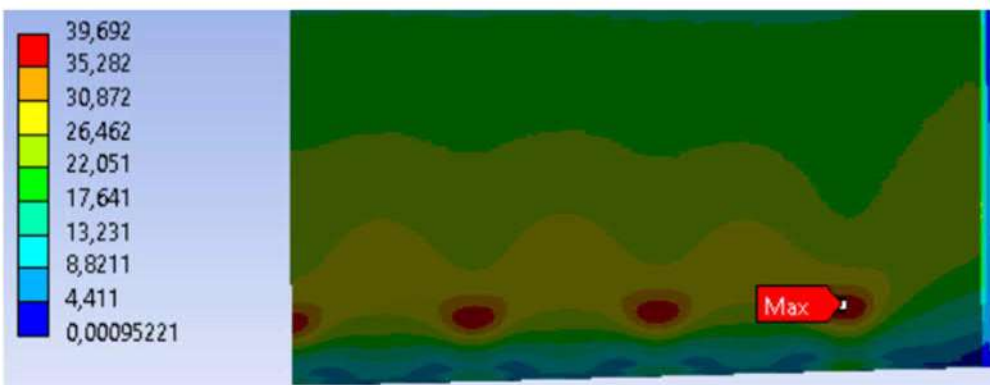
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



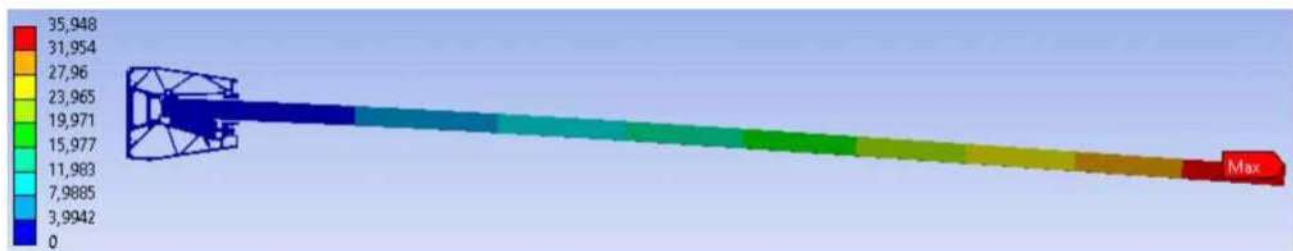
Maximum profile tension 194,90 MPa.

Glass

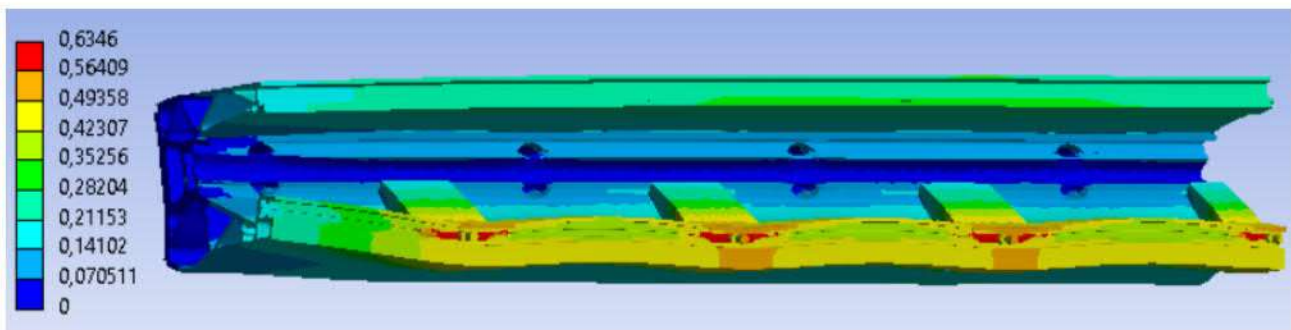


The maximum tensile stress on the glass is 39,69 MPa.

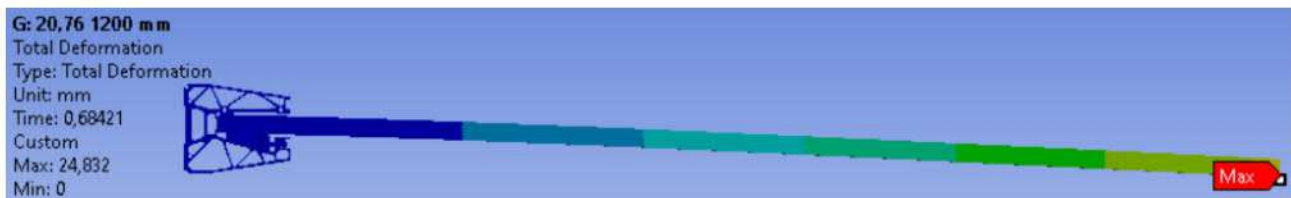
2.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 35,95 mm.



2.2.1 Characteristic load, limit min (25 mm, $h/10$)



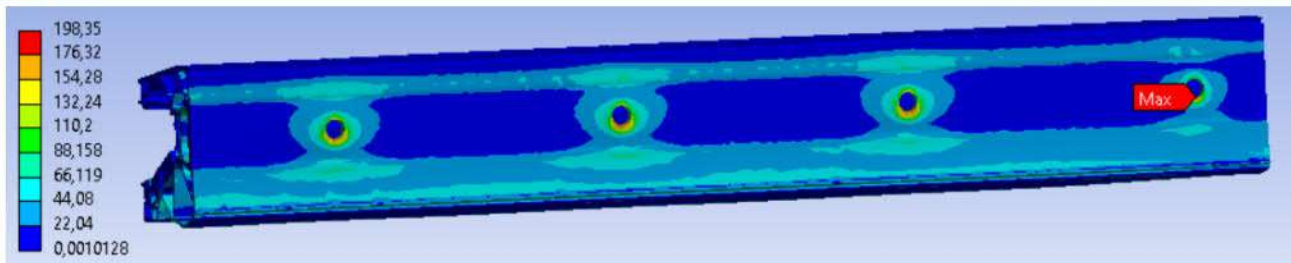
Limiting deflection achieved under a load of $1,95 \text{ kN/m}^2$

3 The glass awning AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 900 mm

3.1 Tension

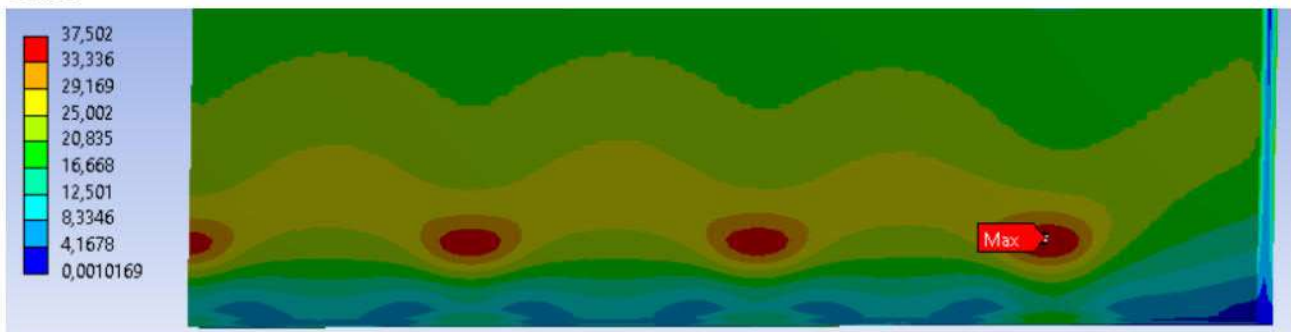
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



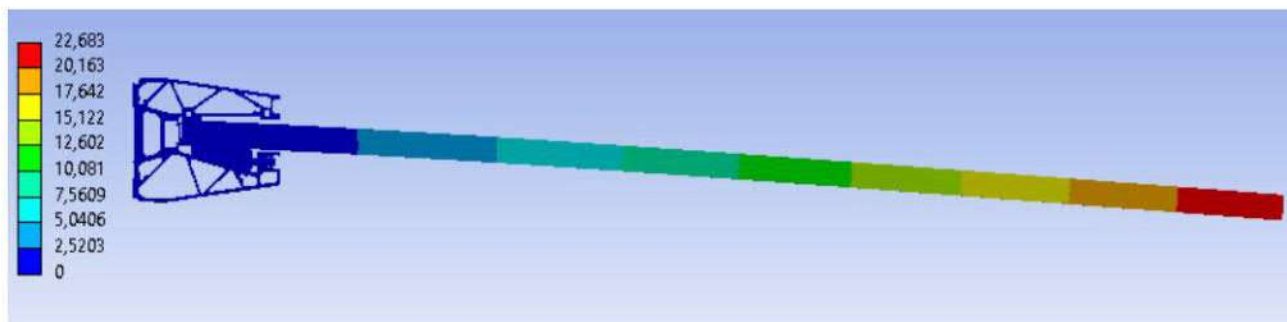
Maximum profile tension 198,35 MPa.

Glass

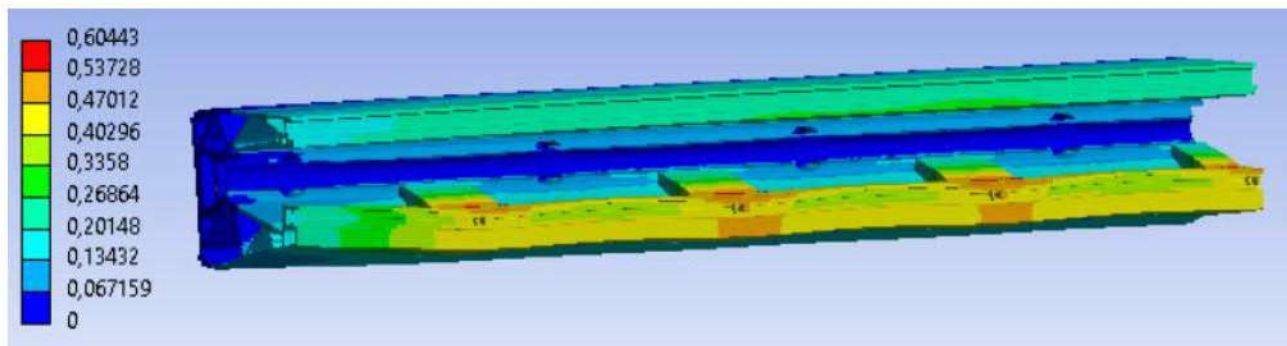


The maximum deformation of the top edge of the glass is 37,50 MPa.

3.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 22,68 mm.

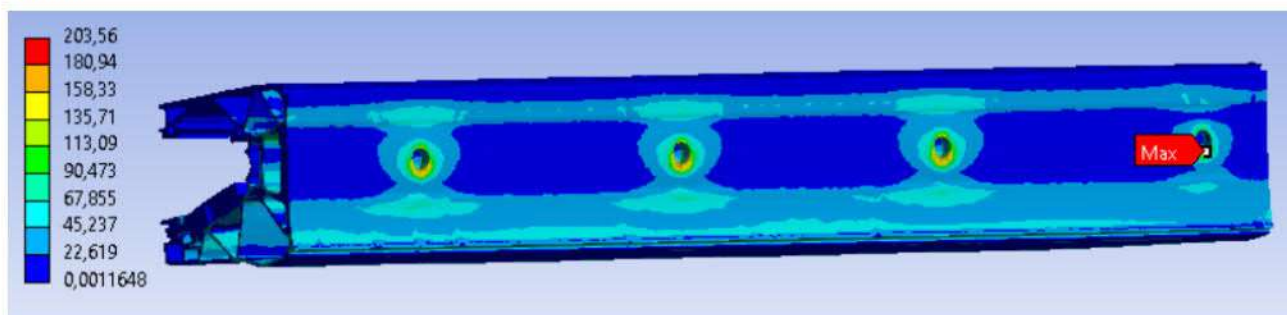


4 The glass awning AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 600 mm

4.1 Tension

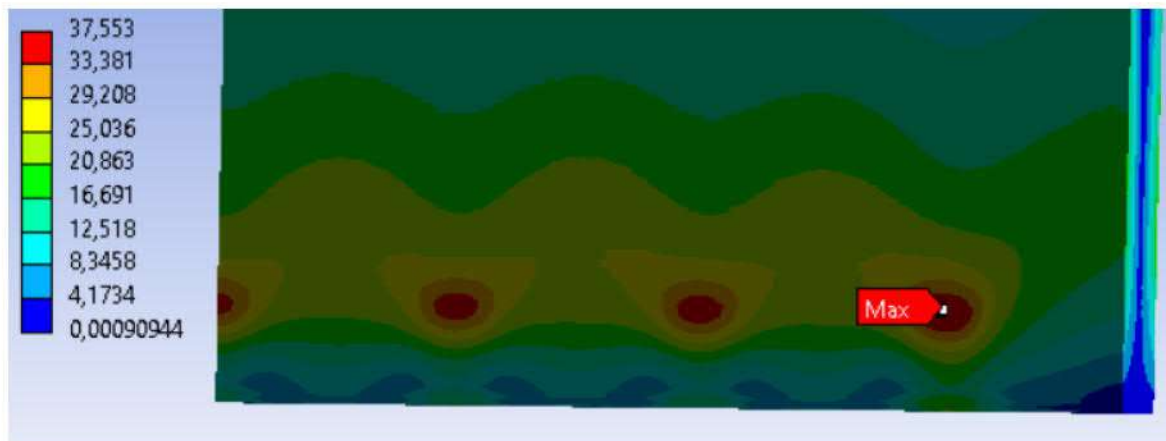
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



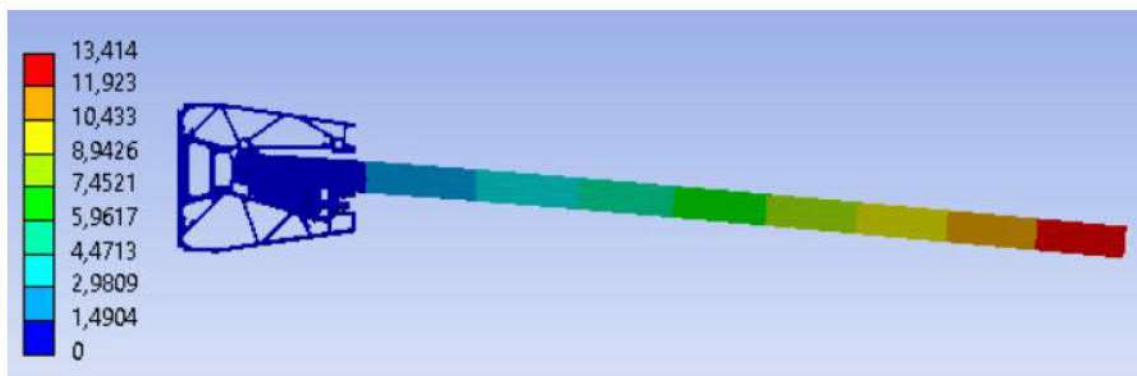
Maximum profile tension 203,56 MPa.

Glass

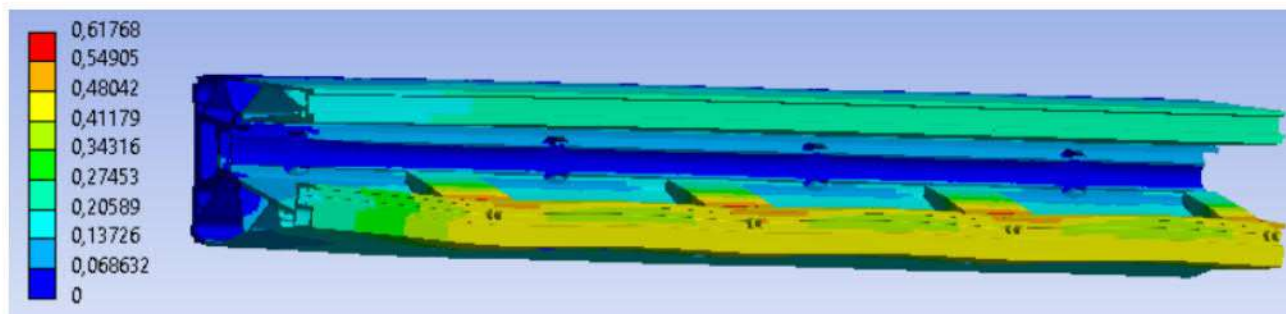


The maximum tensile stress on the glass is 37,55 MPa.

4.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 13,41 mm.

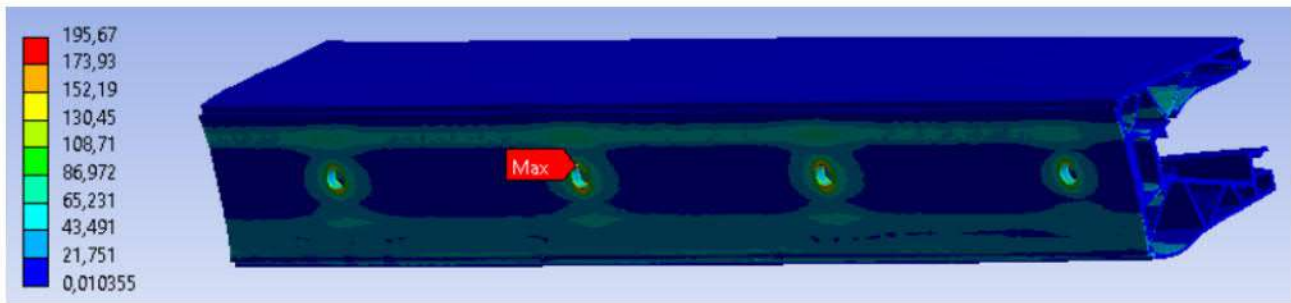


5 The glass awning AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 1200 mm

5.1 Tension

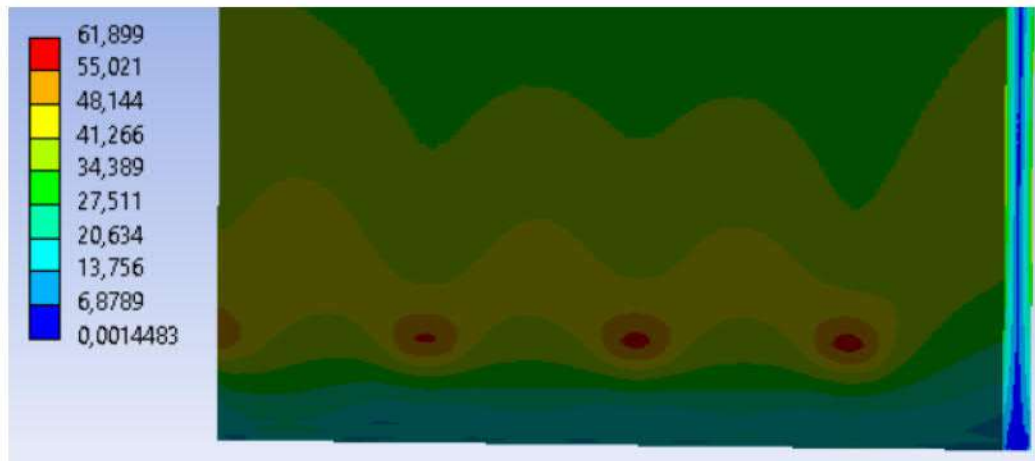
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



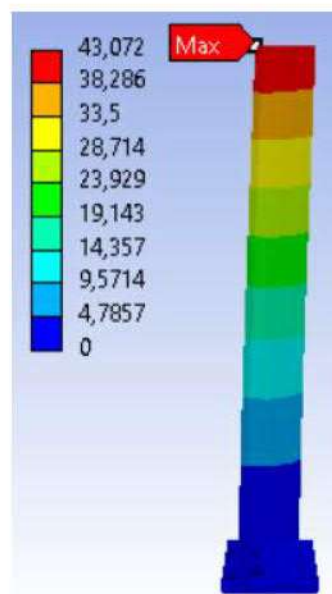
Maximum profile tension 195,67 MPa.

Glass

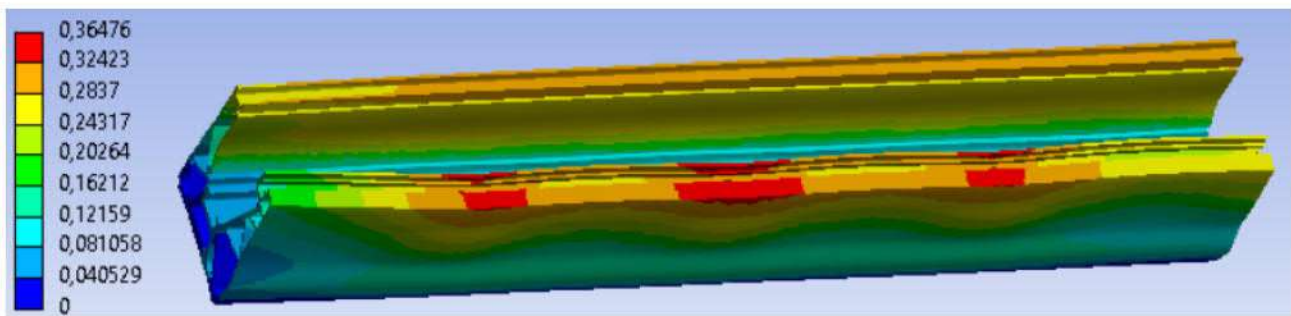


The maximum tensile stress on the glass is 61,89 MPa.

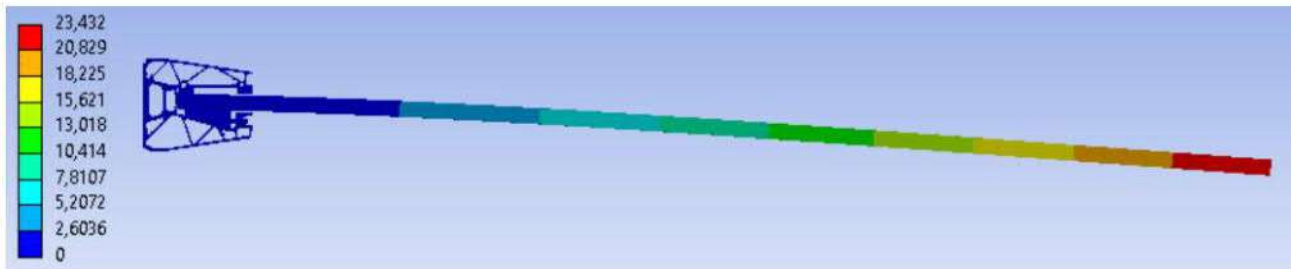
5.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 43,07 mm.



5.2.1 Characteristic load, limit min (25 mm, h/10)



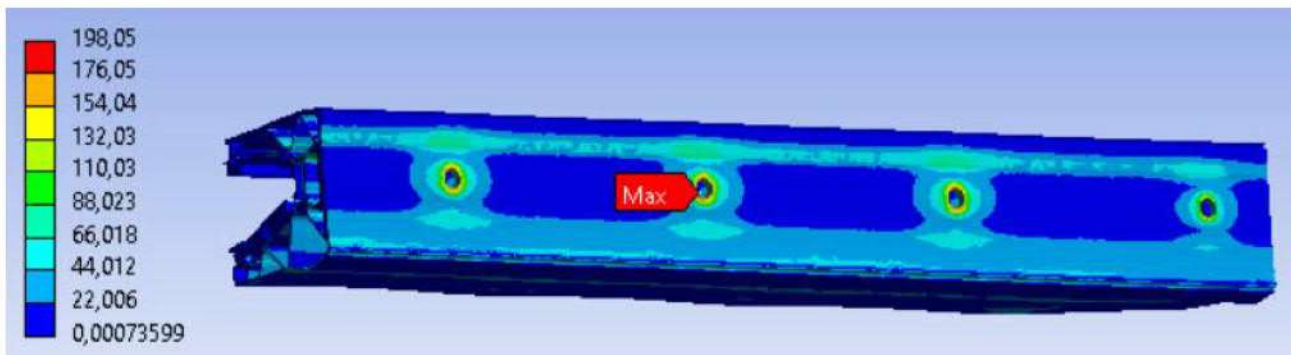
Limiting deflection achieved under a load of 1,35 kN/m²

6 The glass awning AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 900 mm

6.1 Tension

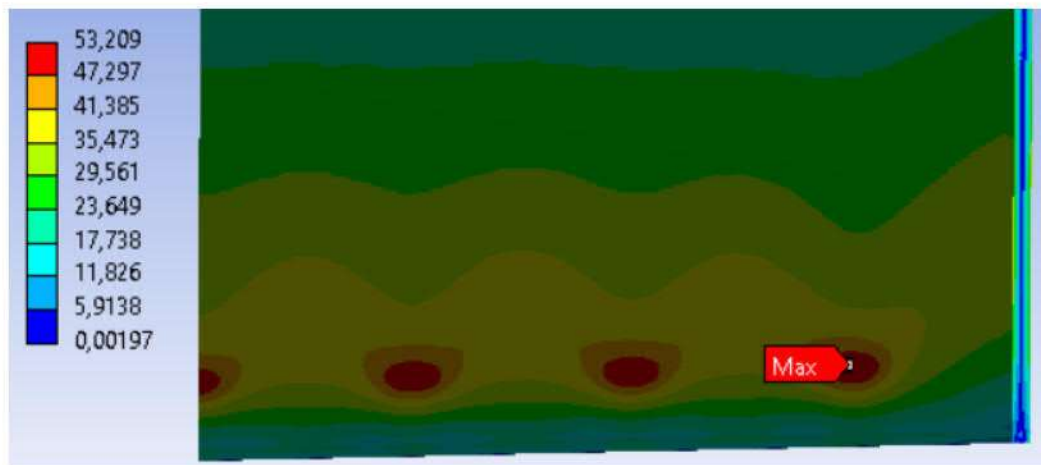
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



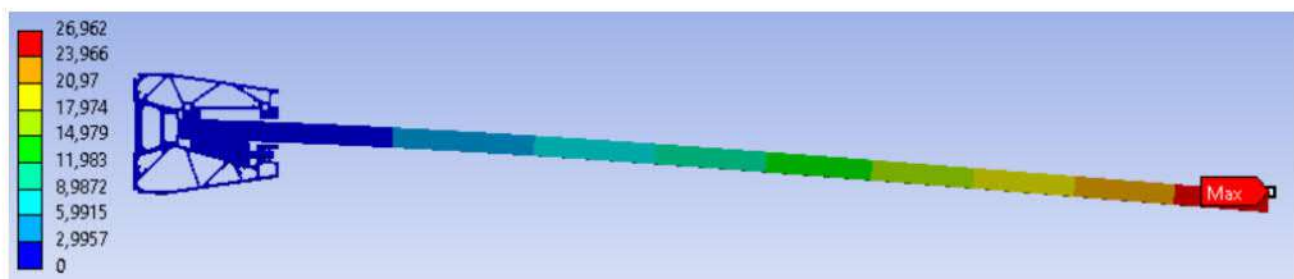
Maximum profile tension 198,05 MPa.

Glass

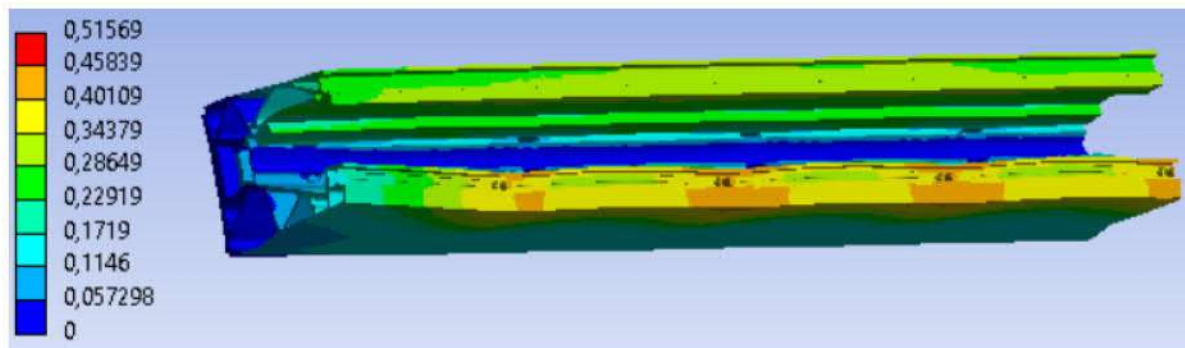


The maximum tensile stress on the glass is 53,21 MPa.

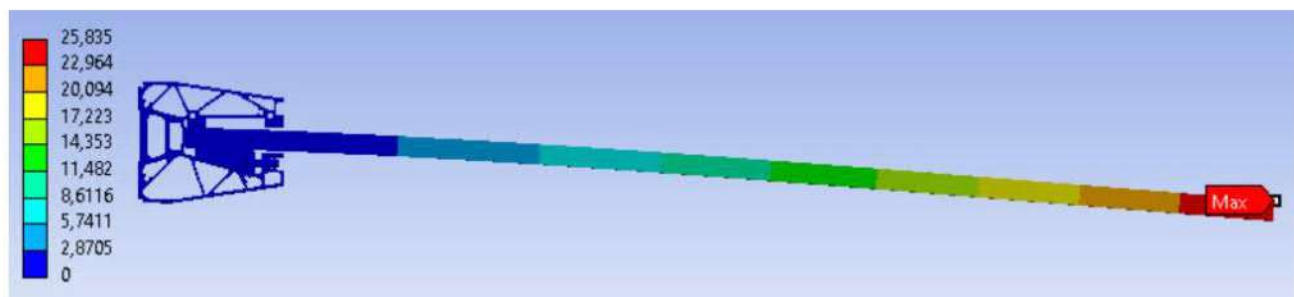
6.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 26,96 mm.



6.2.1 Characteristic load, limit min (25 mm, $h/10$)



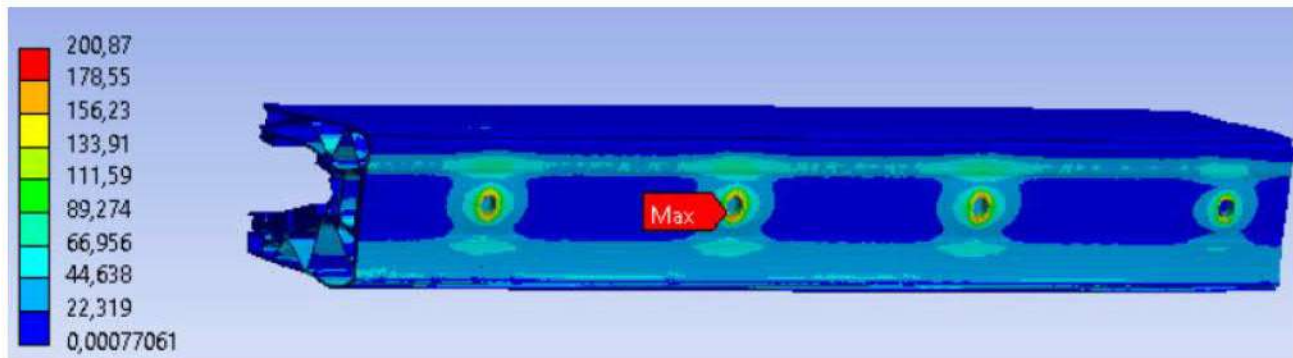
Limiting deflection achieved under a load of 5,10 kN/m²

7 The glass awning AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 600 mm

7.1 Tension

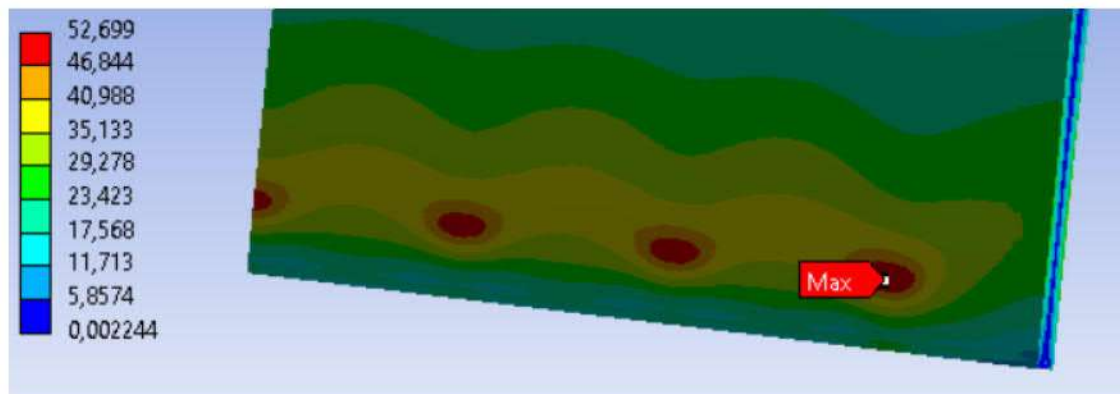
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



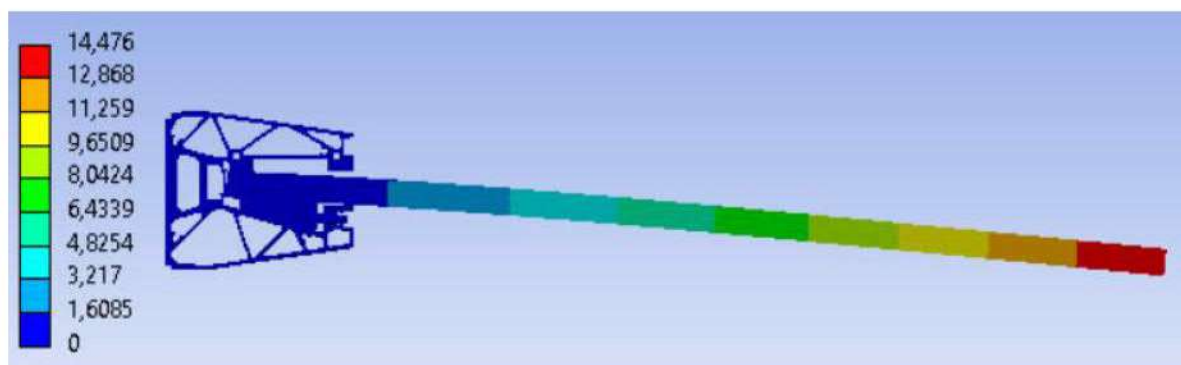
Maximum profile tension 200,87 MPa.

Glass

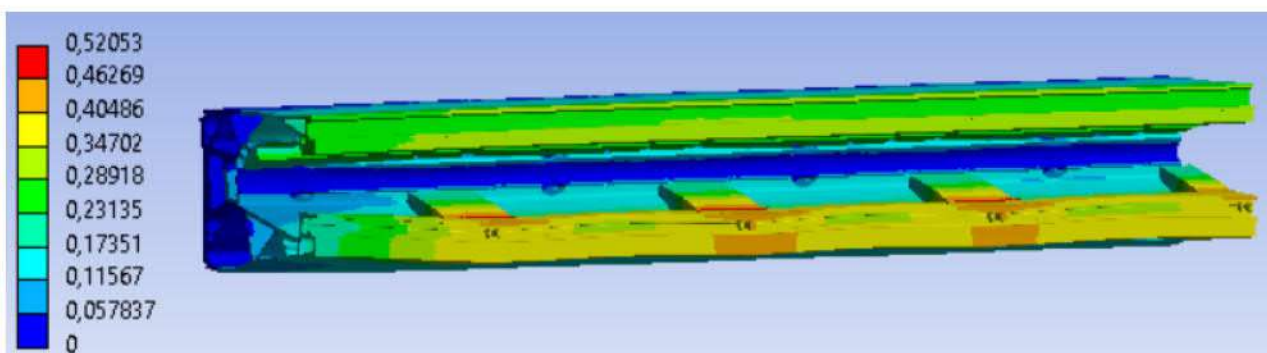


The maximum tensile stress on the glass is 52,70 MPa.

7.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 14,48 mm.

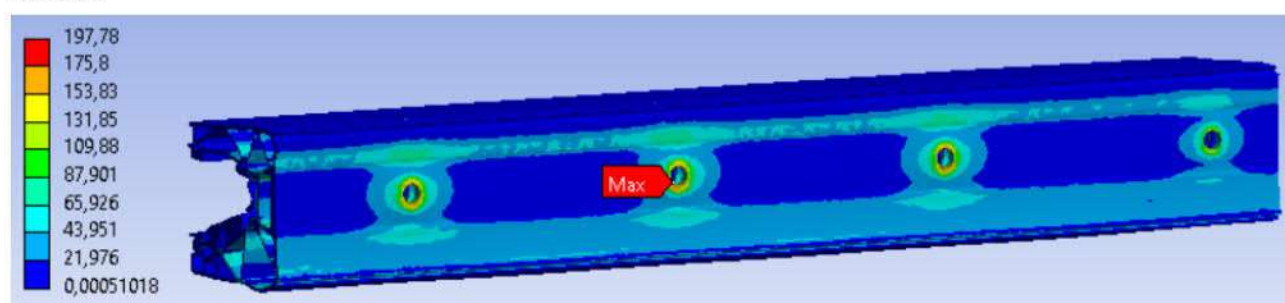


8 The glass awning AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 1200 mm

8.1 Tension

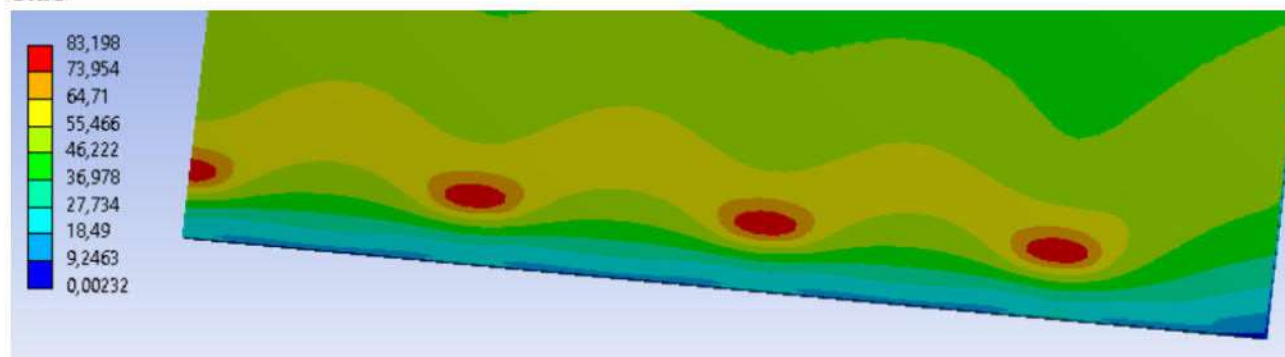
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



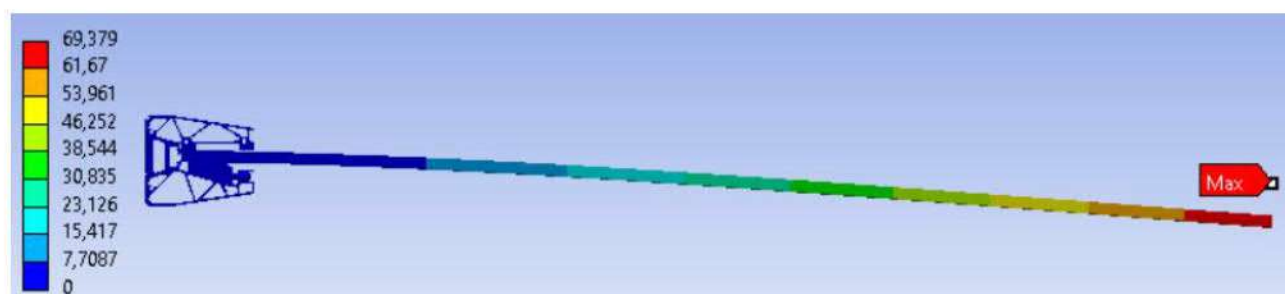
Maximum profile tension 197,78 MPa.

Sklo

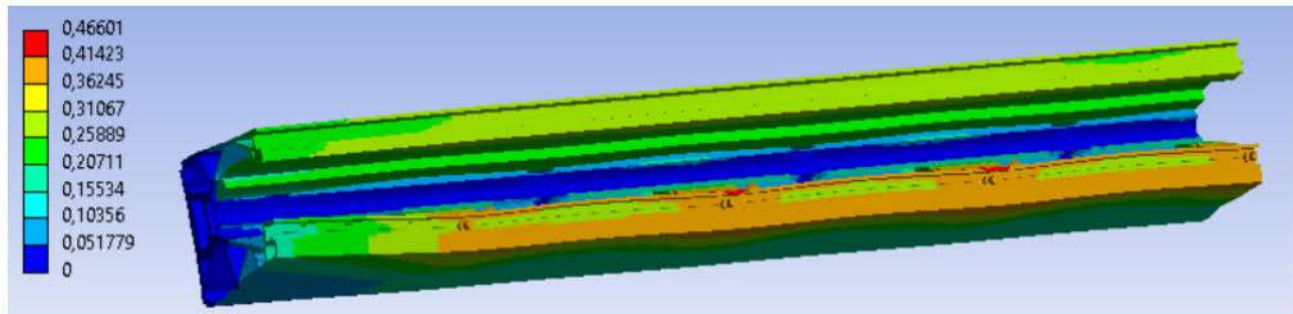


The maximum tensile stress on the glass is 83,20 MPa.

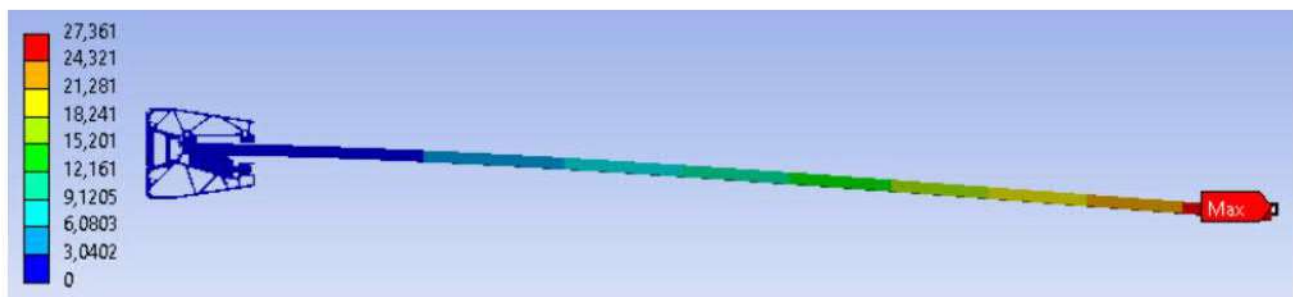
8.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 69,38 mm.



8.2.1 Characteristic load, limit min (25 mm, $h/10$)



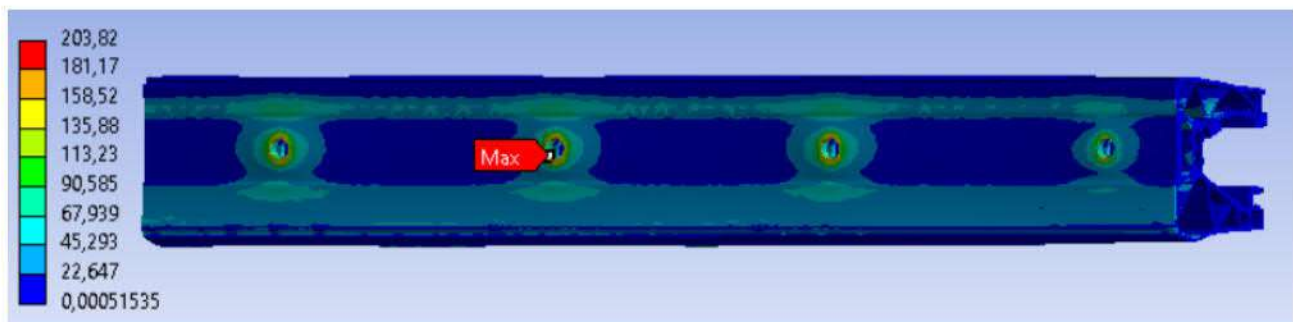
Limiting deflection achieved under a load of 0,60 kN/m²

9 The glass awning AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 900 mm

9.1 Tension

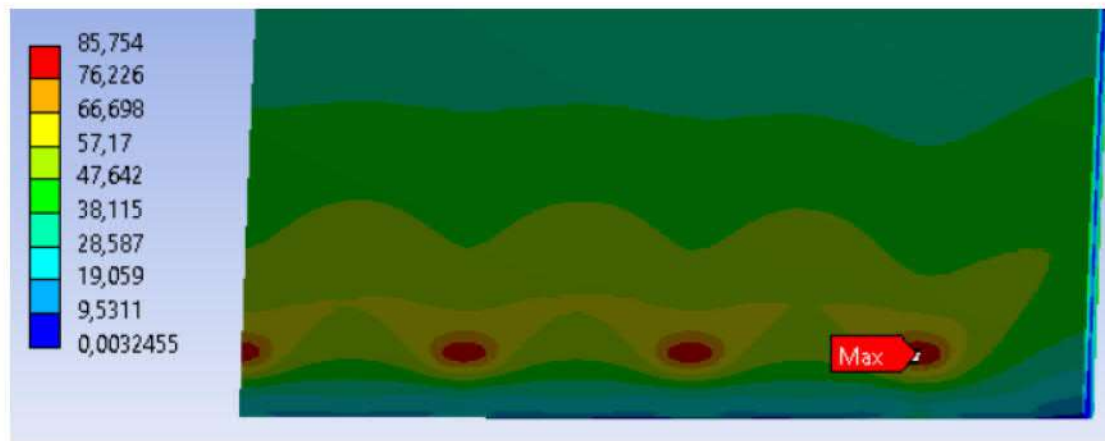
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



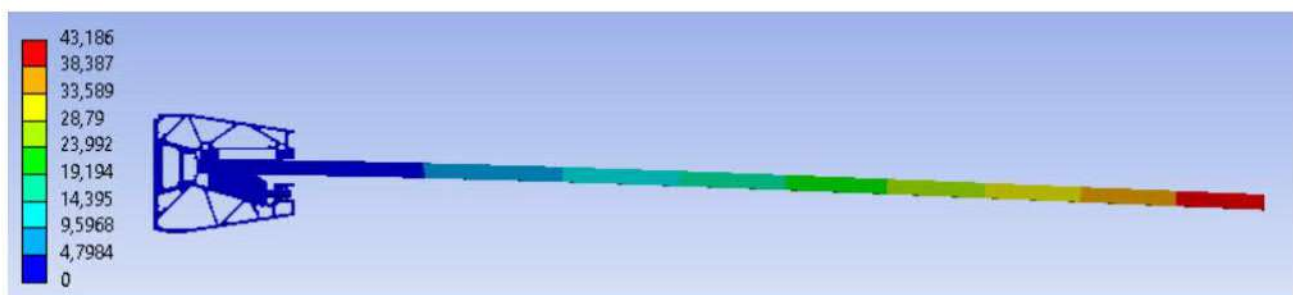
Maximum profile tension 203,82 MPa

Glass

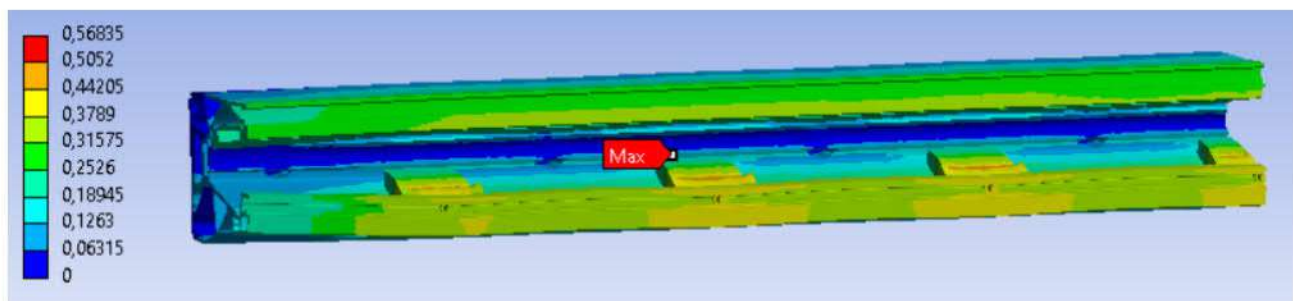


The maximum tensile stress on the glass is 84,75 MPa.

9.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 43,19 mm.



9.2.1 Characteristic load, limit min (25 mm, $h/10$)



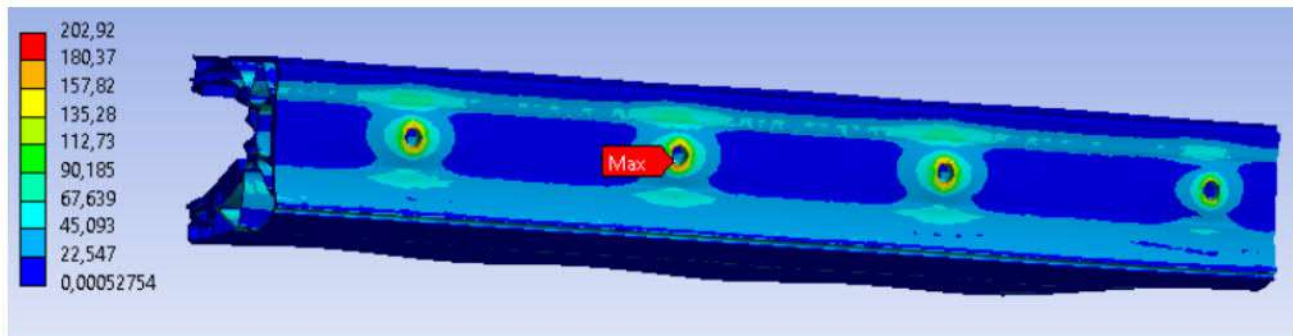
Limiting deflection achieved under a load of 2,55 kN/m²

10 The glass awning AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 600 mm

10.1 Tension

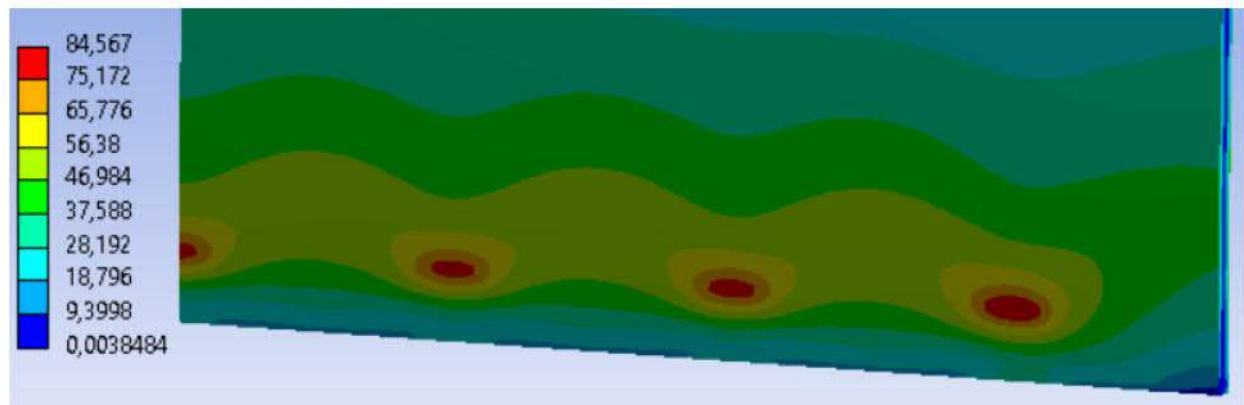
Equivalent (von-Mises) tension [MPa]

Profile



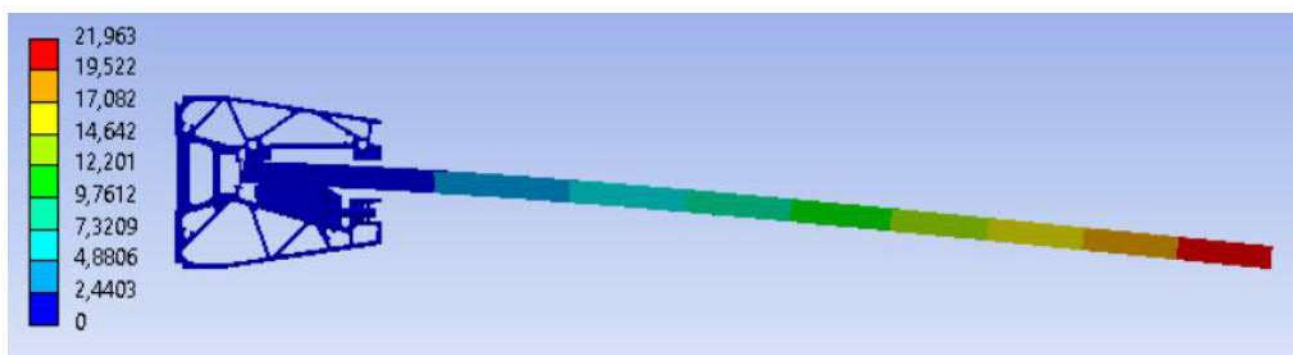
Maximum profile tension 202,92 MPa.

Glass

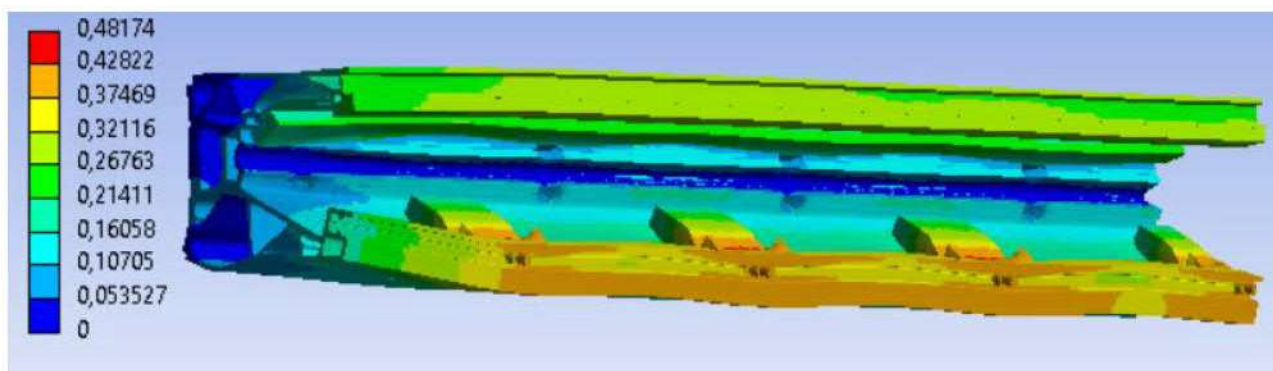


The maximum tensile stress on the glass is 84,57 MPa.

10.2 Deformation



The maximum deformation of the top edge of the glass is 21,96 mm.



Ing. Martin Lavko, ml.

**Investor : UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Bratislava – mestská časť Ružinov**

STATICKÝ POSUDOK

SKLENENÉHO PRÍSTREŠKU AL-PR7

Zodp. projektant: Ing. Belo Kačo
Vypracoval: Ing. Martin Lavko, ml.



Košice, november 2024

Číslo paré:

Obsah

1	Popis projektu	3
1.1	Prijaté podklady.....	3
2	Použité materiály	3
3	Zaťaženie	3
3.1	Stále zaťaženie.....	3
3.2	Úžitkové zaťaženie.....	3
3.3	Sneh.....	3
3.4	Vietor.....	4
4	Výpočet	4
4.1	Kombinácie zaťaženia.....	4
4.2	Napätie na skle a profile.....	4
5	Statické schéma	5
6	Numerická analýza	5
6.1	Materiálové charakteristiky v numerickom modeli	5
6.2	Sklenená markíza AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm	7
6.2.1	Napätie.....	7
6.3	Deformácia	7
7	Záver.....	8
8	Normy a použitý software.....	8

PRÍLOHA A

1 Popis projektu

Predmetom posúdenia je sklenená markíza kotvená v línovej podpere AL-PR7. V posudku je uvedené maximálne prípustné zaťaženie prístrešku a to v kombinácii zaťaženi od snehu, vetra a úžitkového zaťaženia pre kategórie budov A, B, C1, C2, C3, C4.

1.1 Prijaté podklady

- Výkres detailu uloženia zábradlia
- Model zostavy zábradlia v editovateľnom formáte
- Materiálové charakteristiky a špecifikácie materiálov od výrobcov
- EAD 220025-00-0401 v2 – Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016

2 Použité materiály

Hliník:

Líniová podpera: AL 6063 T6

Oceľ:

Skrutky: M 10, 8.8

Plast:

Kotviaci klin: POM/PA6 plast

Guma:

Tesnenie skla: EPDM

Sklo:

Tepelne tvrdené sklo VSG/ESG (kalené)

3 Zaťaženie

3.1 Stále zaťaženie

Ťiaž sklenenej dosky je vo výpočte zohľadnená ako stále zaťaženie; $g = 10,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$;
 $\rho_{\text{sklo}} = 2500 \text{ kg/m}^3$

3.2 Úžitkové zaťaženie

Úžitkové zaťaženie neprístupných striech s výnimkou bežnej údržby – veľkosť zaťaženia zohľadniť podľa príslušnej národnej prílohy.

3.3 Sneh

Veľkosť zaťaženia snehom, prípadne mimoriadne zaťaženie snehom je potrebné do výpočtu zaťaženia zohľadniť podľa EN 1991 a podľa príslušnej národnej prílohy.

3.4 Vietor

Veľkosť zaťaženia vetrom je potrebné do výpočtu zaťaženia zohľadniť podľa EN 1991 a podľa príslušnej národnej prílohy. V statickom posúdení markízy PR7 je zohľadnené pozitívne aj negatívne pôsobenie vetra (sanie a tlak).

4 Výpočet

4.1 Kombinácie zaťaženia

Kombinácie zaťaženia k získaniu návrhovej hodnoty zaťaženia, respektíve charakteristickej hodnoty zaťaženia je nutné určiť na základe EN 1990 a EN 1991. Zároveň je potrebné zohľadniť súčinitele súčasnosti výskytu zaťaženia. Pri určovaní pôsobiaceho zaťaženia na konštrukciu markízy je potrebné zohľadniť mimoriadne návrhové situácie.

$$E_d = \gamma_{Sd} E \left\{ \gamma_{G,j} G_{k,j} ; \gamma_P P ; \gamma_{Q,1} Q_{k,1} ; \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1 ; i > 1$$

$$E_d \leq R_d$$

kde E_d je návrhová hodnota účinku zaťaženia, ako je vnútorná sila, moment alebo vektor niekoľkých vnútorných síl alebo momentov;

R_d je návrhová hodnota príslušnej odolnosti.

4.2 Napätie na skle a profile

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) + 3 \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 \leq C$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1, \quad \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad \text{and} \quad \frac{\sqrt{3} \tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1$$

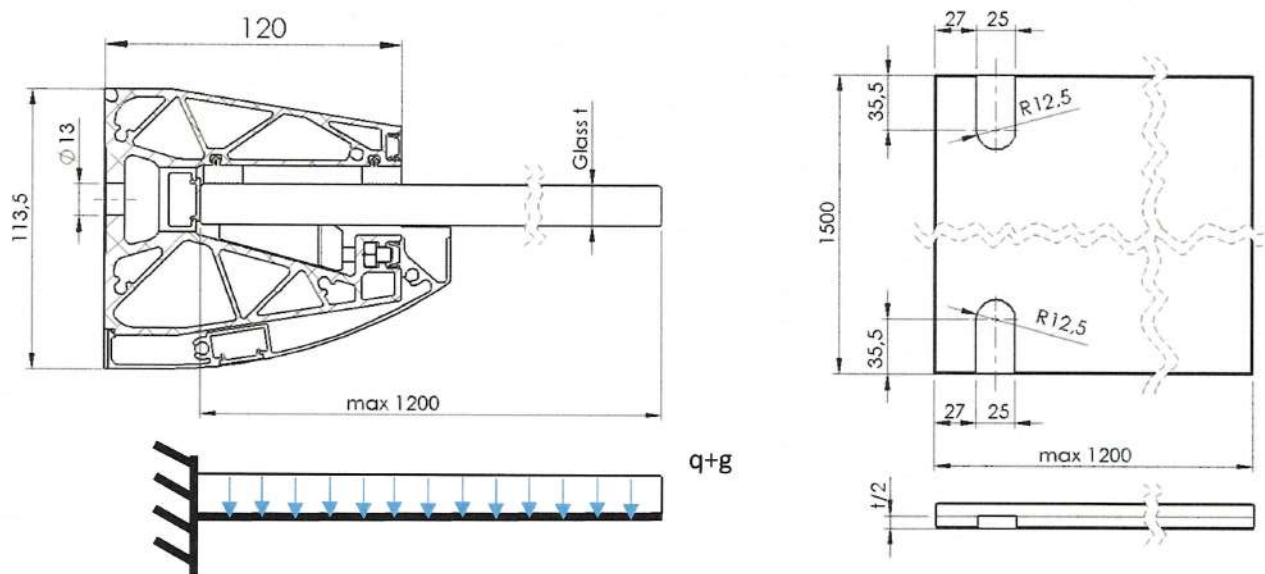
$\sigma_{z,Ed}$ – návrhová hodnota normálového napätia v smere osy „z“ v mieste určenia

$\sigma_{x,Ed}$ – návrhová hodnota normálového napätia v smere osy „x“ napätia v mieste určenia

τ_{Ed} – návrhová hodnota šmykového napätia v mieste určenia

C – konštanta, $C \geq 1,0$

5 Statické schéma



6 Numerická analýza

Posudzovaná sklenená markíza AL-PR7 bola zaťažená plošným zaťažením o veľkosti odpovedajúcej maximálnej únosnosti, respektíve maximálnemu prípustnému priehybu markízy o špecifikovaných rozmeroch. Bolo použité zjednodušenie modelu a to zjednodušenie závitov rektifikačných skrutiek a ich nahradenie tuhým spojom. Kotviace skrutky neboli súčasťou modelu a boli nahradené tuhou podporou. Ostatné fyzikálne a mechanické parametre zostavy zábradlia boli v numerickom modeli zachované. Aplikované zaťaženie bolo krátkodobé, vplyv teploty a UV žiarenia na PVB fóliu bol zanedbaný. Rektifikačné skrutky neboli predpäté.

6.1 Materiálové charakteristiky v numerickom modeli

SKLO

1	Property	Value	Unit
2	Density	2530	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	7,07E-08	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	70000	MPa
8	Poisson's Ratio	0,24	
9	Bulk Modulus	4,4872E+10	Pa
10	Shear Modulus	2,8226E+10	Pa
11	Tensile Yield Strength	120	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	120	MPa

Maximálne prípustné napätie na skle: $f_{g,k} = 120 \text{ MPa}$; $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa}$

HLINÍK

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	8000	kg m ⁻³
4	Isotropic Elasticity		
5	Derive from	Young's Modulus and ...	
6	Young's Modulus	1,93E+05	MPa
7	Poisson's Ratio	0,29	
8	Bulk Modulus	1,5317E+11	Pa
9	Shear Modulus	7,4806E+10	Pa
10	Bilinear Isotropic Hardening		
11	Yield Strength	205	MPa
12	Tangent Modulus	1800	MPa
13	Tensile Ultimate Strength	505	MPa

Maximálne prípustné napätie na profile: $f_0 = 205 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205/1,0 = 205 \text{ MPa}$

SKRUTKY

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	7850	kg m ⁻³
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
7	Derive from	Young's Modulus and Po...	
8	Young's Modulus	2,1E+05	MPa
9	Poisson's Ratio	0,3	
10	Bulk Modulus	1,75E+11	Pa
11	Shear Modulus	8,0769E+10	Pa
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	640	MPa
25	Compressive Yield Strength	640	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	800	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	800	MPa

PLASTOVÉ PODLOŽKY

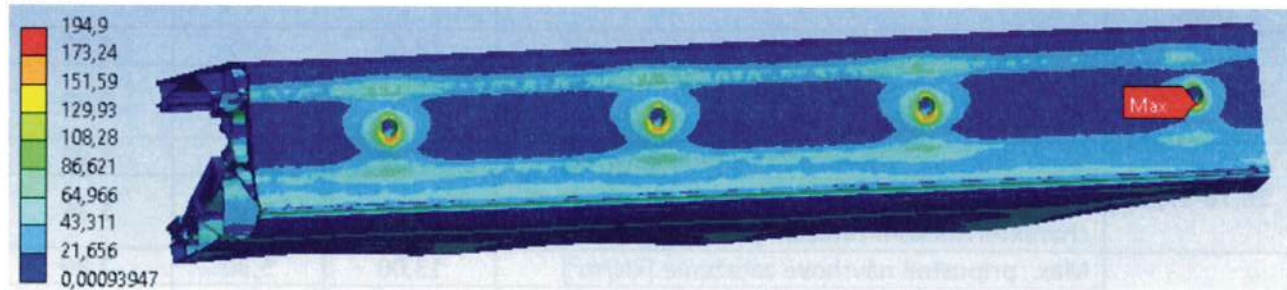
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	Tensile Yield Strength	45	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	49	MPa

6.2 Sklenená markíza AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm

6.2.1 Napätie

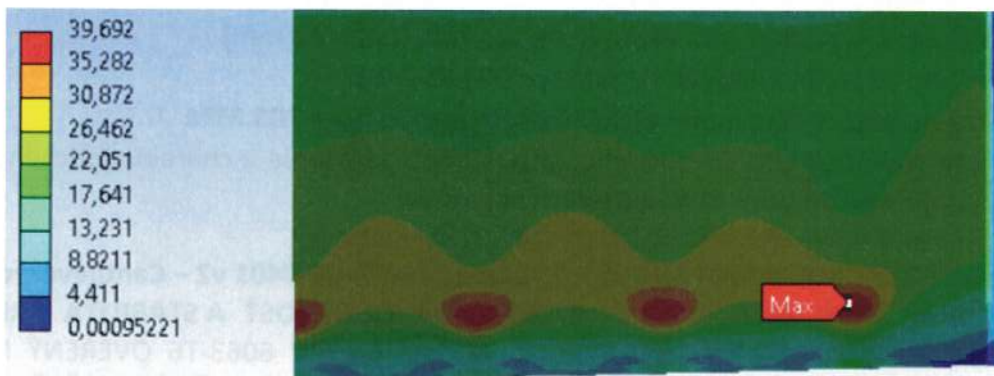
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



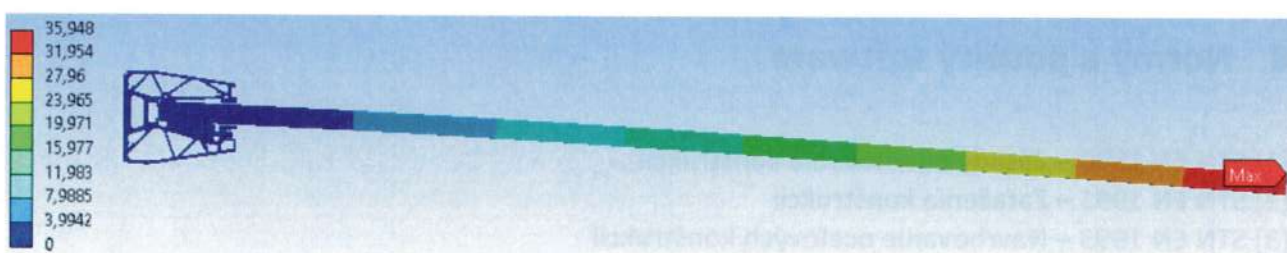
Maximálne napätie na profile je **194,90 MPa**.

Sklo

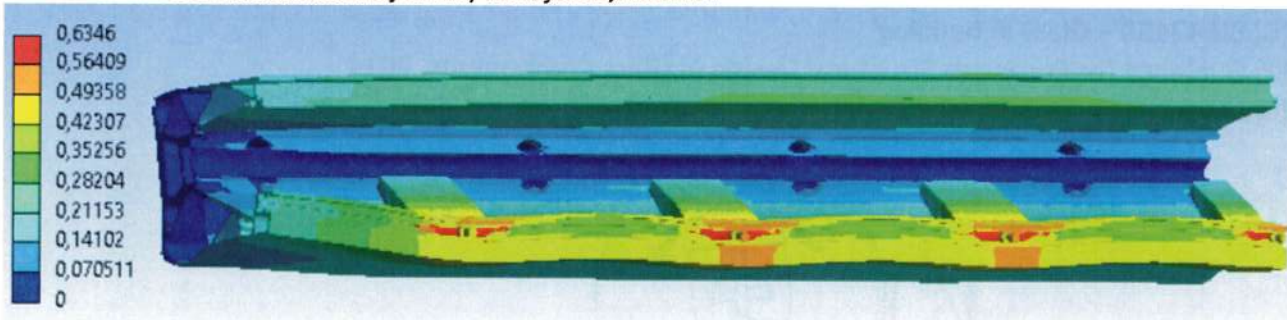


Maximálne ťahové napätie na skle je **39,69 MPa**.

6.3 Deformácia



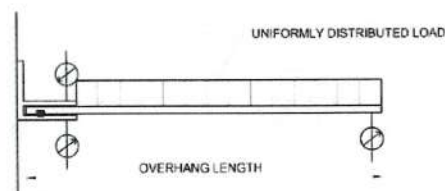
Maximálna deformácia hornej hrany skla je **35,95 mm**.



PODROBNÝ PRIEBEH NAPÄTIA DEFORMÁCIE vid'. PRÍLOHA A

7 Záver

Medzné hodnoty možno interpolovať



Hrúbka skla [mm]		600 mm	900 mm	1200 mm
12,76-13,52	Max. prípustné návrhové zaťaženie [kN/m ²]	10,60	4,45	2,30
	Limitný priehyb pri max. prípustnom charakteristickom zaťažení [mm]	N/A*	2,55	0,60
16,76-17,52	Max. prípustné návrhové zaťaženie [kN/m ²]	13,10	5,40	2,90
	Limitný priehyb pri max. prípustnom charakteristickom zaťažení [mm]	N/A*	5,10	1,35
20,76-21,52	Max. prípustné návrhové zaťaženie [kN/m ²]	13,00	5,30	2,80
	Limitný priehyb pri max. prípustnom charakteristickom zaťažení [mm]	N/A*	N/A*	1,95

- N/A* - limitný priehyb nedosiahnutý pri zaťažení na medzi únosnosti
- Limitný priehyb priehyb skla zábradlia $w_{lim} = \min (L/10; 25 \text{ mm})$
- Maximálne prípustné napätie na skle $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa}$
- Maximálne prípustné napätie na hliníkovom profile $f_{al,d} = 205 \text{ MPa}$
- Hodnoty maximálneho návrhového prípustného zaťaženia a charakteristického zaťaženia nezahŕňajú vlastnú tiaž profilu a sklenenej tabule

NUMERICKÝ VÝPOČET BOL VYHOTOVENÝ PODĽ EAD 220025-00-0401 v2 – Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016 – 2.2.3 MECHANICKÁ ODOLNOSŤ A STABILITA PRI ZAŤAŽENÍ SNEHOM A VETROM PODĽA EN 1991. PROFIL AL/PR7 EN-AW 6063-T6 OVERENÝ NUMERICKÝ VÝPOČTOM VYKAZUJE DOSTATOČNÚ ÚNOSNOSŤ PRI ZAŤAŽENÍ PLOŠNÝM ZAŤAŽENÍM PODĽA PRILOŽENEJ TABUĽKY ÚNOSNOSTI. PRED UVEDENÍM PROFILU NA TRH JE NUTNÉ VYKONAŤ EXPERIMENTÁLNU ANALÝZU SPOMÍNANÉHO PROFILU. PREZENTOVANÉ VÝSLEDKY MAJÚ INFORMATÍVNY CHARAKTER. KOTVY NEBOLI POSUDZOVANÉ, VÝBER KOTVY A JEJ POUŽITIE MUSÍ BYŤ ODSÚHLASENÉ VÝROBCOM KOTVY.

8 Normy a použitý software

- [1] STN EN 1990 – Zásady navrhovania konštrukcií
- [2] STN EN 1991 – Zaťaženia konštrukcií
- [3] STN EN 1993 – Navrhovanie ocelových konštrukcií
- [4] STN EN 1999 – Navrhovanie hliníkových konštrukcií
- [5] EN 12600 – Glass in building
- [6] EN 12150 – Glass in building
- [7] Guidance for European Structural Design of Glass Components, 2014
- [8] EAD 220025-00-0401 v2 – Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016



Ing. Martin Lavko, ml.

**Investor : UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Bratislava – mestská časť Ružinov**

PRÍLOHA A

SKLENENÉHO PRÍSTREŠKU AL-PR7

Košice, november 2024

Číslo paré:

Obsah

1	Popis projektu	4
2	Sklenená markíza AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm	4
2.1	Napätie	4
2.2	Deformácia	4
2.2.1	Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, h/10).....	5
3	Sklenená markíza AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 900 mm	5
3.1	Napätie	5
3.2	Deformácia	6
4	Sklenená markíza AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 600 mm	6
4.1	Napätie	6
4.2	Deformácia	7
5	Sklenená markíza AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 1200 mm	7
5.1	Napätie	7
5.2	Deformácia	8
5.2.1	Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, h/10).....	9
6	Sklenená markíza AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 900 mm	9
6.1	Napätie	9
6.2	Deformácia	10
6.2.1	Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, h/10).....	10
7	Sklenená markíza AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 600 mm	11
7.1	Napätie	11
7.2	Deformácia	11
8	Sklenená markíza AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 1200 mm	12
8.1	Napätie	12
8.2	Deformácia	12

8.2.1	Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, h/10).....	13
9	Sklenená markíza AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 900 mm	13
9.1	Napätie	13
9.2	Deformácia	14
9.2.1	Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, h/10).....	14
10	Sklenená markíza AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 600 mm	15
10.1	Napätie.....	15
10.2	Deformácia.....	15

1 Popis projektu

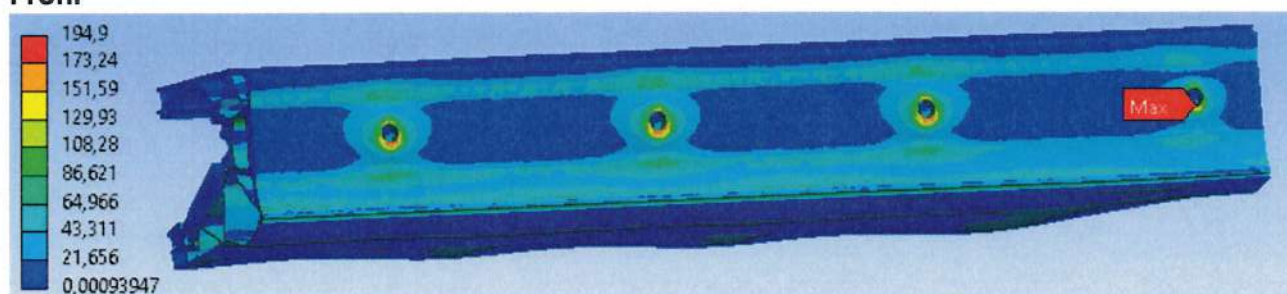
Predmetom posúdenia je sklenená markíza kotvená v línovej podpore AL-PR7. V posudku je uvedené maximálne prípustné zaťaženie prístrešku a to v kombinácii zaťaženií od snehu, vetra a úžitkového zaťaženia pre kategórie budov A, B, C1, C2, C3, C4.

2 Sklenená markíza AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm

2.1 Napätie

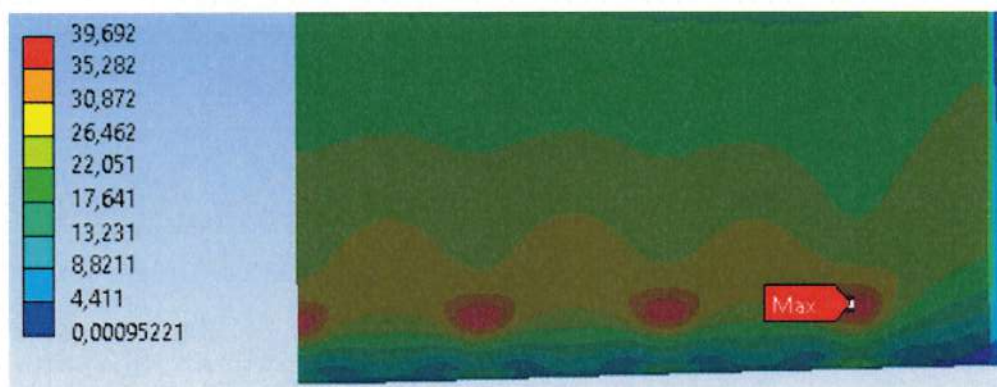
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



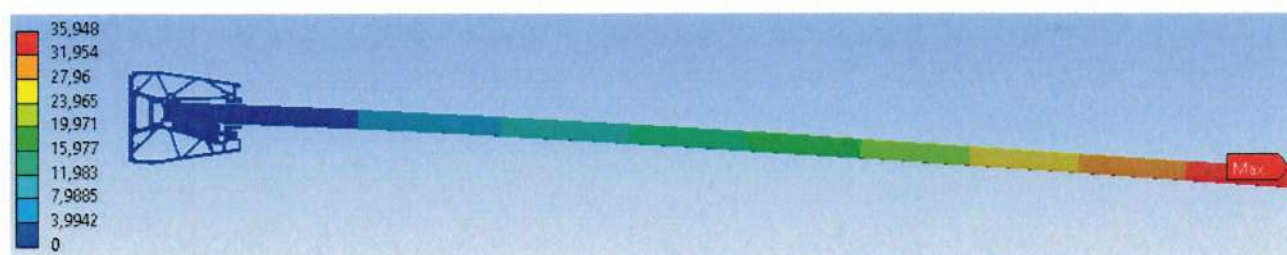
Maximálne napätie na profile je **194,90 MPa**.

Sklo

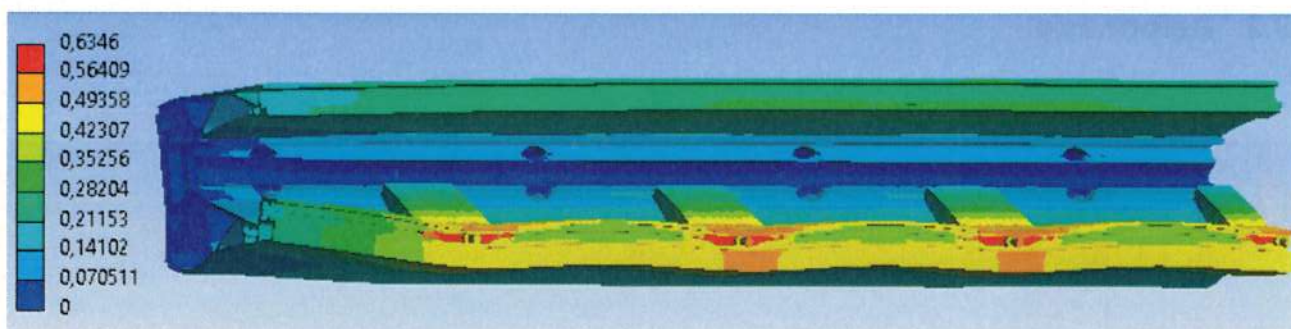


Maximálne ťahové napätie na skle je **39,69 MPa**.

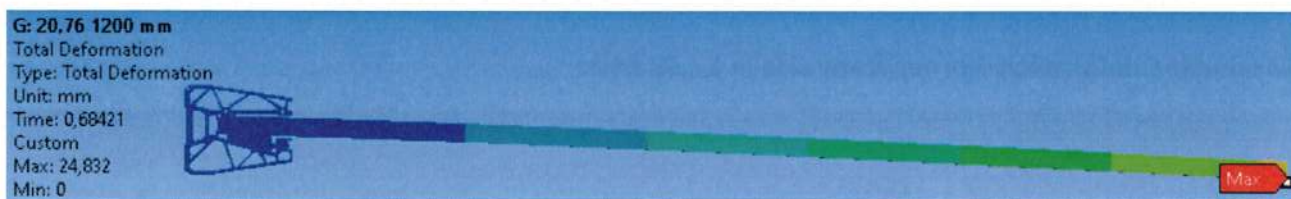
2.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **35,95 mm**.



2.2.1 Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, h/10)



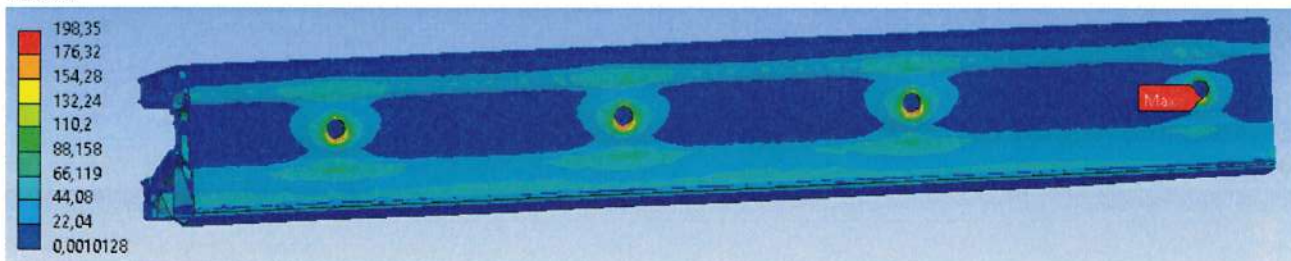
Limitný priehyb dosiahnutý pri zaťažení $1,95 \text{ kN/m}^2$

3 Sklenená markíza AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 900 mm

3.1 Napätie

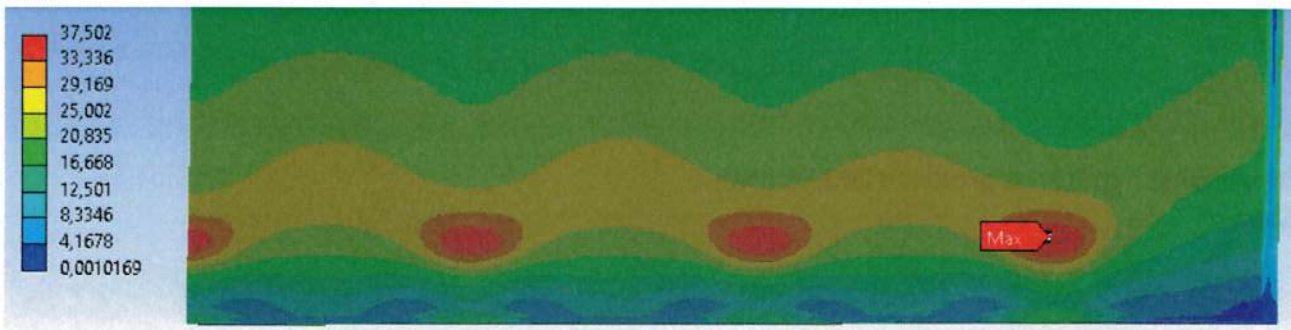
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



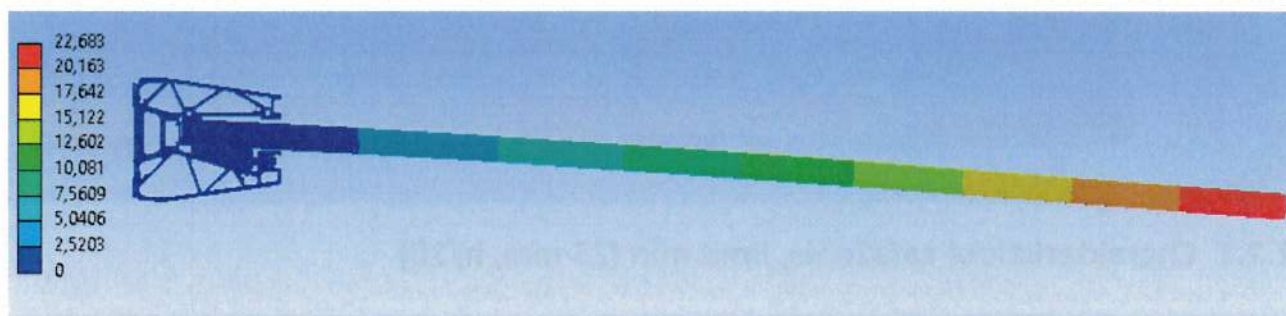
Maximálne napätie na profile je **198,35 MPa**.

Sklo

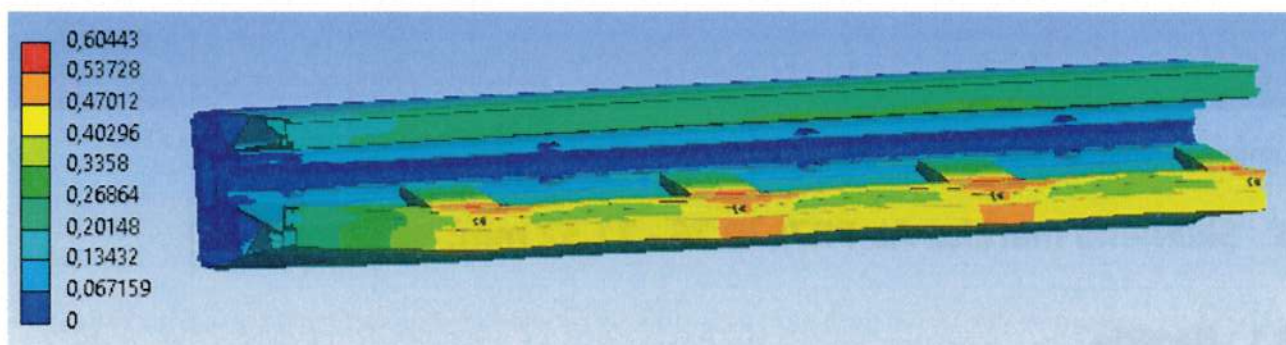


Maximálne ťahové napätie na skle je **37,50 MPa**.

3.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **22,68 mm**.

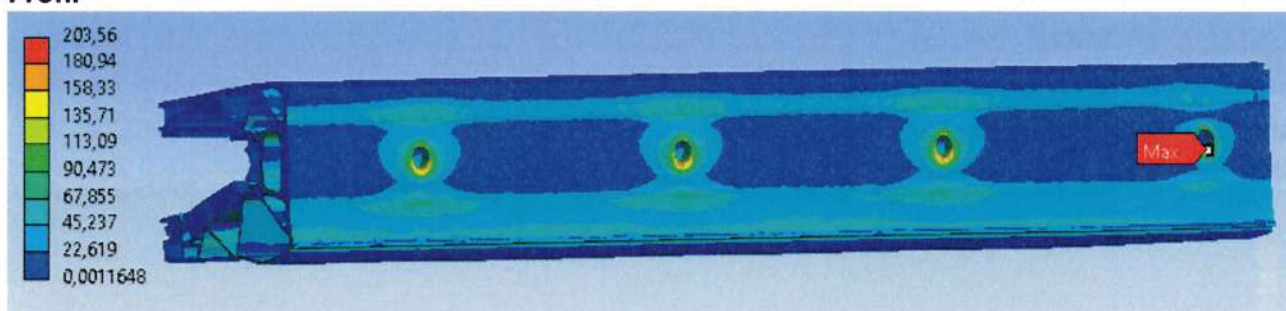


4 Sklenená markíza AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 600 mm

4.1 Napätie

Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



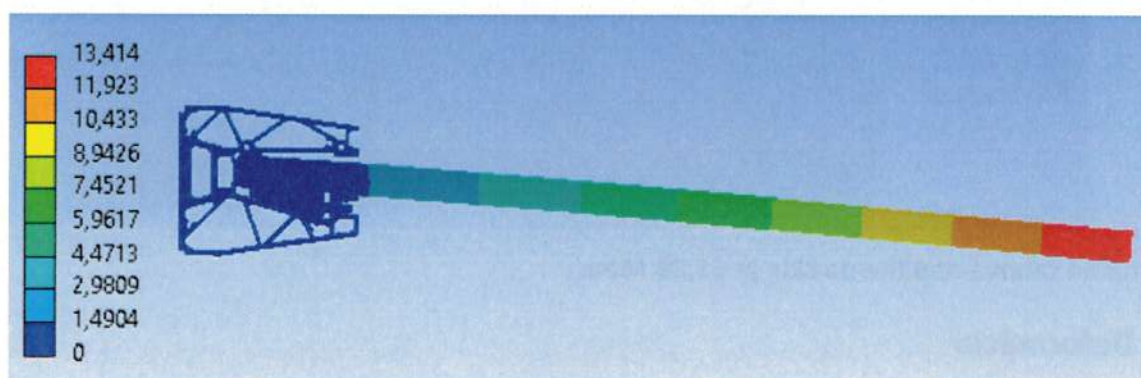
Maximálne napätie na profile je **203,56 MPa**.

Sklo

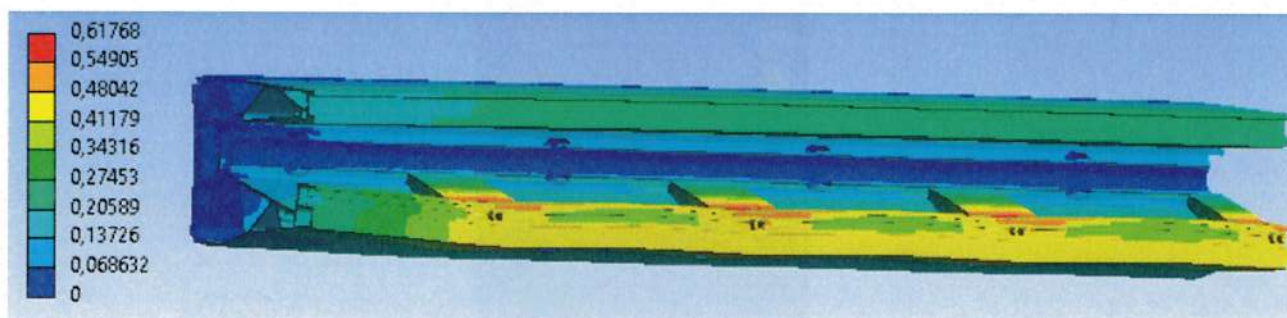


Maximálne ťahové napätie na skle je **37,55 MPa**.

4.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **13,41 mm**.

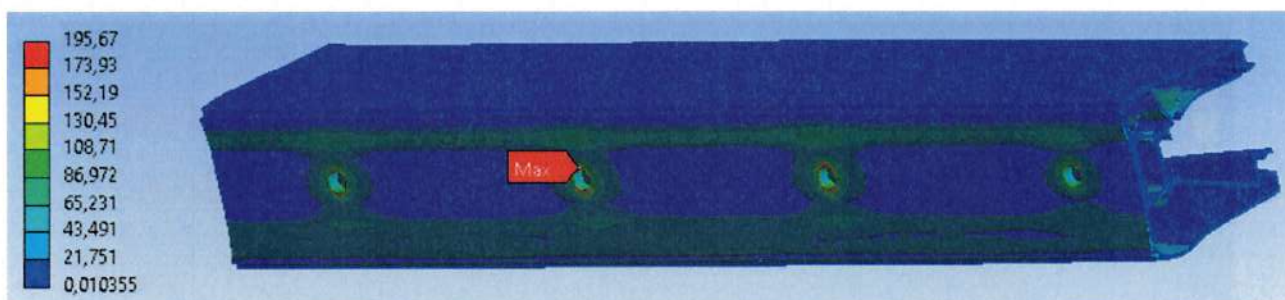


5 Sklenená markíza AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 1200 mm

5.1 Napätie

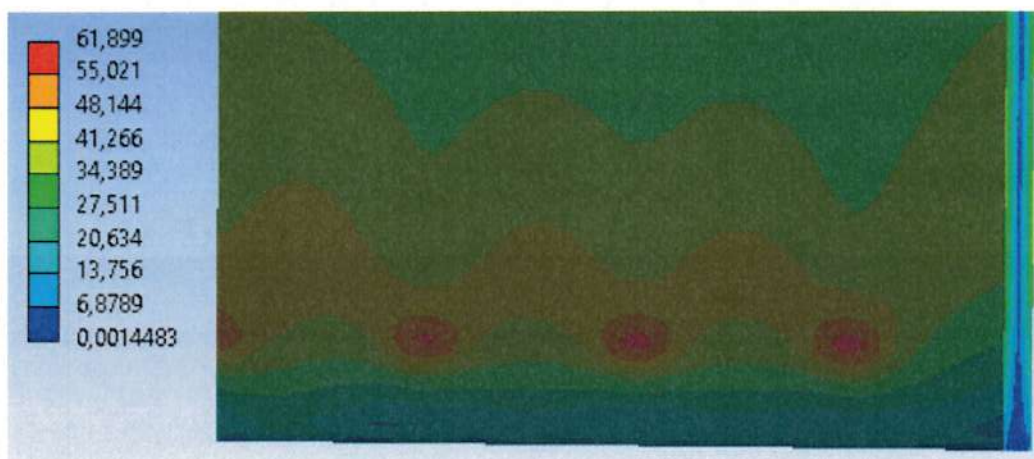
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



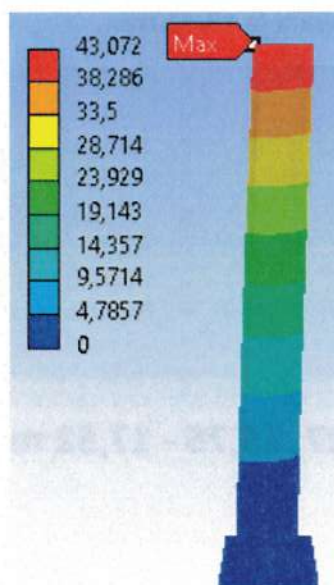
Maximálne napätie na profile je **195,67 MPa**.

Sklo

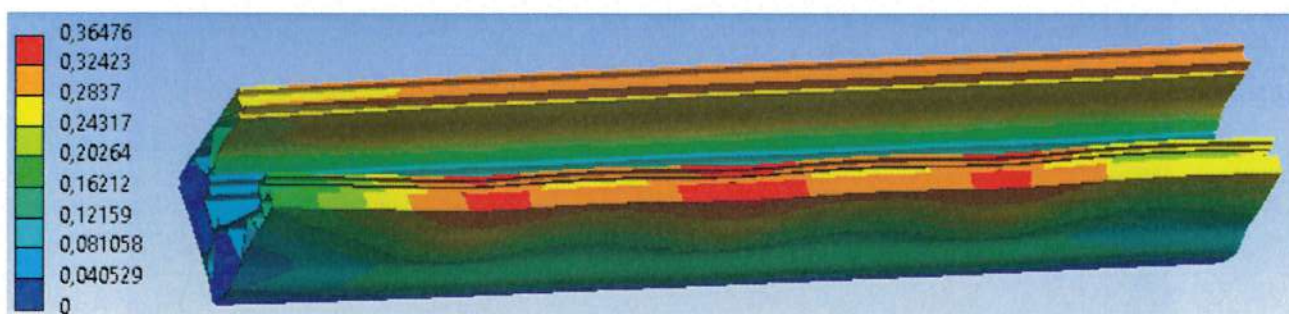


Maximálne ťahové napätie na skle je **61,89 MPa**.

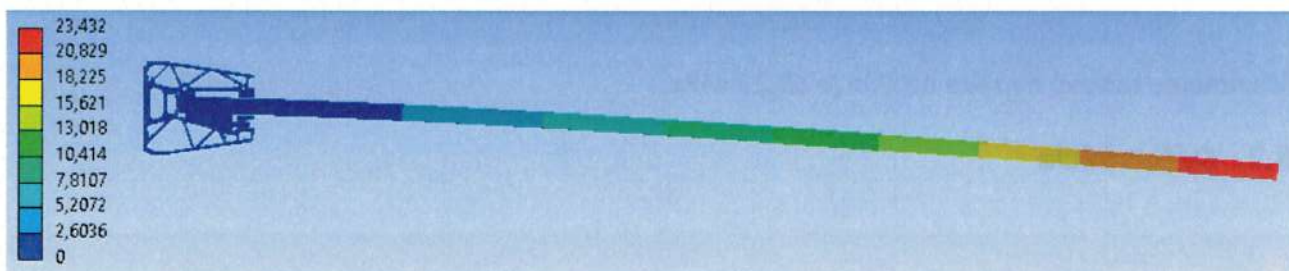
5.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **43,07 mm**.



5.2.1 Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, $h/10$)



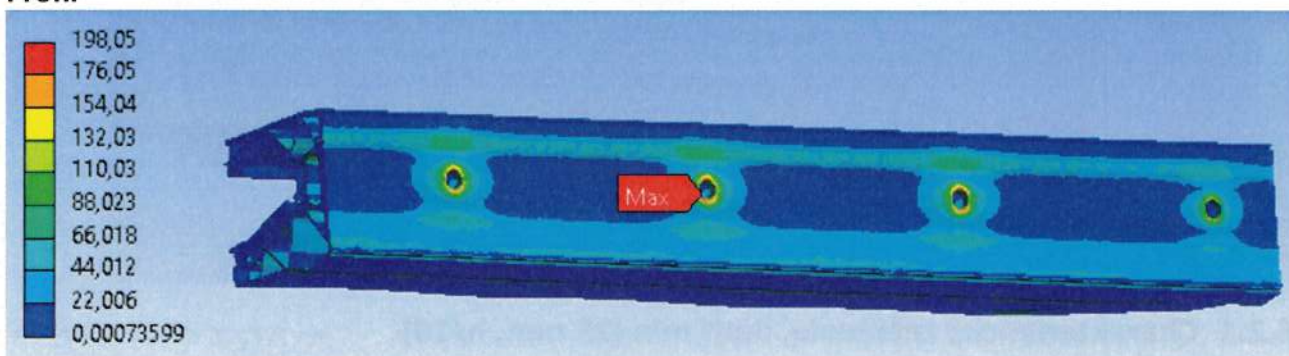
Limitný priehyb dosiahnutý pri zaťažení $1,35 \text{ kN/m}^2$

6 Sklenená markíza AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 900 mm

6.1 Napätie

Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



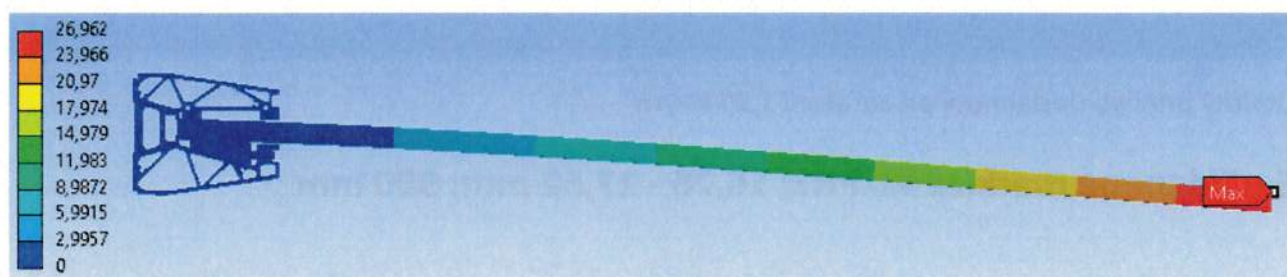
Maximálne napätie na profile je **198,05 MPa**.

Sklo

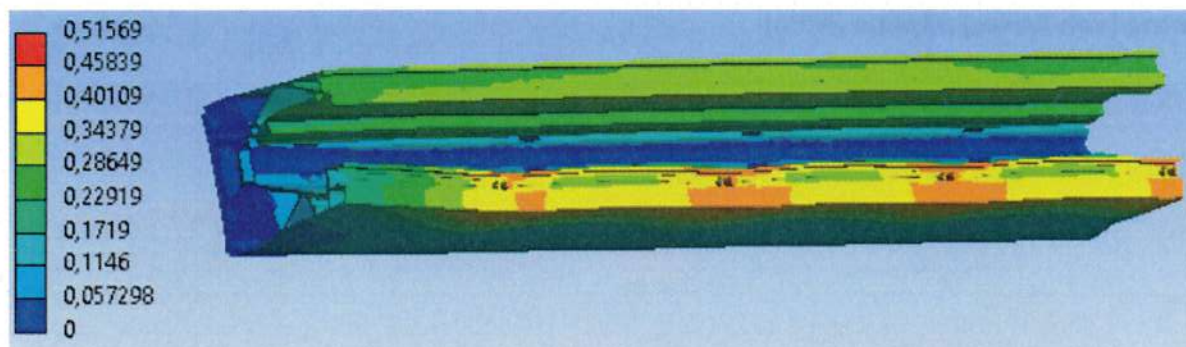


Maximálne ťahové napätie na skle je **53,21 MPa**.

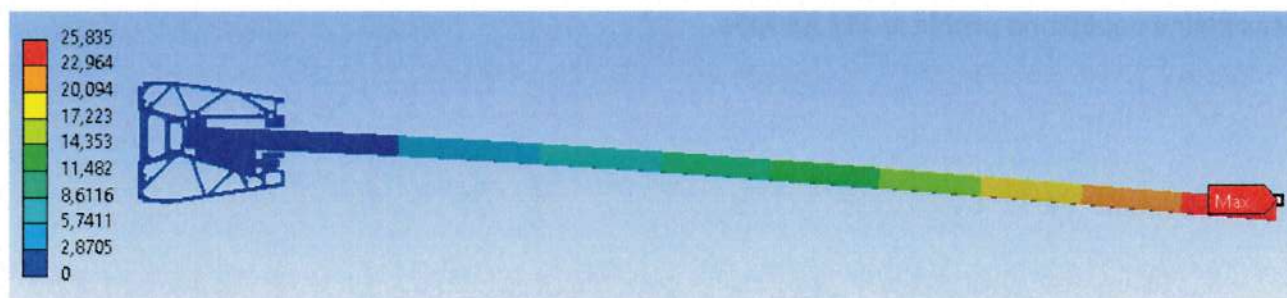
6.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **26,96 mm**.



6.2.1 Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, h/10)



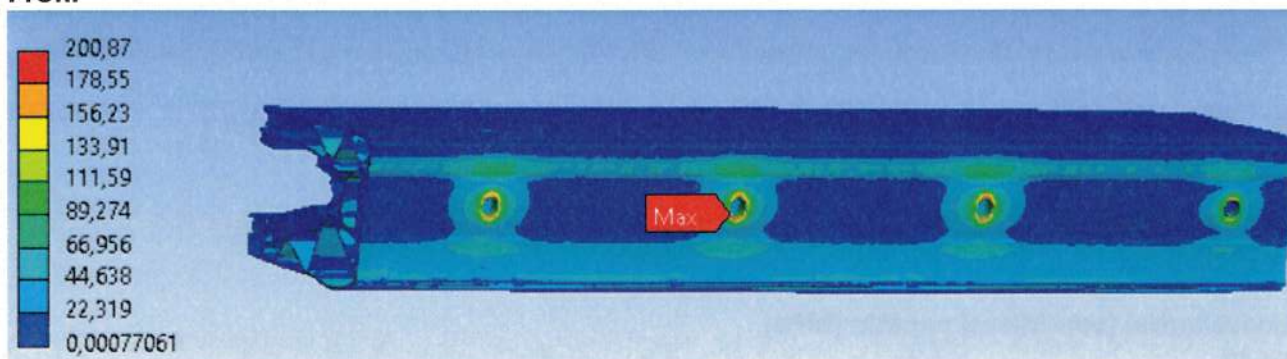
Limitný priehyb dosiahnutý pri zaťažení **5,10 kN/m²**

7 Sklenená markíza AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 600 mm

7.1 Napätie

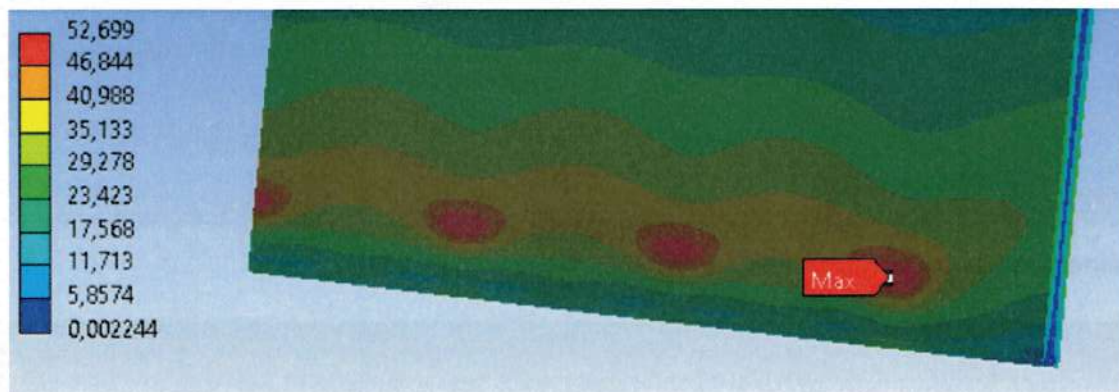
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



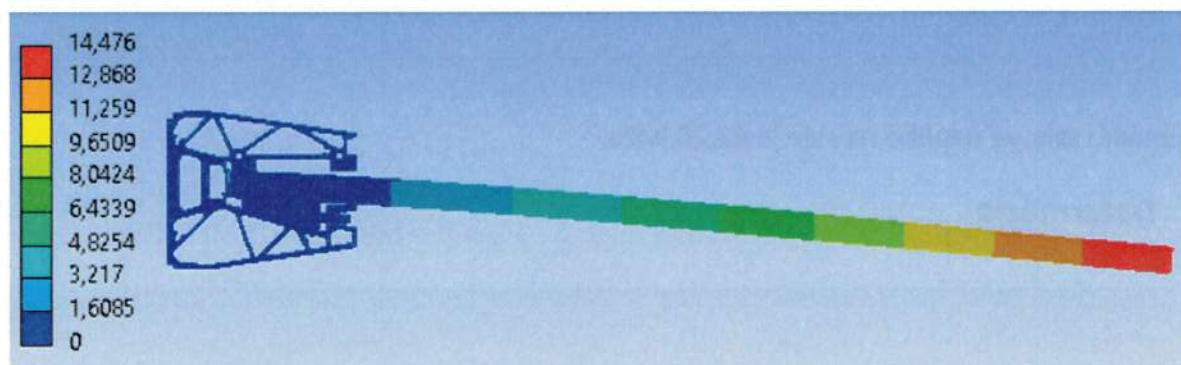
Maximálne napätie na profile je **200,87 MPa**.

Sklo

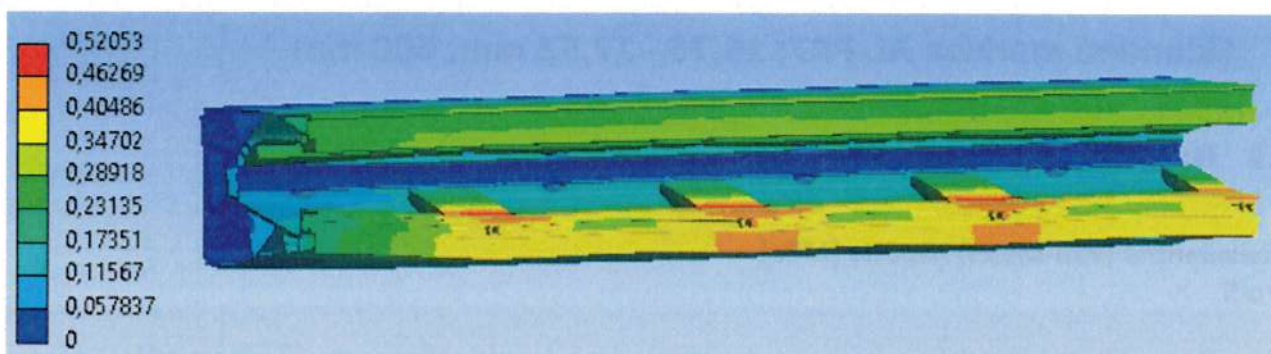


Maximálne ťahové napätie na skle je **52,70 MPa**.

7.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **14,48 mm**.

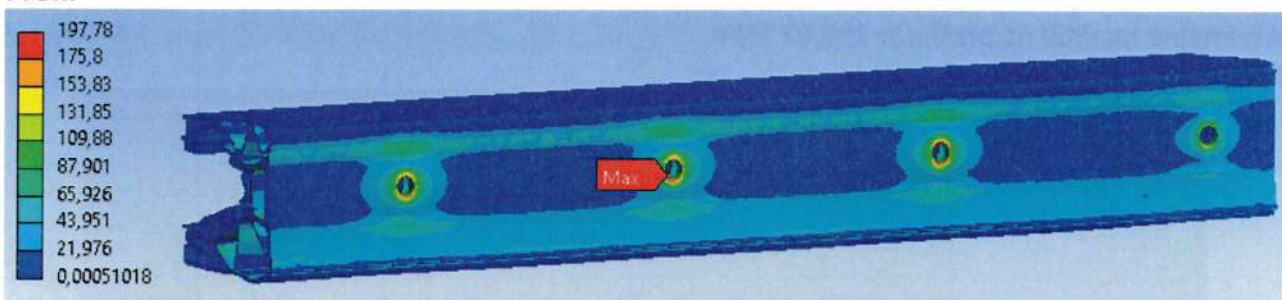


8 Sklenená markíza AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 1200 mm

8.1 Napätie

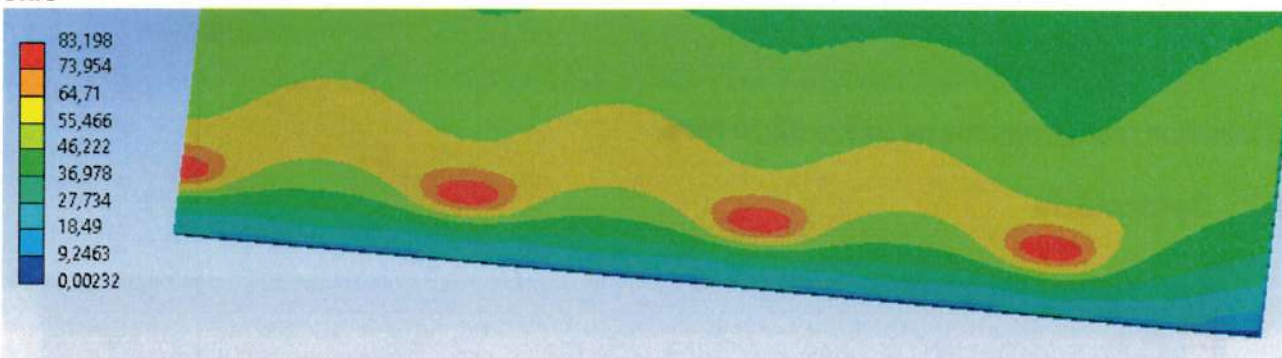
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



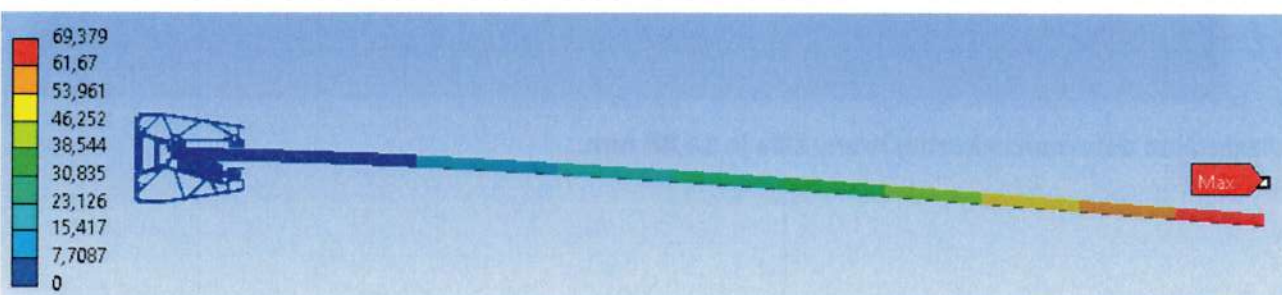
Maximálne napätie na profile je **197,78 MPa**.

Sklo

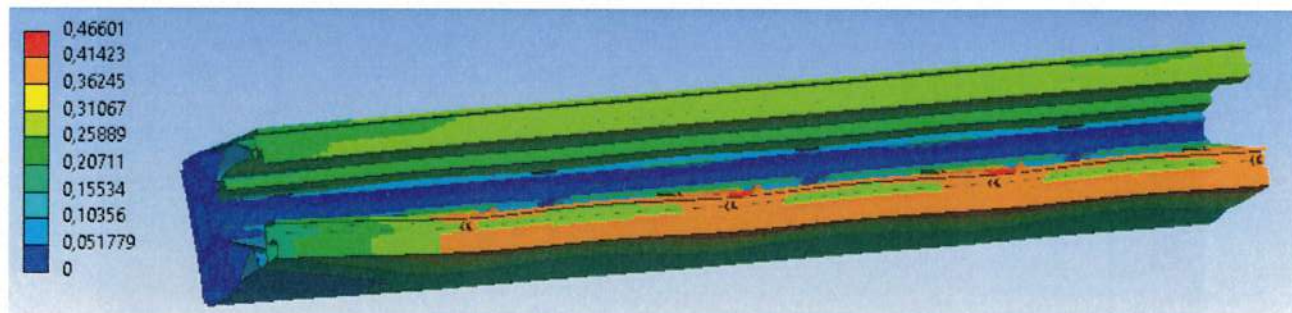


Maximálne ťahové napätie na skle je **83,20 MPa**.

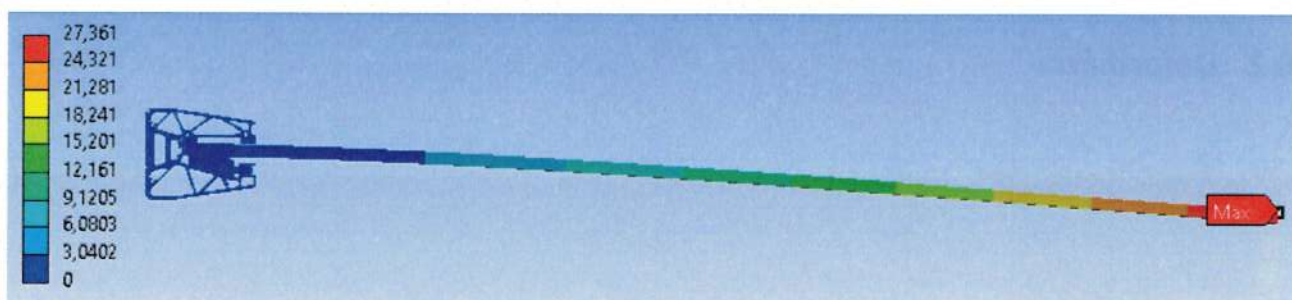
8.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **69,38 mm**.



8.2.1 Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, $h/10$)



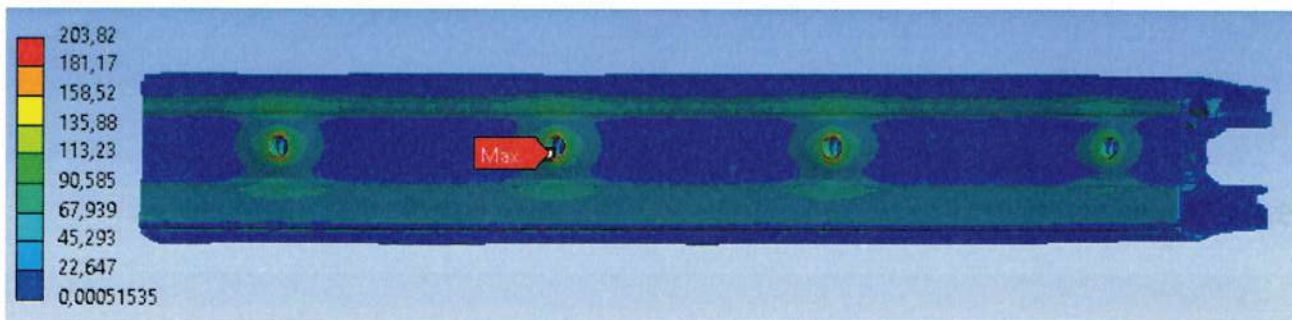
Limitný priehyb dosiahnutý pri zaťažení **0,60 kN/m²**

9 Sklenená markíza AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 900 mm

9.1 Napätie

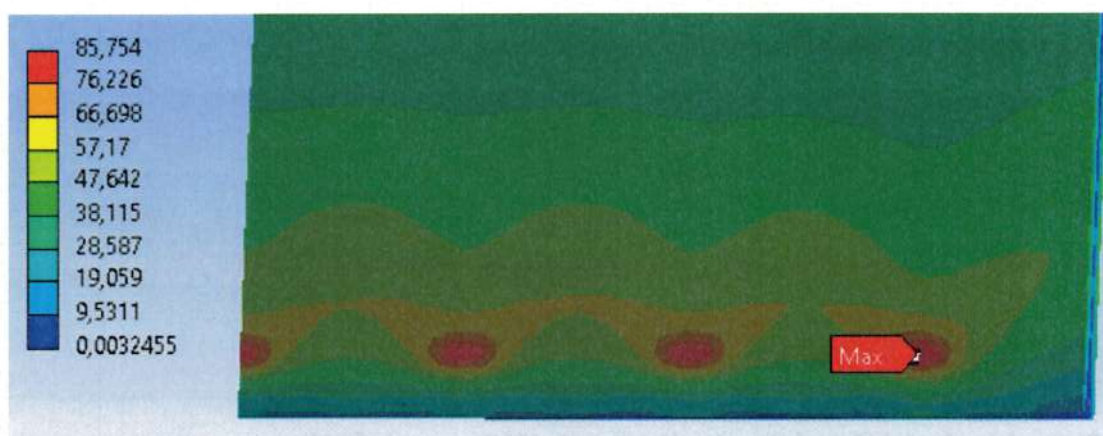
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



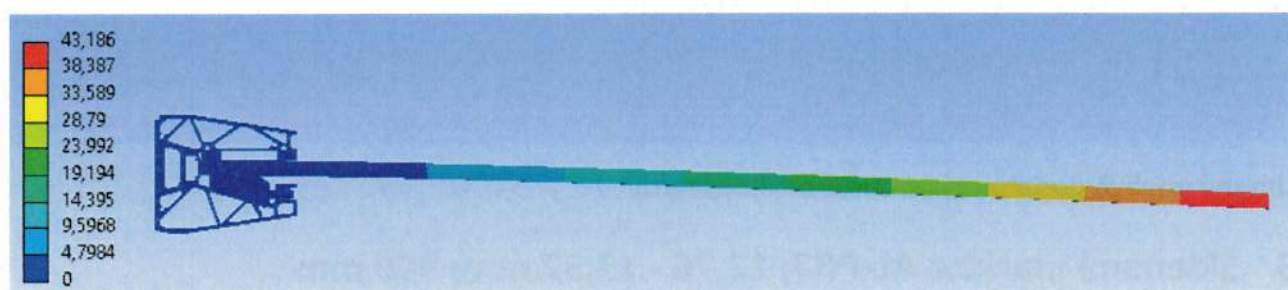
Maximálne napätie na profile je **203,82 MPa**

Sklo

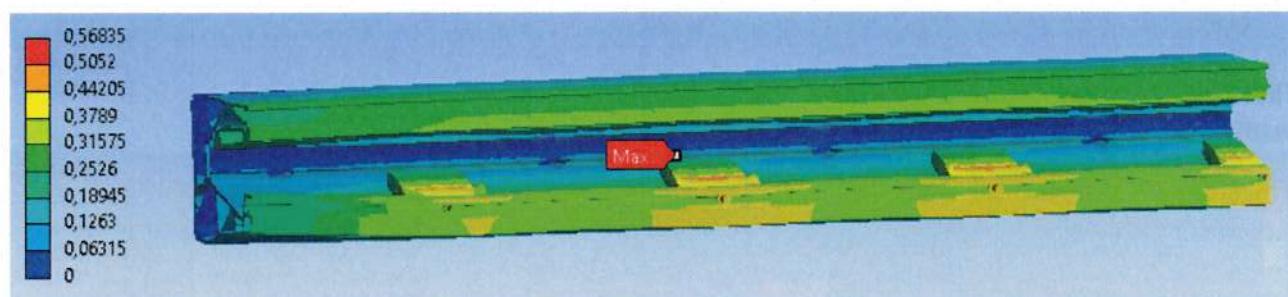


Maximálne ťahové napätie na skle je **84,75 MPa**.

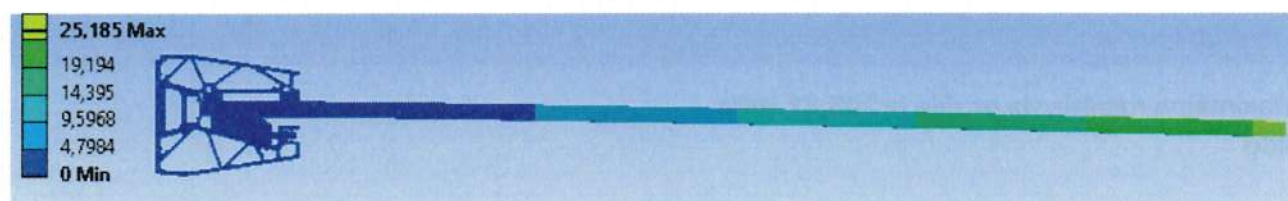
9.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **43,19 mm**.



9.2.1 Charakteristické zaťaženie, limit min (25 mm, $h/10$)



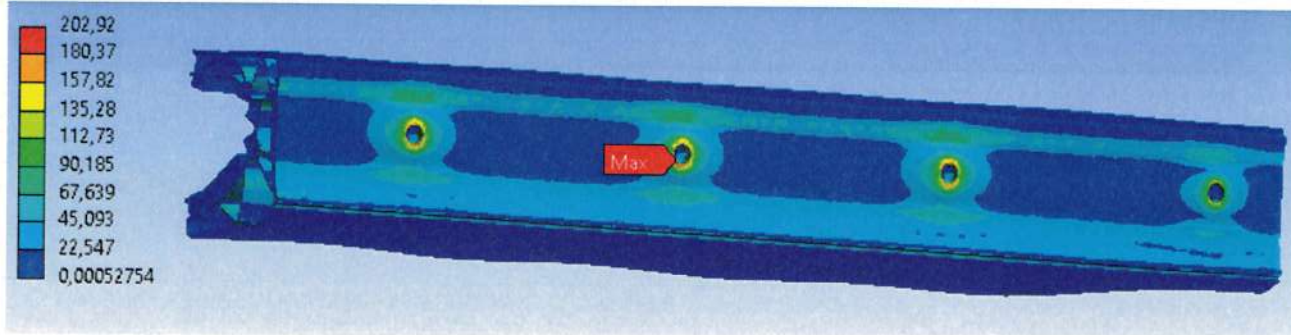
Limitný priehyb dosiahnutý pri zaťažení **2,55 kN/m²**

10 Sklenená markíza AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 600 mm

10.1 Napätie

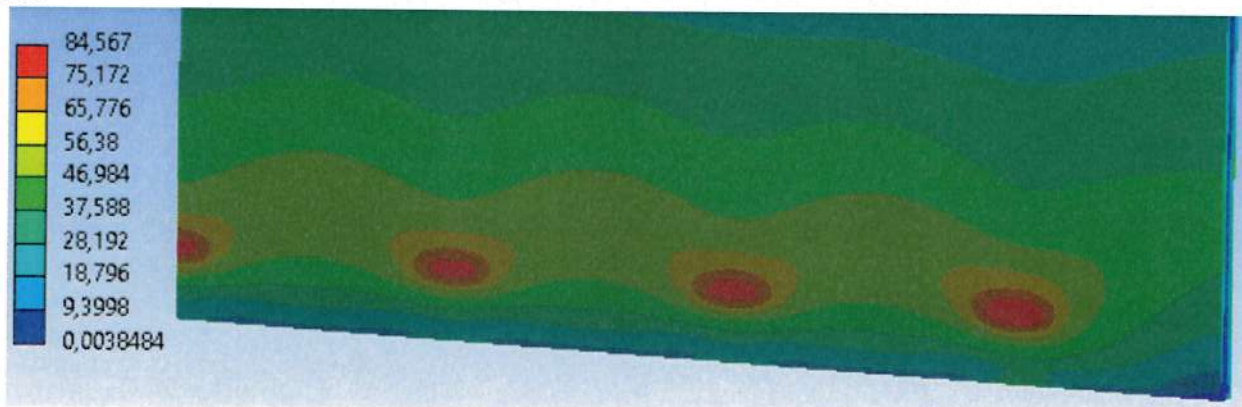
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Profil



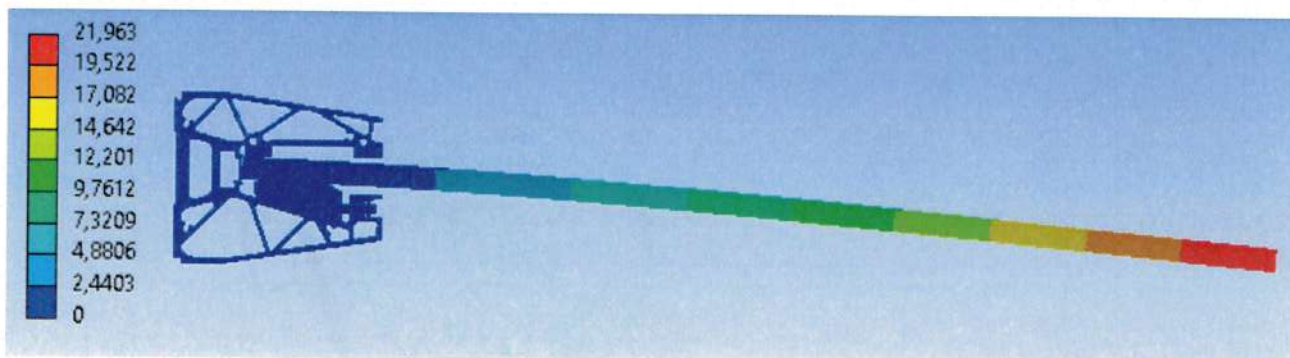
Maximálne napätie na profile je **202,92 MPa**.

Sklo

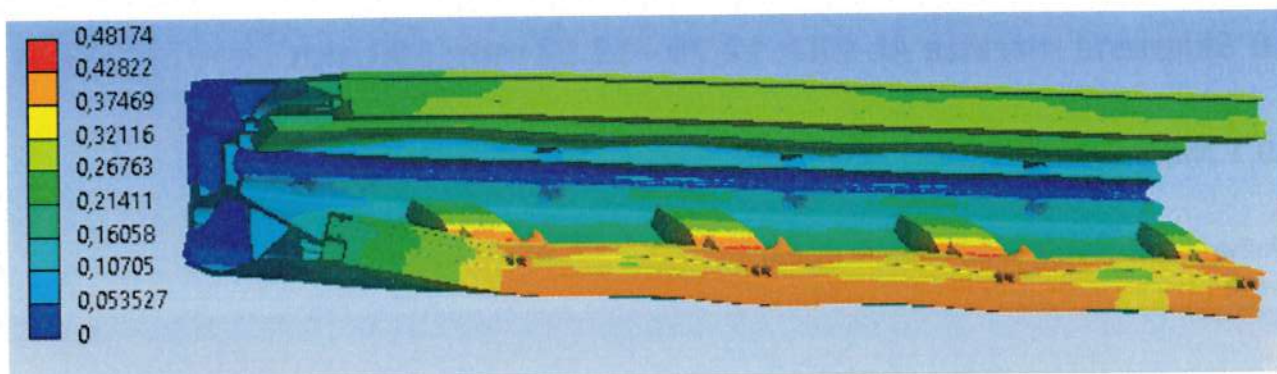


Maximálne ťahové napätie na skle je **84,57 MPa**.

10.2 Deformácia



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **21,96 mm**.



Ing. Martin Lavko, ml.

**Bauträger: UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Bratislava – Stadtteil Ružinov**

STATISCHER NACHWEIS

DES GLASVORDACHS AL-PR7

Verantw. Projektant: Ing. Belo Kačo

Erstellt von: Ing. Martin Lavko, der Jüngere



Košice, November 2024

Abschrift Nummer:

Inhaltsverzeichnis

1	Projektbeschreibung	3
1.1	Empfangene Unterlagen	3
2	Verwendete Materialien	3
3	Belastung	3
3.1	Ständige Belastung	3
3.2	Nutzlast	3
3.3	Schnee	3
3.4	Wind	4
4	Berechnung	4
4.1	Lastkombinationen	4
4.2	Spannung am Glas und Profil	4
5	Statisches Schema	5
6	Numerische Analyse	5
6.1	Materialcharakterisierungen im numerischen Modell	5
6.2	Glasmarkise AL-PR7; 20,76 – 21,52 mm; 1200 mm	7
6.2.1	Spannung	7
6.3	Verformung	7
7	Schlussfolgerung	8
8	Normen und verwendete Software	8

ANLAGE A

1 Projektbeschreibung

Gegenstand der Bewertung ist eine Glasmarkise, die in der AL-PR7 Linienstütze verankert ist. Im Nachweis ist die maximal zulässige Belastung des Vordachs angeführt und zwar in Kombinationen von Schnee-, Wind und Nutzlasten für die Gebäudekategorien A, B, C1, C2, C3, C4.

1.1 Empfangene Unterlagen

- Detailzeichnung der Lagerung des Geländers
- Modell der Baugruppe des Geländers im editierbaren Format
- Materialcharakterisierungen und Materialspezifikationen von den Herstellern
- EAD 220025-00-0401 v2 – Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016

2 Verwendete Materialien

Aluminium:

Linienstütze: AL 6063 T6

Stahl:

Schrauben: M 10, 8.8

Kunststoff:

Ankerkeil: POM/PA6 Kunststoff

Gummi:

Dichtung des Glases: EPDM

Glas:

Thermisch gehärtetes Glas VSG/ESG (gehärtet)

3 Belastung

3.1 Ständige Belastung

Die Schwere der Glasplatte ist in der Berechnung als ständige Belastung berücksichtigt; $g = 10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $\rho_{\text{Glas}} = 2500 \text{ kg/m}^3$

3.2 Nutzlast

Die Nutzlast der nicht zugänglichen Dächer mit Ausnahme der üblichen Instandhaltung – die Größe der Last gemäß dem einschlägigen nationalen Anhang berücksichtigen.

3.3 Schnee

Die Größe der Schneelast, bzw. eine außergewöhnliche Schneelast ist in der Lastberechnung gemäß EN 1991 und gemäß dem jeweiligen nationalen Anhang zu berücksichtigen.

3.4 Wind

Die Größe der Windlast ist in der Lastberechnung gemäß EN 1991 und gemäß dem jeweiligen nationalen Anhang zu berücksichtigen. Bei der statischen Bewertung der Markise PR7 sind sowohl die positiven als auch die negativen Auswirkungen des Windes (Sog und Druck) berücksichtigt.

4 Berechnung

4.1 Lastkombinationen

Die Lastkombinationen zur Ermittlung eines Bemessungswertes der Last, bzw. des charakteristischen Lastwertes muss aufgrund der EN 1990 und EN 1991 festgelegt werden. Gleichzeitig sind die Gleichzeitigkeitsfaktoren des Auftretens einer Last zu berücksichtigen. Bei der Bestimmung der auf die Konstruktion der Markise einwirkenden Last sind außergewöhnliche Bemessungssituationen zu berücksichtigen.

$$E_d = \gamma_{sd} E \{ \gamma_{G,j} G_{k,j} ; \gamma_P P ; \gamma_{Q,1} Q_{k,1} ; \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1 ; i > 1$$

$$E_d \leq R_d$$

wo E_d ein Bemessungswert der Lasteinwirkungen ist, wie innere Kraft, Moment oder Vektor einiger inneren Kräfte und Momente;

R_d ein Bemessungswert der jeweiligen Widerstandsfähigkeit ist.

4.2 Spannung am Glas und Profil

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) + 3 \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 \leq C$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1, \quad \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad \text{and} \quad \frac{\sqrt{3} \tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1$$

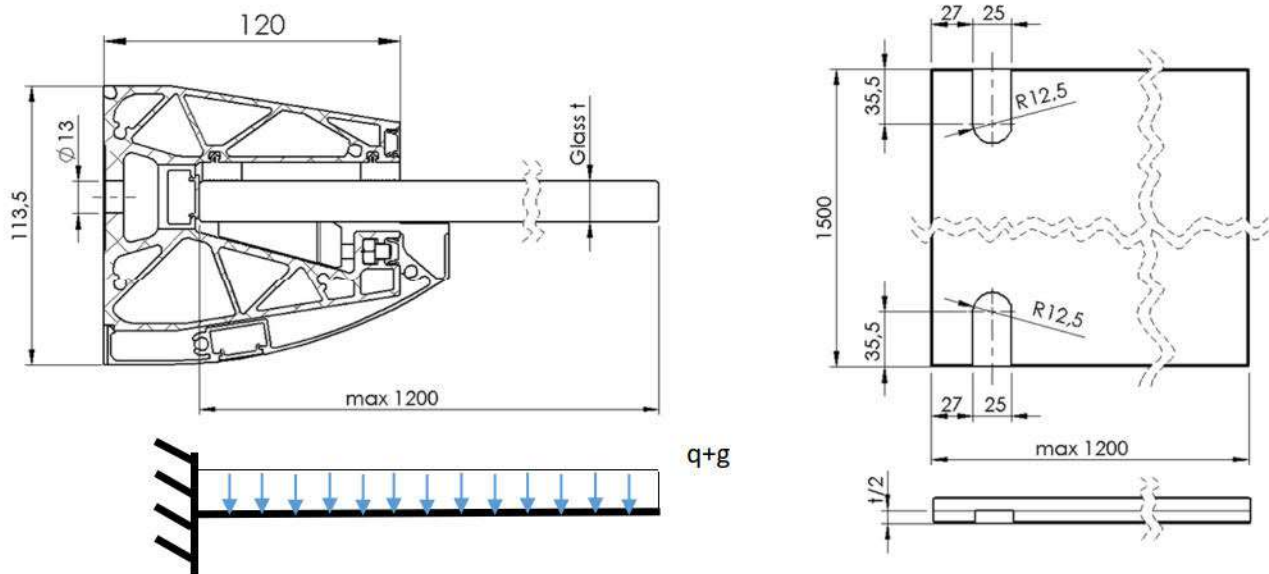
$\sigma_{z,Ed}$ – der Bemessungswert der Normalspannung in Richtung der „z“-Achse am Bestimmungsort

$\sigma_{x,Ed}$ – der Bemessungswert der Normalspannung in Richtung der „x“-Achse der Spannung am Bestimmungsort

τ_{Ed} – Bemessungswert der Schubspannung am Bestimmungsort

C – Konstante, $C \geq 1,0$

5 Statisches Schema



6 Numerische Analyse

Die zu bewertende Glasmarkise AL-PR7 wurde mit einer Flächenlast mit der Größe belastet, die der maximalen Tragfähigkeit, bzw. der maximal zulässigen Durchbiegung der Markise mit den spezifizierten Abmessungen entspricht. Es wurde eine Vereinfachung des Modells verwendet, und zwar die Vereinfachung der Gewinde der Justierschrauben und deren Ersatz durch eine starre Verbindung. Die Ankerschrauben waren nicht Bestandteil des Modells und wurden durch eine starre Stütze ersetzt. Andere physikalische und mechanische Parameter der Baugruppe des Geländers wurden im numerischen Modell erhalten. Die angewandte Last war kurzfristig, der Einfluss der Temperatur und der UV-Strahlung auf die PVB-Folie wurde vernachlässigt. Die Justierschrauben waren nicht vorgespannt.

6.1 Materialcharakterisierungen im numerischen Modell

GLAS

1	Property	Value	Unit
2	Density	2530	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	7,07E-08	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus on...	
7	Young's Modulus	70000	MPa
8	Poisson's Ratio	0,24	
9	Bulk Modulus	4,4872E+10	Pa
10	Shear Modulus	2,8226E+10	Pa
11	Tensile Yield Strength	120	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	120	MPa

Die maximal zulässige Spannung am Glas: $f_{g,k} = 120 \text{ MPa}$; $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa}$

Aluminium

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	8000	kg m ⁻³
4	Isotropic Elasticity		
5	Derive from	Young's Modulus and ...	
6	Young's Modulus	1,93E+05	MPa
7	Poisson's Ratio	0,29	
8	Bulk Modulus	1,5317E+11	Pa
9	Shear Modulus	7,4806E+10	Pa
10	Bilinear Isotropic Hardening		
11	Yield Strength	205	MPa
12	Tangent Modulus	1800	MPa
13	Tensile Ultimate Strength	505	MPa

Die maximal zulässige Spannung am Profil: $f_0 = 205 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205/1,0 = 205 \text{ MPa}$

Schrauben

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	7850	kg m ⁻³
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
7	Derive from	Young's Modulus and Po...	
8	Young's Modulus	2,1E+05	MPa
9	Poisson's Ratio	0,3	
10	Bulk Modulus	1,75E+11	Pa
11	Shear Modulus	8,0769E+10	Pa
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	640	MPa
25	Compressive Yield Strength	640	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	800	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	800	MPa

Kunststoffunterlagen

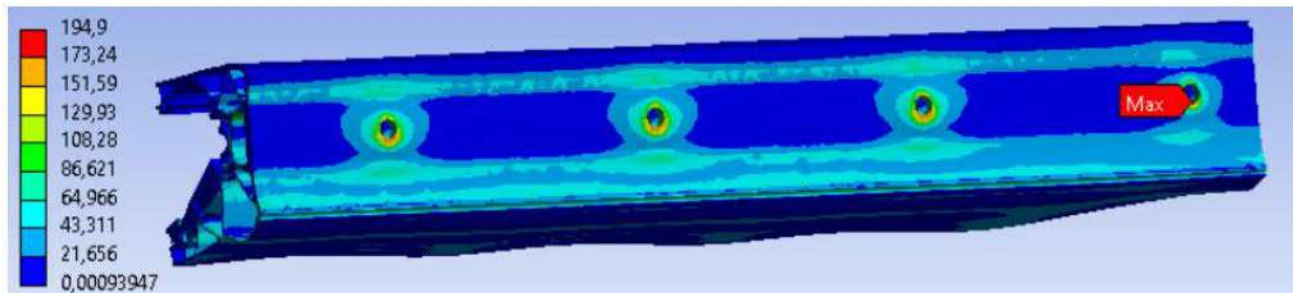
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	Tensile Yield Strength	45	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	49	MPa

6.2 Glasmarkise AL-PR7; 20,76 – 21,52 mm; 1200 mm

6.2.1 Spannung

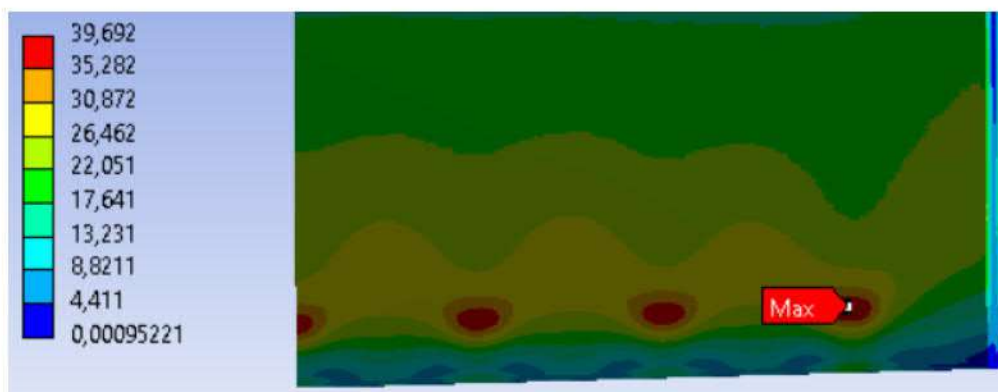
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



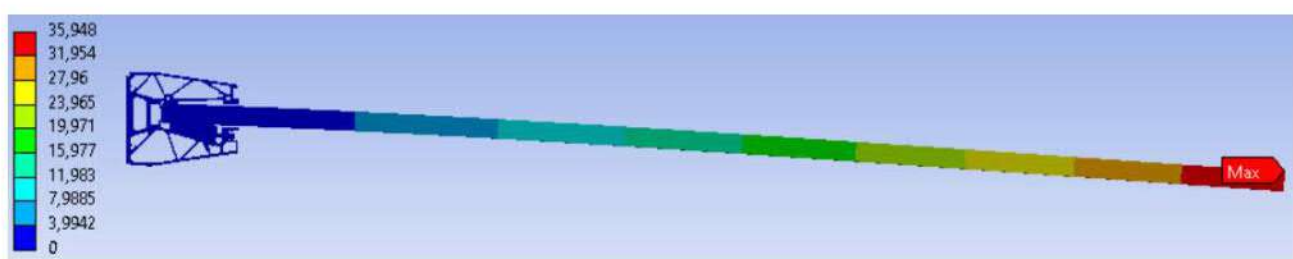
Die maximale Spannung am Profil beträgt **194,90 MPa**.

Glas

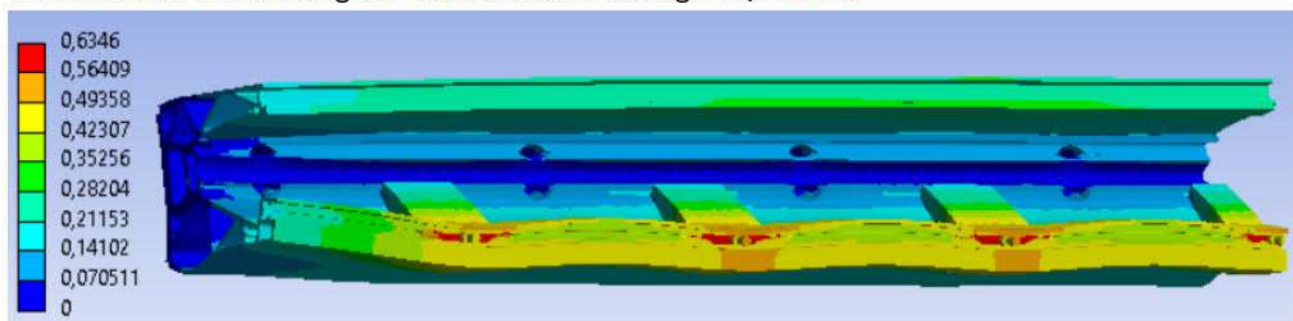


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **39,69 MPa**.

6.3 Verformung



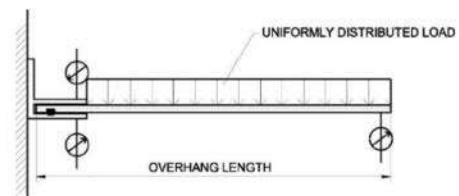
Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **35,95 mm**.



Detaillierter Verlauf von Spannung und Dehnung siehe Anhang A.

7 Schlussfolgerung

Grenzwerte können interpoliert werden



Glasstärke [mm]		600 mm	900 mm	1200 mm
12,76-13,52	Max. zulässige Bemessungslast [kN/m ²]	10,60	4,45	2,30
	Grenzdurchbiegung bei der max. zulässigen charakteristischen Last [mm]	N/A*	2,55	0,60
16,76-17,52	Max. zulässige Bemessungslast [kN/m ²]	13,10	5,40	2,90
	Grenzdurchbiegung bei der max. zulässigen charakteristischen Last [mm]	N/A*	5,10	1,35
20,76-21,52	Max. zulässige Bemessungslast [kN/m ²]	13,00	5,30	2,80
	Grenzdurchbiegung bei der max. zulässigen charakteristischen Last [mm]	N/A*	N/A*	1,95

- N/A* – die bei der Belastung an der Tragfähigkeitsgrenze nicht erreichte Grenzdurchbiegung
- Grenzdurchbiegung des Glases des Geländers $w_{lim} = \min (L/10; 25 \text{ mm})$
- Maximal zulässige Spannung am Glas $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa}$
- Maximal zulässige Spannung am Aluminiumprofil $f_{al,d} = 205 \text{ MPa}$
- In den Werten der maximal zulässigen Bemessungslast und der charakteristischen Last sind die Eigenlast des Profils und der Glasscheibe nicht beinhaltet

DIE NUMERISCHE BERECHNUNG WURDE GEMÄSS EAD 220025-00-0401 v2 – Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016 – 2.2.3 MECHANISCHE WIDERSTANDSFÄHIGKEIT UND STABILITÄT BEI SCHNEE- UND WINDLAST GEMÄSS EN 1991 ERSTELLT. DAS DURCH DIE NUMERISCHE BERECHNUNG GEPRÜFTE PROFIL AL/PR7 EN-AW 6063-T6 WEIST EINE AUSREICHENDE TRAGFÄHIGKEIT BEI DER BELASTUNG DURCH DIE FLÄCHENLAST GEMÄSS BEIGEFÜGTER TRAGFÄHIGKEITSTABELLE AUF. VOR DER MARKTEINFÜHRUNG DES PROFILS IST ES NOTWENDIG, EINE EXPERIMENTELLE ANALYSE DES ERWÄHNTEN PROFILS DURCHZUFÜHREN. DIE PRÄSENTIERTEN ERGEBNISSE HABEN EINEN INFORMATIVEN CHARAKTER. DIE ANKER WURDEN NICHT BEURTEILT, DIE AUSWAHL DES ANKERS UND DIE VERWENDUNG DAVON MUSS DURCH DEN ANKERHERSTELLER ABGESTIMMT WERDEN.

8 Normen und verwendete Software

- [1] STN EN 1990 – Grundlagen der Tragwerksplanung
- [2] STN EN 1991 – Einwirkungen auf Tragwerke
- [3] STN EN 1993 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- [4] STN EN 1999 – Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
- [5] EN 12600 – Glass in building
- [6] EN 12150 – Glass in building
- [7] Guidance for European Structural Design of Glass Components, 2014
- [8] EAD 220025-00-0401 v2 – Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016



Ing. Martin Lavko, der Jüngere

**Bauträger: UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Bratislava – Stadtteil Ružinov**

ANLAGE A

DES GLASVORDACHS AL-PR7

Košice, November 2024

Abschrift Nummer:

Inhaltsverzeichnis

1 Projektbeschreibung	4
2 Glasmarkise AL-PR7; 20,76 – 21,52 mm; 1200 mm	4
2.1 Spannung	4
2.2 Verformung	4
2.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, h/10)	5
3 Glasmarkise AL-PR7; 20,76 – 21,52 mm; 900 mm	5
3.1 Spannung	5
3.2 Verformung	6
4 Glasmarkise AL-PR7; 20,76 – 21,52 mm; 600 mm	6
4.1 Spannung	6
4.2 Verformung	7
5 Glasmarkise AL-PR7; 16,76 – 17,52 mm; 1200 mm	7
5.1 Spannung	7
5.2 Verformung	8
5.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, h/10)	9
6 Glasmarkise AL-PR7; 16,76 – 17,52 mm; 900 mm	9
6.1 Spannung	9
6.2 Verformung	10
6.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, h/10)	10
7 Glasmarkise AL-PR7; 16,76 – 17,52 mm; 600 mm	11
7.1 Spannung	11
7.2 Verformung	11
8 Glasmarkise AL-PR7; 12,76 – 13,52 mm; 1200 mm	12
8.1 Spannung	12
8.2 Verformung	12

8.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, h/10)	13
9 Glasmarkise AL-PR7; 12,76 – 13,52 mm; 900 mm	13
9.1 Spannung	13
9.2 Verformung	14
9.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, h/10)	14
10 Glasmarkise AL-PR7; 12,76 – 13,52 mm; 600 mm	15
10.1 Spannung	15
10.2 Verformung	15

1 Projektbeschreibung

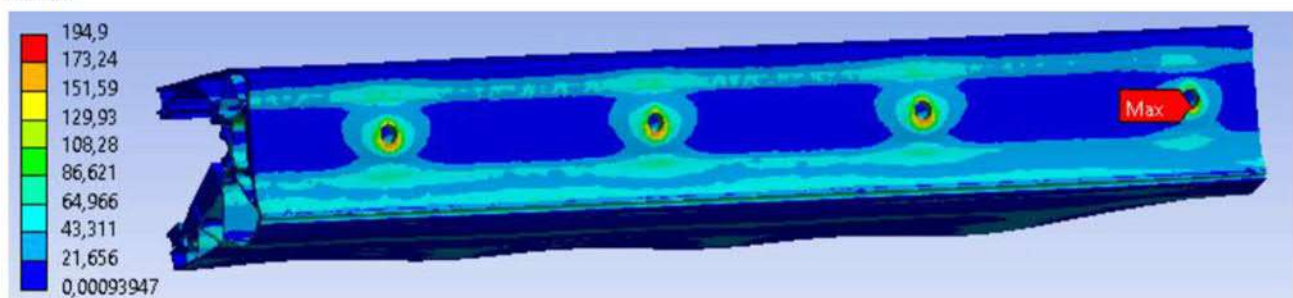
Gegenstand der Bewertung ist eine Glasmarkise, die in der AL-PR7 Linienstütze verankert ist. Im Nachweis ist die maximal zulässige Belastung des Vordachs angeführt und zwar in Kombinationen von Schnee-, Wind und Nutzlasten für die Gebäudekategorien A, B, C1, C2, C3, C4.

2 Glasmarkise AL-PR7; 20,76 – 21,52 mm; 1200 mm

2.1 Spannung

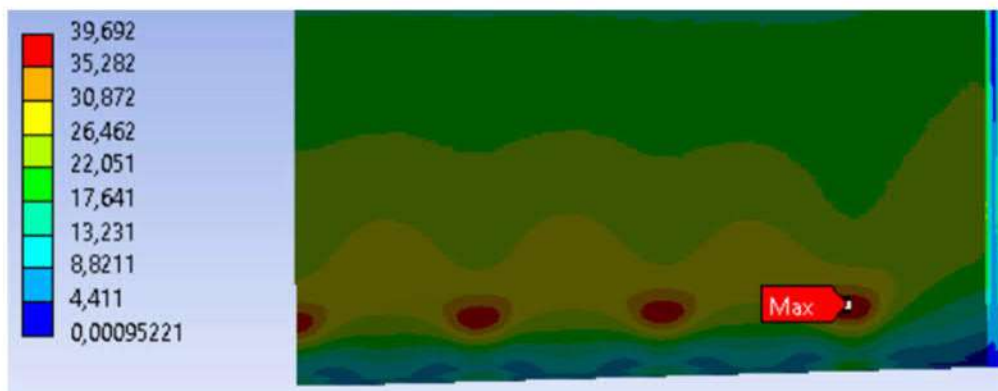
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



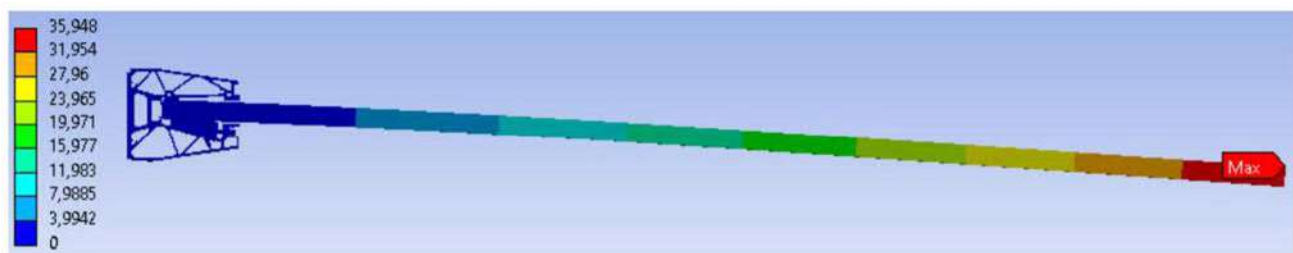
Die maximale Spannung am Profil beträgt **194,90 MPa**.

Glas

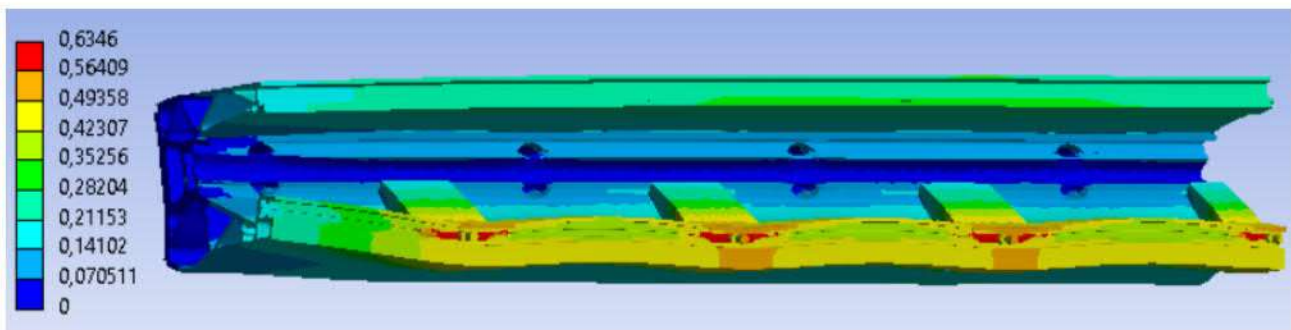


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **39,69 MPa**.

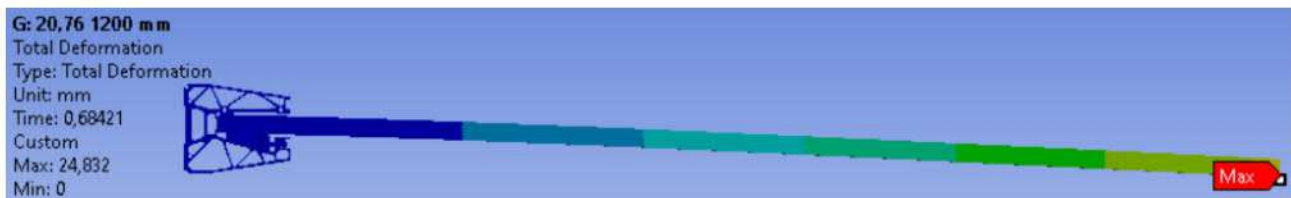
2.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **35,95 mm**.



2.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, $h/10$)



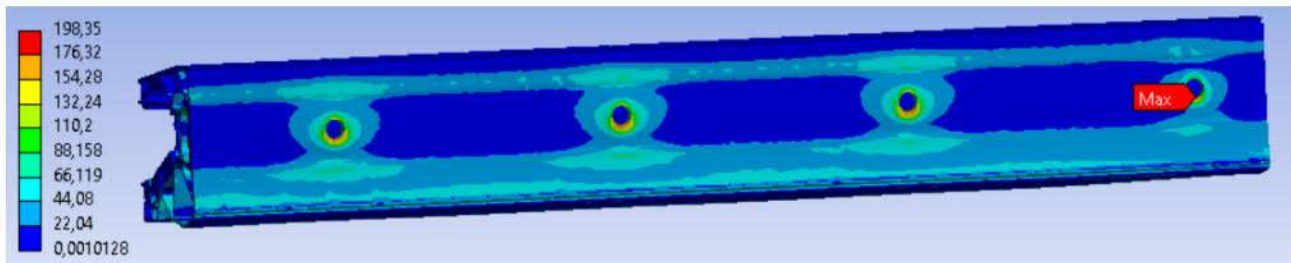
Die unter Belastung erreichte Grenzdurchbiegung $1,95 \text{ kN/m}^2$

3 Glasmarkise AL-PR7; 20,76 – 21,52 mm; 900 mm

3.1 Spannung

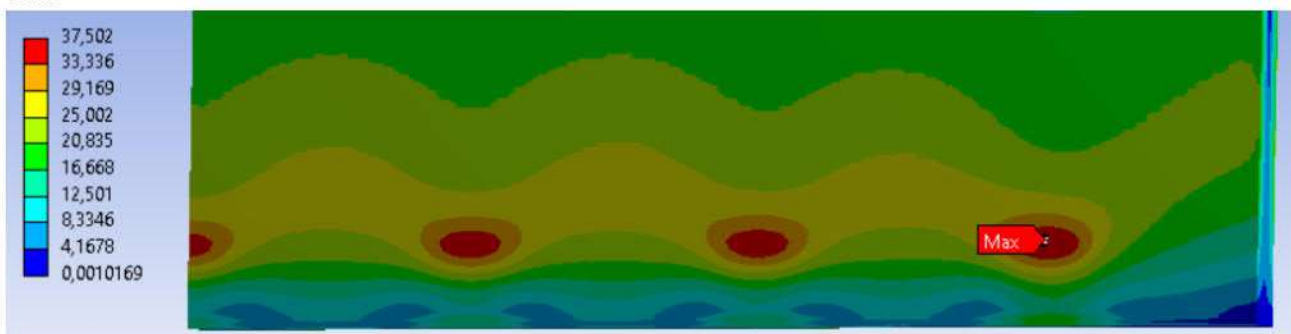
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



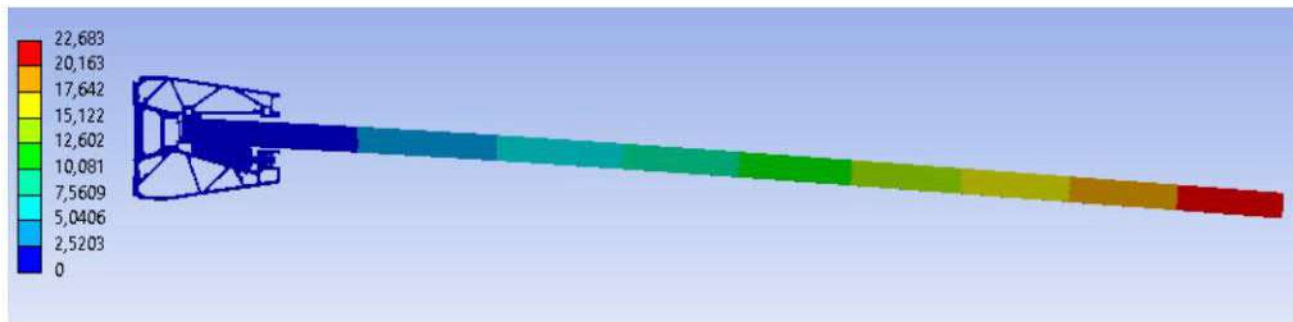
Die maximale Spannung am Profil beträgt **198,35 MPa**.

Glas

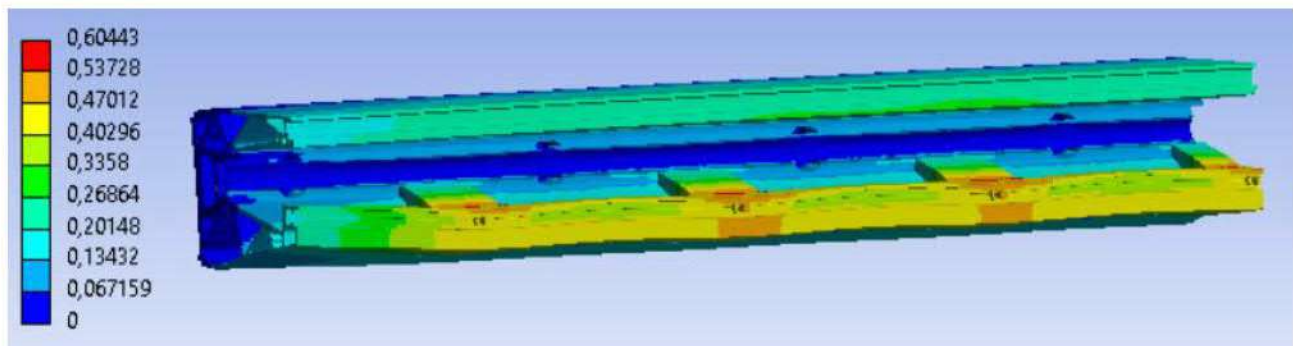


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **37,50 MPa**.

3.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **22,68 mm**.

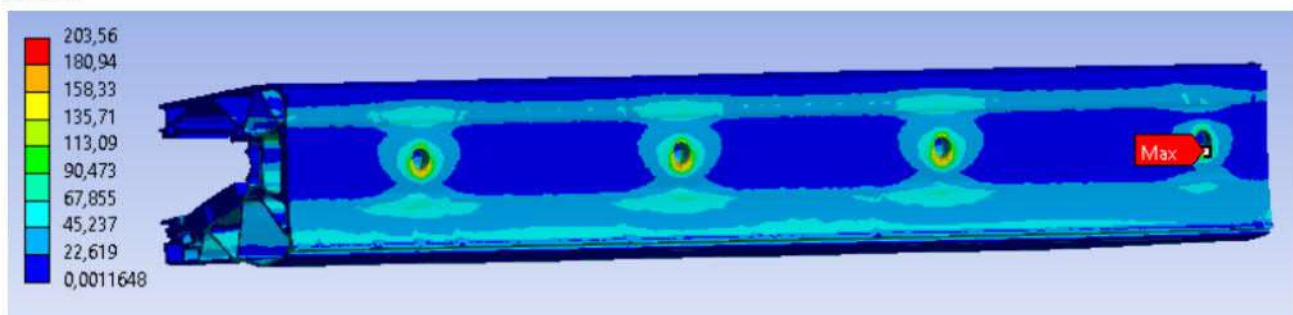


4 Glasmarkise AL-PR7; 20,76 – 21,52 mm; 600 mm

4.1 Spannung

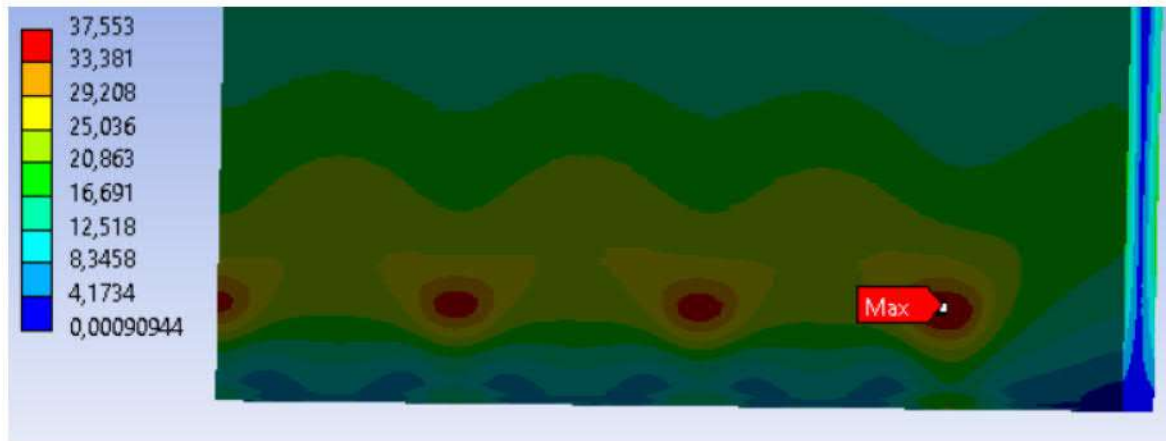
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



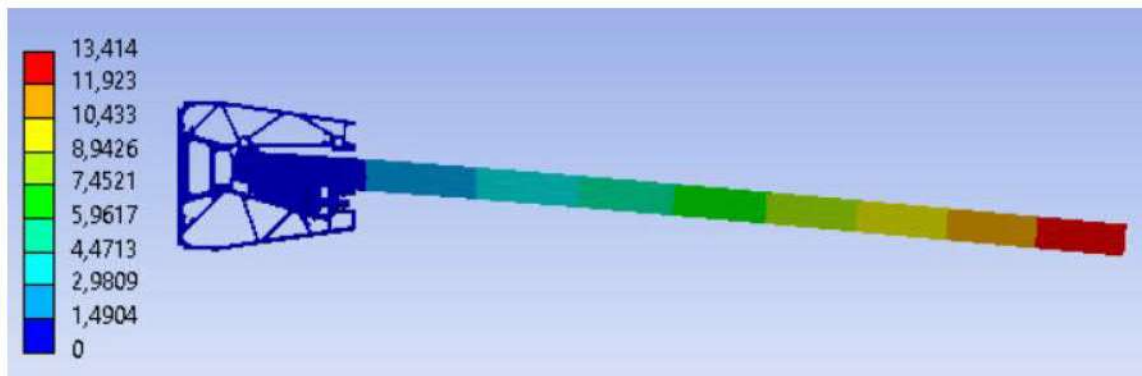
Die maximale Spannung am Profil beträgt **203,56 MPa**.

Glas

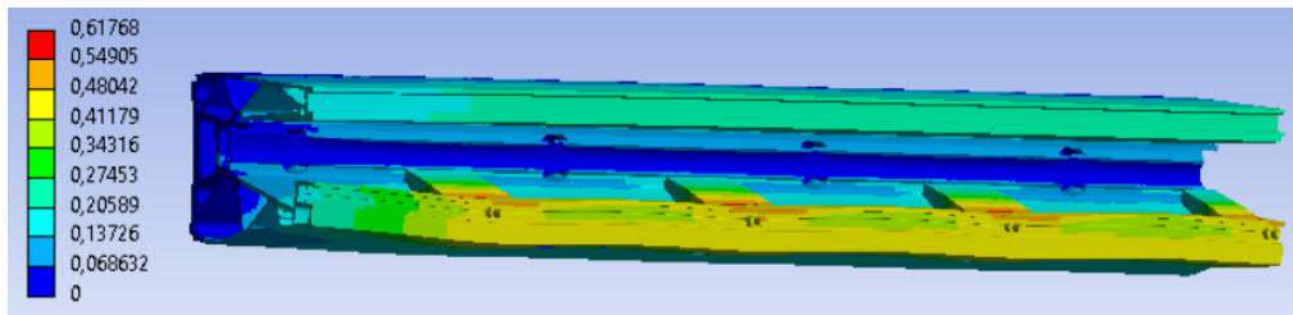


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt 37,55 MPa.

4.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt 13,41 mm.

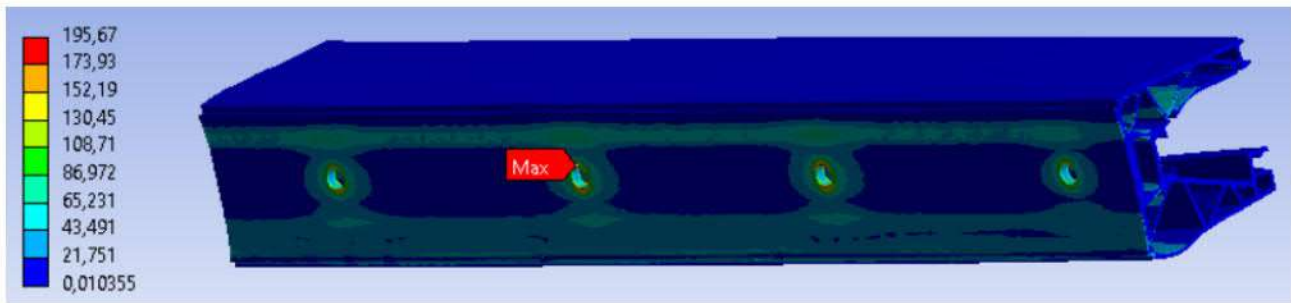


5 Glasmarkise AL-PR7; 16,76 – 17,52 mm; 1200 mm

5.1 Spannung

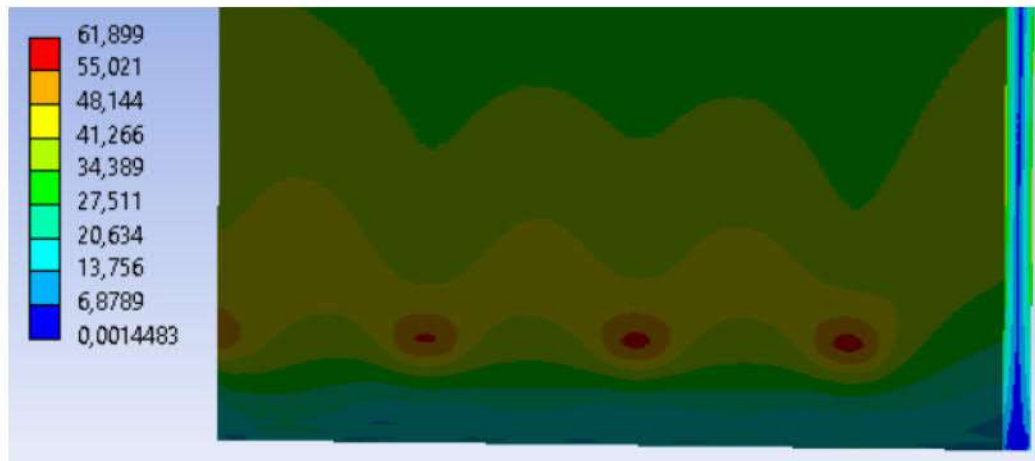
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



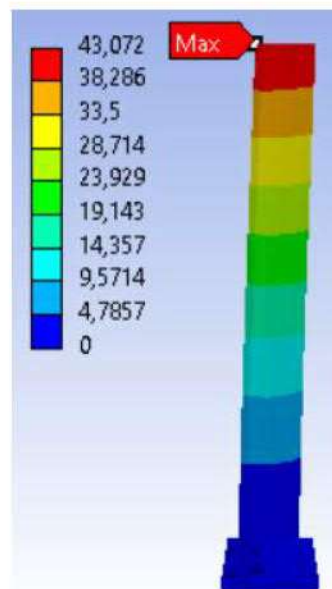
Die maximale Spannung am Profil beträgt **195,67 MPa**.

Glas

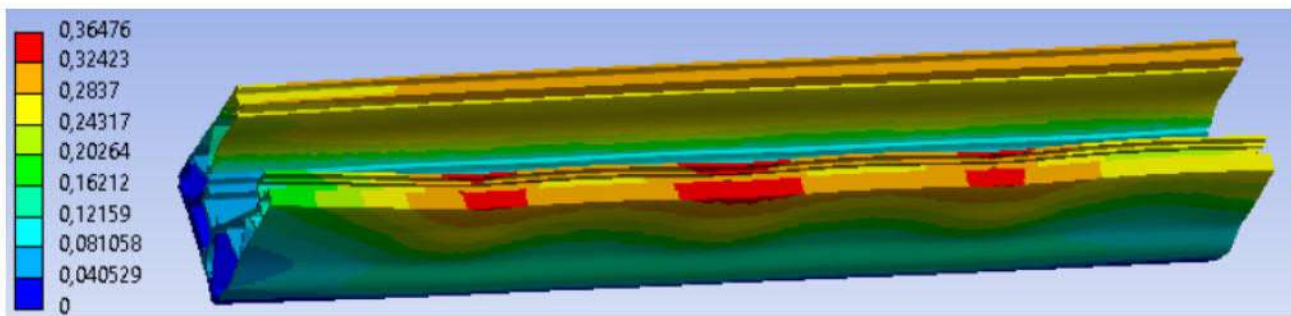


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **61,89 MPa**.

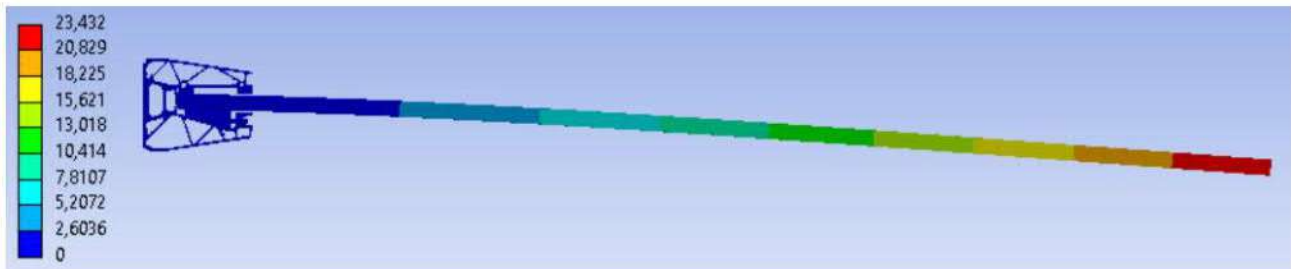
5.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **43,07 mm**.



5.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, $h/10$)



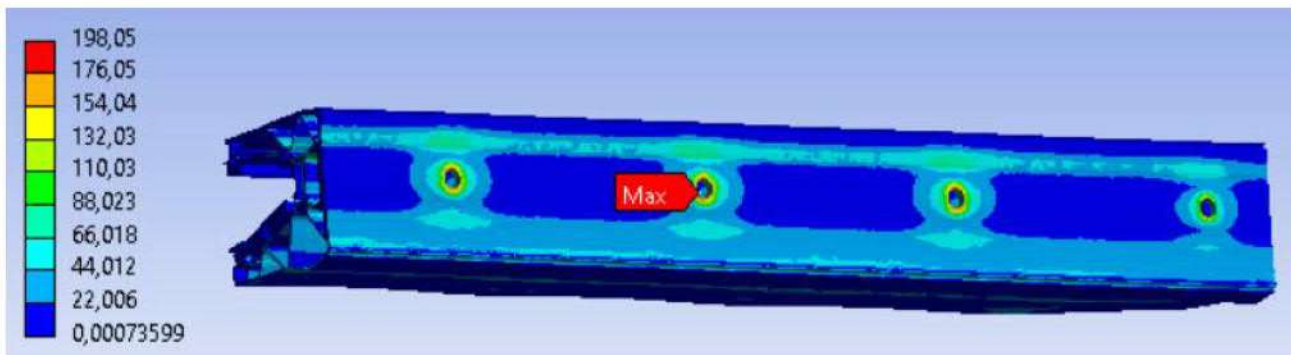
Die unter Belastung erreichte Grenzdurchbiegung $1,35 \text{ kN/m}^2$

6 Glasmarkise AL-PR7; 16,76 – 17,52 mm; 900 mm

6.1 Spannung

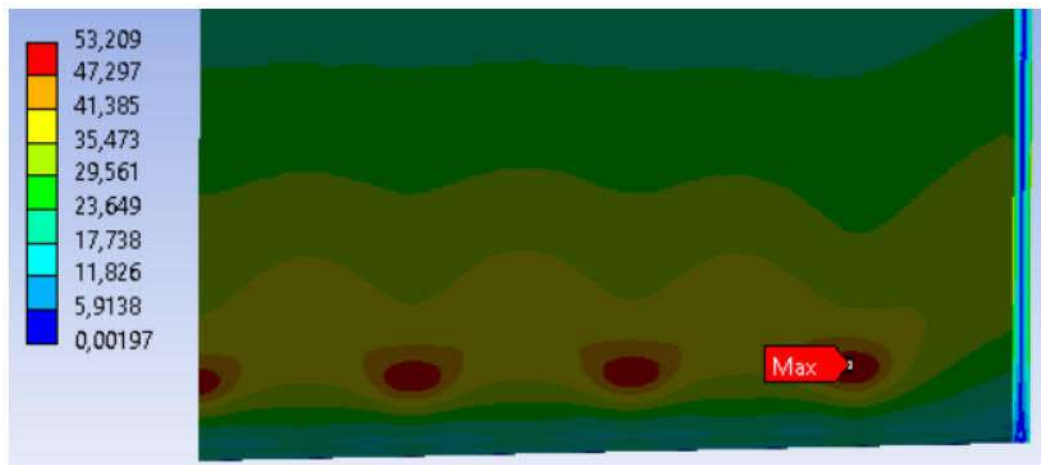
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



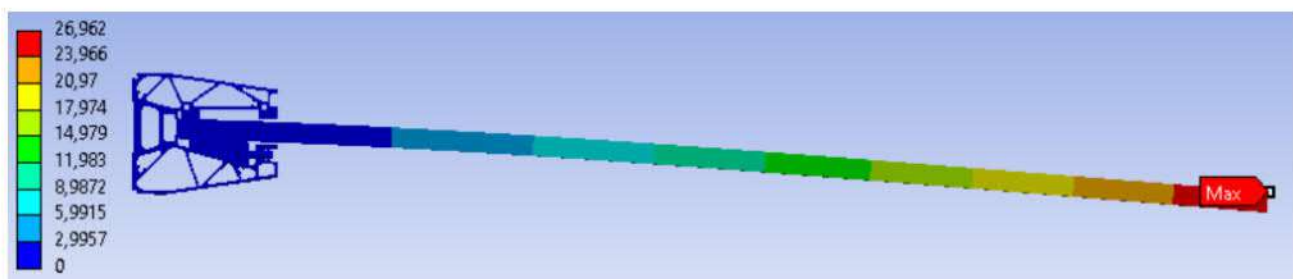
Die maximale Spannung am Profil beträgt **198,05 MPa**.

Glas

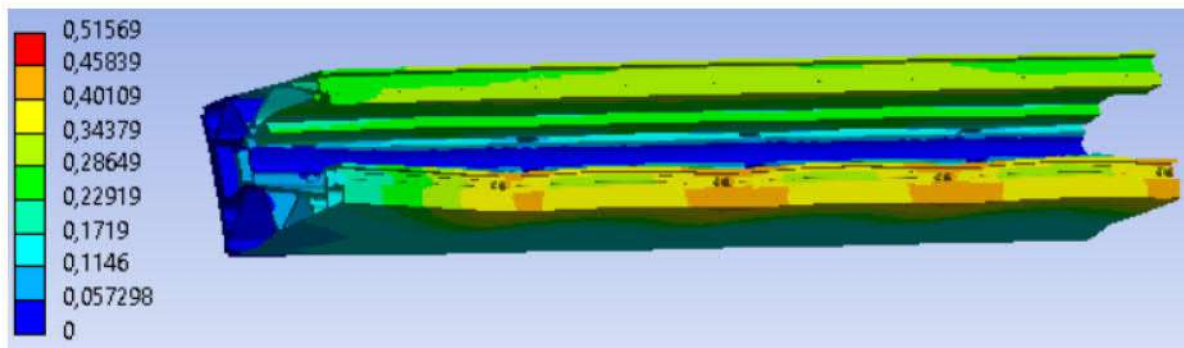


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **53,21 MPa**.

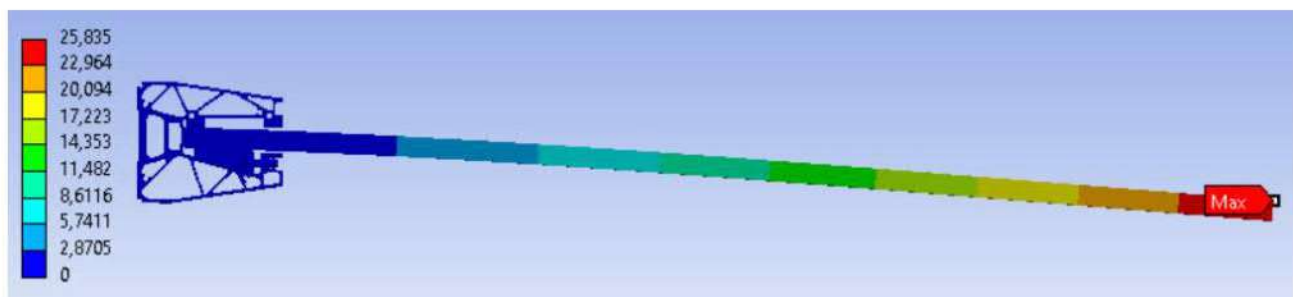
6.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **26,96 mm**.



6.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, $h/10$)



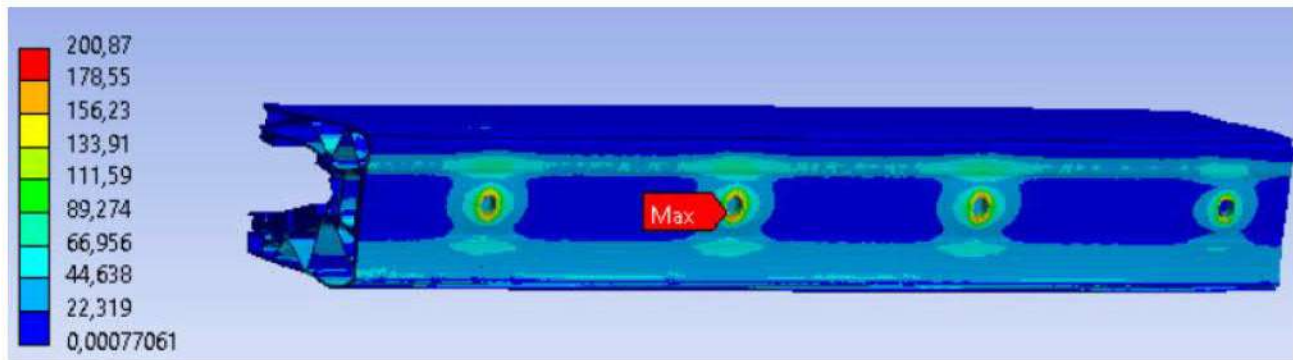
Die unter Belastung erreichte Grenzdurchbiegung **5,10 kN/m²**

7 Glasmarkise AL-PR7; 16,76 – 17,52 mm; 600 mm

7.1 Spannung

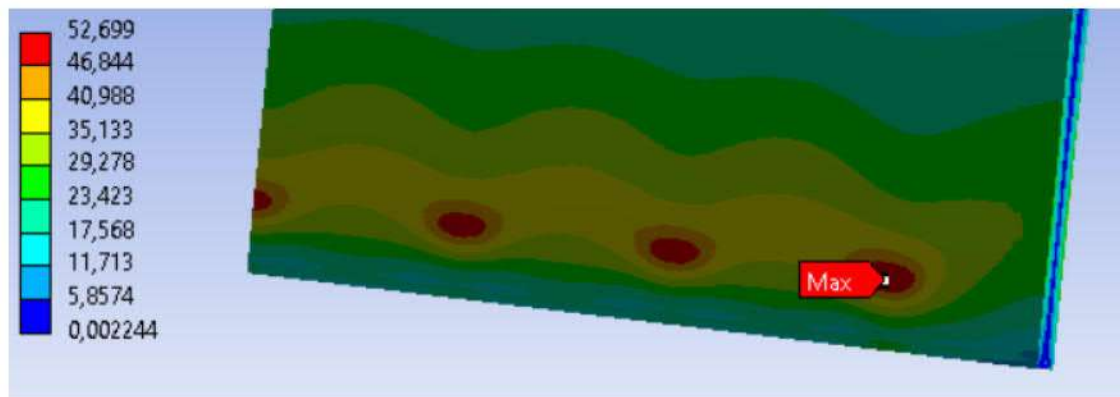
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



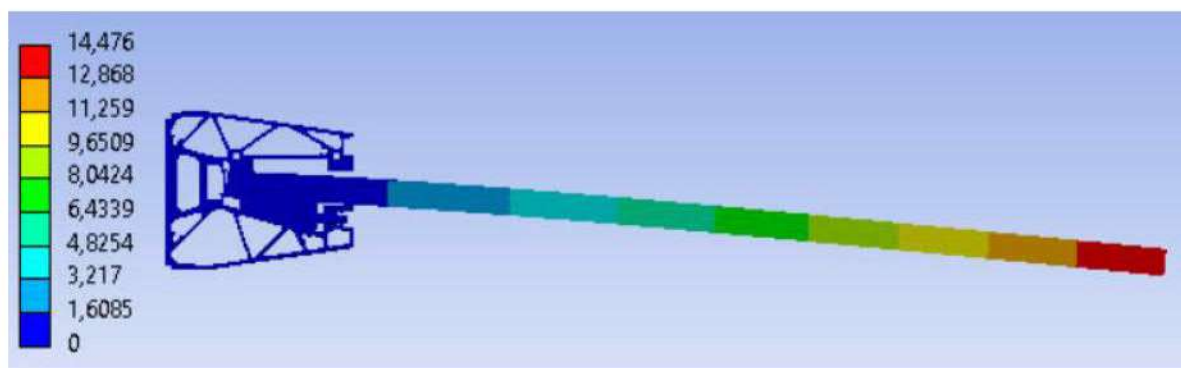
Die maximale Spannung am Profil beträgt **200,87 MPa**.

Glas

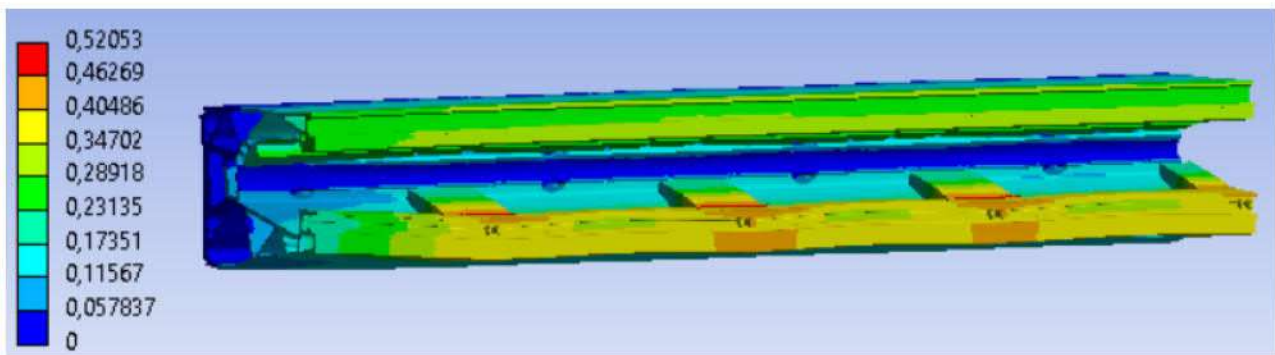


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **52,70 MPa**.

7.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **14,48 mm**.

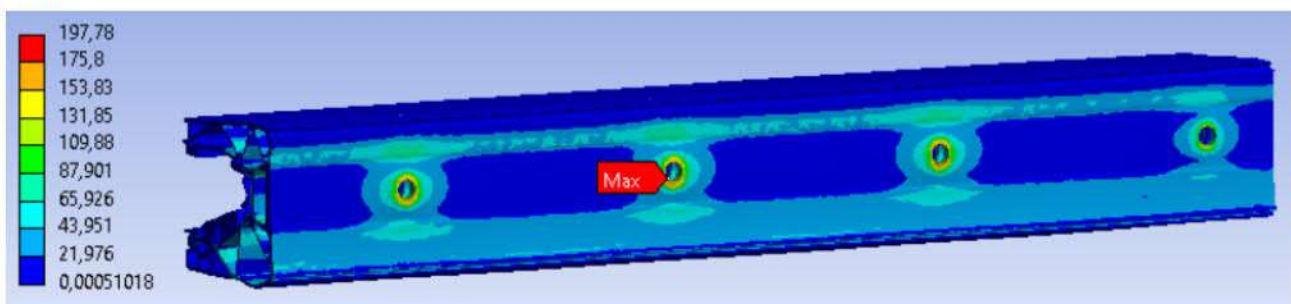


8 Glasmarkise AL-PR7; 12,76 – 13,52 mm; 1200 mm

8.1 Spannung

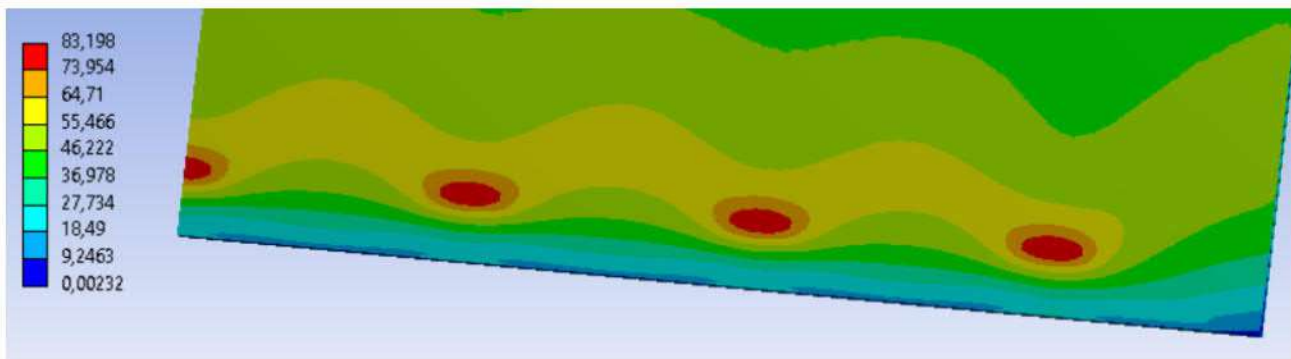
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



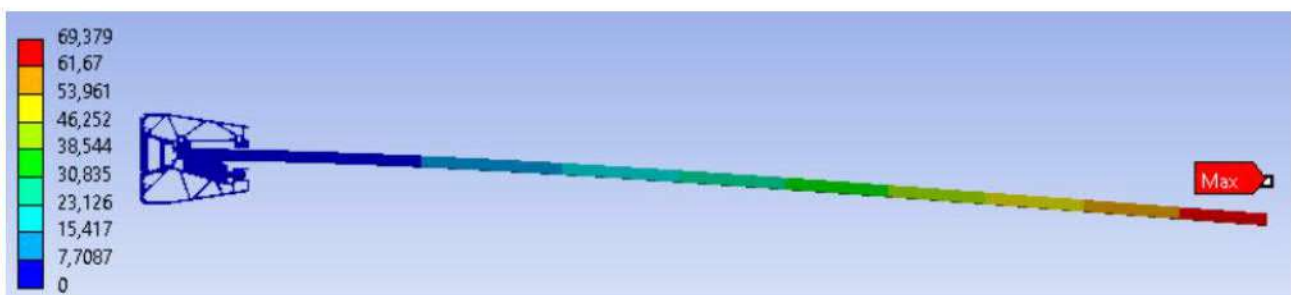
Die maximale Spannung am Profil beträgt **197,78 MPa**.

Glas

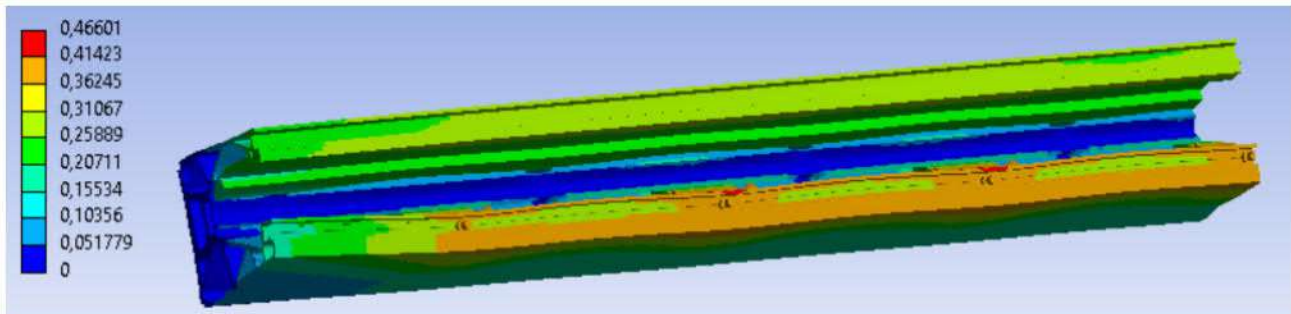


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **83,20 MPa**.

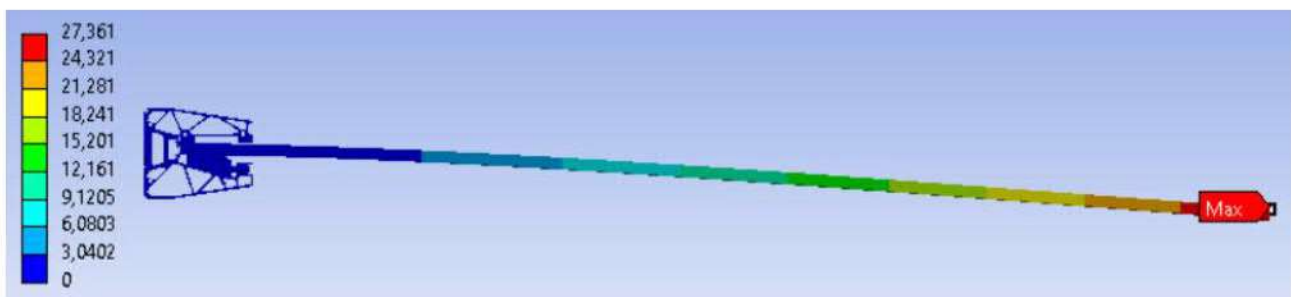
8.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **69,38 mm**.



8.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, $h/10$)



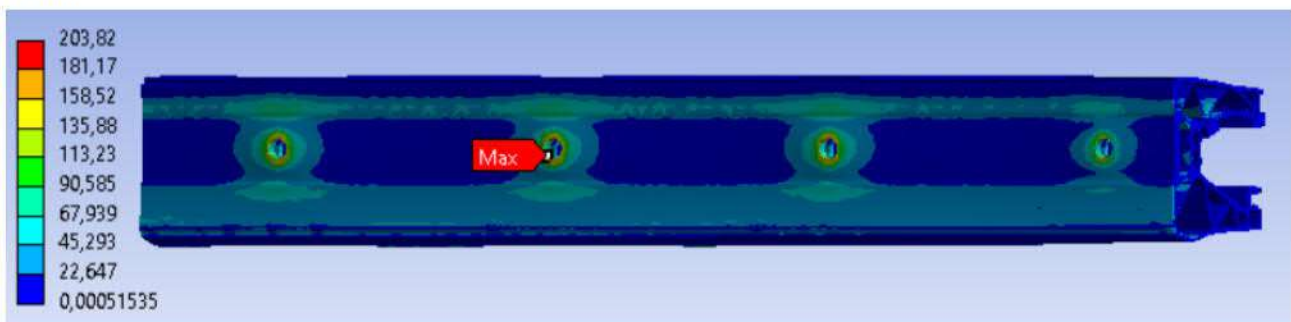
Die unter Belastung erreichte Grenzdurchbiegung **0,60 kN/m²**

9 Glasmarkise AL-PR7; 12,76 – 13,52 mm; 900 mm

9.1 Spannung

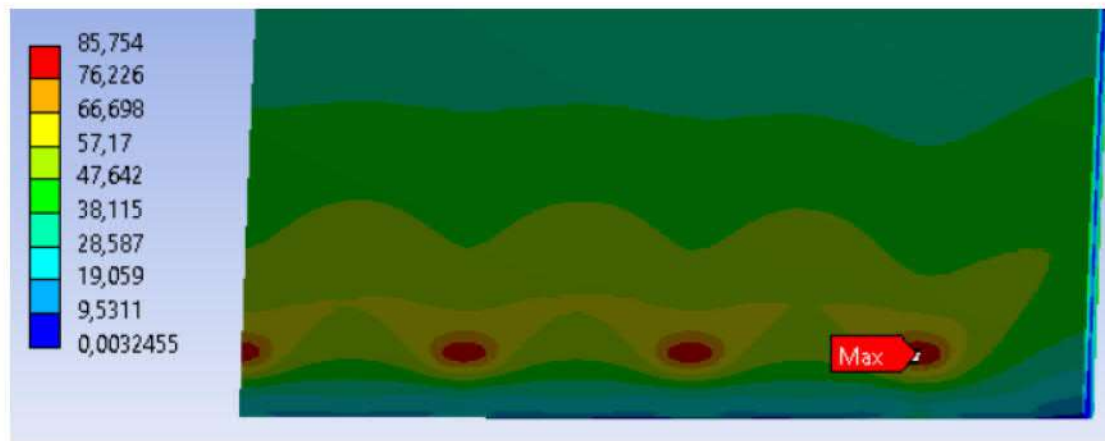
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



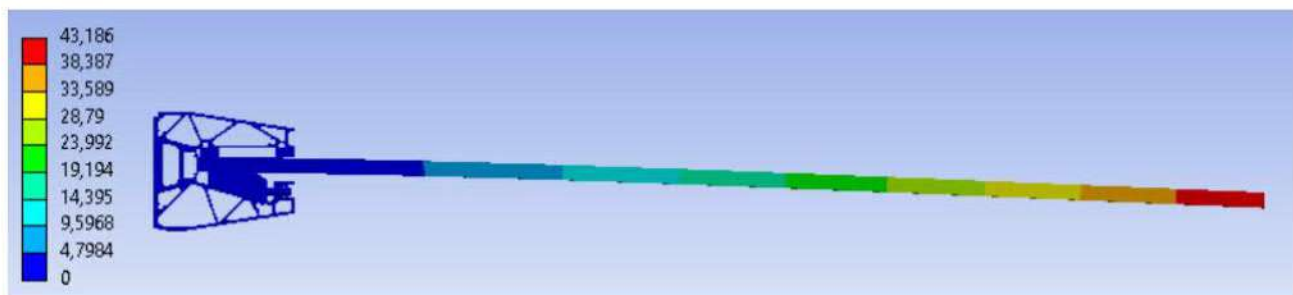
Die maximale Spannung am Profil beträgt **203,82 MPa**

Glas

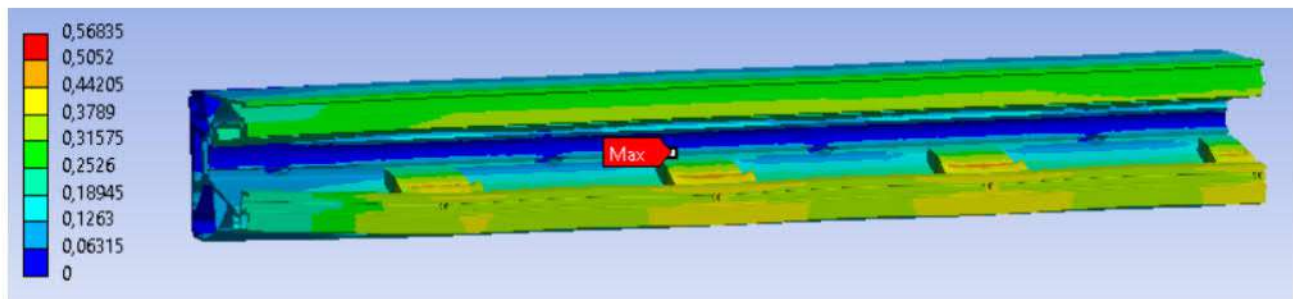


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **84,75 MPa**.

9.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **43,19 mm**.



9.2.1 Charakteristische Last, Grenze min. (25 mm, $h/10$)



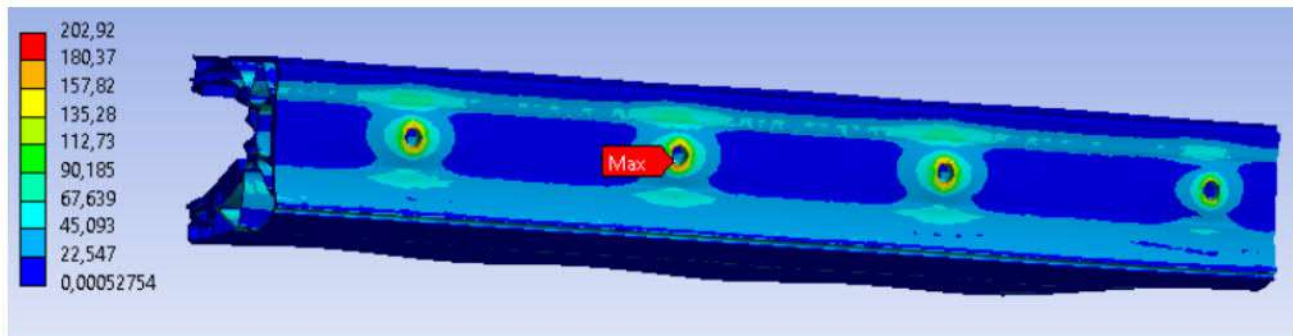
Die unter Belastung erreichte Grenzdurchbiegung **2,55 kN/m²**

10 Glasmarkise AL-PR7; 12,76 – 13,52 mm; 600 mm

10.1 Spannung

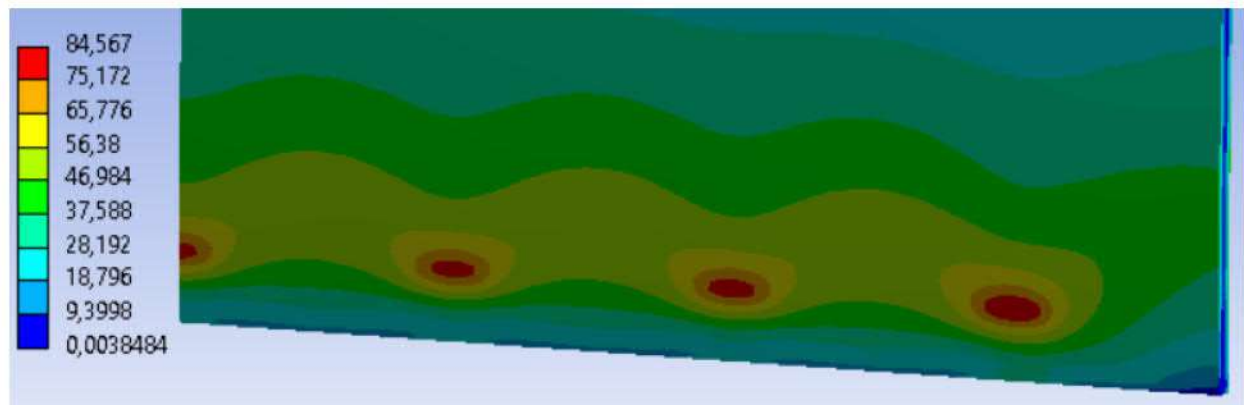
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Profil



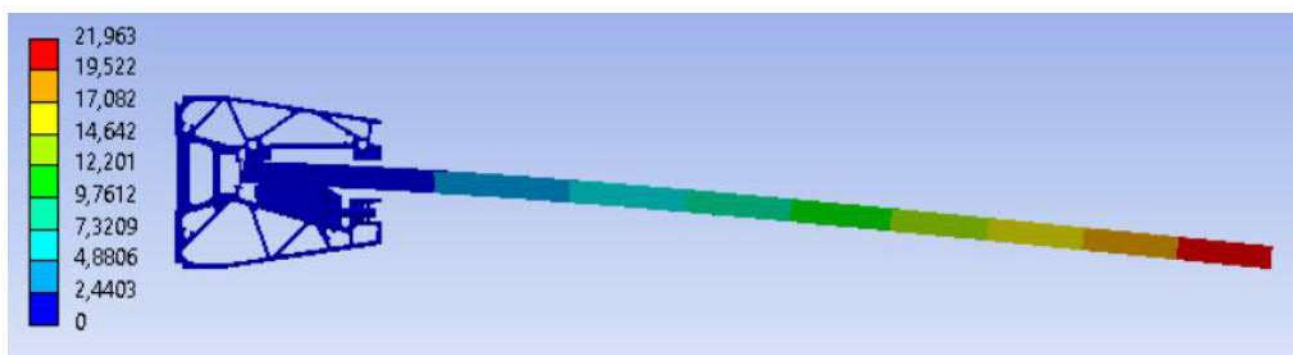
Die maximale Spannung am Profil beträgt **202,92 MPa**.

Glas

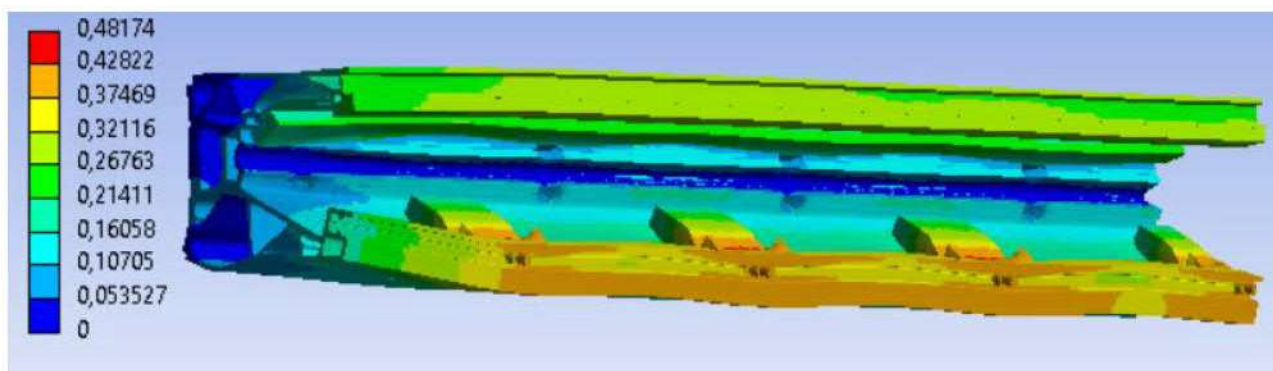


Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **84,57 MPa**.

10.2 Verformung



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **21,96 mm**.



Ing. Martin Lavko, ml.

Inwestor: UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Bratislava – dzielnica mieszkalna Ružinov

RAPORT STATYCZNY

DLA ZADASZENIA SZKLANEGO AL-PR7

Odpowiedzialny projektant: Inż. Belo Kačo
Opracował: Inż. Martin Lavko, mł.



Košice, listopad 2024

Numer kopii:

Spis treści

1	Opis projektu.....	3
1.1	Otrzymane dokumenty.....	3
2	Zastosowane materiały	3
3	Obciążenie.....	3
3.1	Obciążenie stałe	3
3.2	Obciążenie użytkowe.....	3
3.3	Śnieg	3
3.4	Wiatr	4
4	Obliczenie	4
4.1	Kombinacje obciążeń	4
4.2	Naprężenie w szybie i w profilu	4
5	Schemat statyczny.....	5
6	Analiza numeryczna.....	5
6.1	Charakterystyki materiałowe w modelu numerycznym	5
6.2	Markiza szklana AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm.....	7
6.2.1.	Naprężenie.....	7
6.3	Odkształcenie.....	7
7	Podsumowanie.....	8
8	Normy i wykorzystane oprogramowanie	8

ZAŁĄCZNIK A

1 Opis projektu

Przedmiotem raportu jest markiza szklana kotwiona w podporze liniowej AL-PR7. W raporcie jest podane maksymalne dopuszczalne obciążenie zadaszania i to dla kombinacji obciążenia śniegiem, wiatrem i obciążeniem użytkowym w budynkach kategorii A, B, C1, C2, C3, C4.

1.1 Otrzymane dokumenty

- Rysunek detalu ustawienia zadaszania
- Model zestawu zadaszania w edytowalnym formacie
- Charakterystyki materiałowe i specyfikacje materiałów od producentów
- EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016

2 Zastosowane materiały

Aluminium:

Podpora liniowa: AL 6063 T6

Stal:

Śruby: M 10, 8.8

Plastik:

Klin kotwiący: POM/PA6 plast

Guma:

Uszczelnienie szyby: EPDM

Szyba:

Szyba wzmocniona cieplnie VSG/ESG (hartowana)

3 Obciążenie

3.1 Obciążenie stałe

Ciężar tafli szklanej jest uwzględniony w obliczeniu jako obciążenie stałe; $g = 10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;

$\rho_{\text{sklo}} = 2500 \text{ kg/m}^3$

3.2 Obciążenie użytkowe

Obciążenie użytkowe dachów niedostępnych z wyjątkiem konserwacji bieżącej - wielkość obciążenia należy uwzględnić zgodnie z właściwym załącznikiem krajowym.

3.3 Śnieg

Wielkość obciążenia śniegiem, ewentualnie nadzwyczajnego obciążenia śniegiem trzeba uwzględnić w obliczeniu obciążenia zgodnie z EN 1991 i według właściwego załącznika krajowego.

3.4 Wiatr

Wielkość obciążenia wiatrem trzeba uwzględnić w obliczeniu obciążenia zgodnie z EN 1991 i według właściwego załącznika krajowego; w raporcie statycznym markizy PR7 jest uwzględnione zarówno pozytywne jak i negatywne działanie wiatru (ssanie i ciśnienie).

4 Obliczenie

4.1 Kombinacje obciążeń

Kombinacje obciążeń w celu uzyskania projektowanej wartości obciążenia, ewentualnie charakterystycznej wartości obciążenia trzeba określić na podstawie EN 1990 i EN 1991. Jednocześnie należy uwzględnić współczynniki jednoczesności występowania danych obciążeń. Przy ustalaniu obciążenia działającego na konstrukcję markizy trzeba uwzględnić nadzwyczajne sytuacje projektowe.

$$E_d = \gamma_{sd} E \{ \gamma_{G,j} G_{k,j}; \gamma_P P; \gamma_{Q,1} Q_{k,1}; \gamma_{Q,j} \psi_{0,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1; i > 1$$

$$E_d \leq R_d,$$

gdzie E_d jest projektowaną wartością działania obciążenia, jaką jest siła wewnętrzna, moment albo wypadkowa kilku sił wewnętrznych albo momentów;

R_d jest projektowaną wartością właściwej wytrzymałości.

4.2 Naprężenie w szybie i w profilu

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) + 3 \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 \leq C$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1, \quad \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad \text{and} \quad \frac{\sqrt{3} \tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1$$

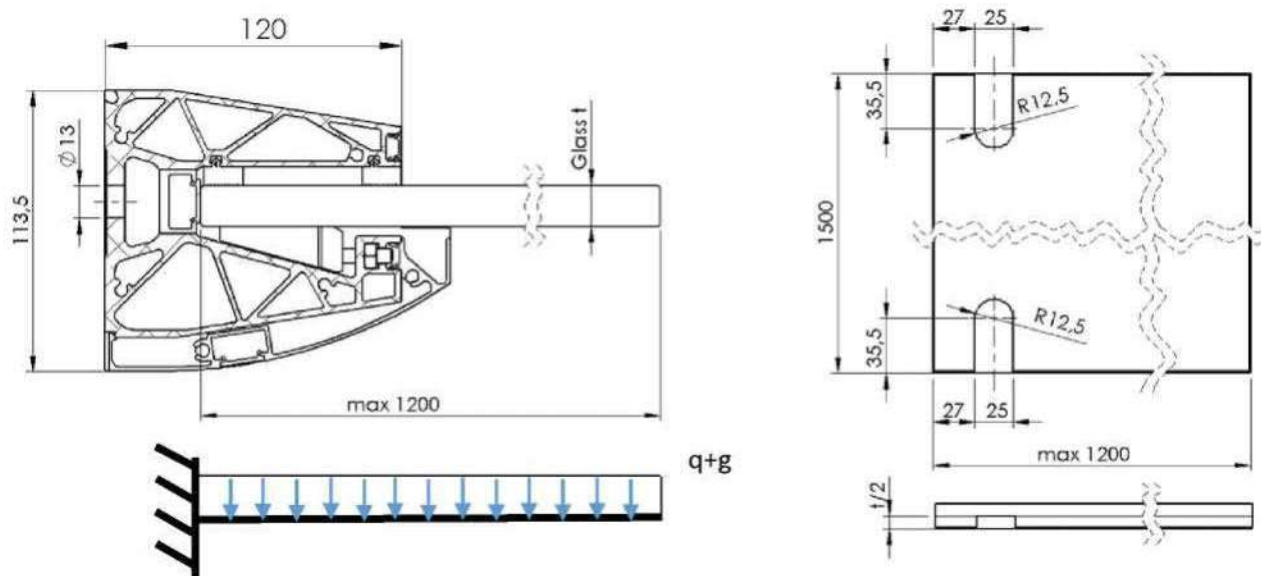
$\sigma_{z,Ed}$ – projektowana wartość naprężenia normalnego w kierunku osi „z” w miejscu przeznaczenia

$\sigma_{x,Ed}$ – projektowana wartość naprężenia normalnego w kierunku osi „x” w miejscu przeznaczenia

τ_{Ed} – projektowana wartość naprężenia ścinania w miejscu przeznaczenia

C – stała, $C \geq 1,0$

5 Schemat statyczny



6 Analiza numeryczna

Badana markiza szklana AL-PR7 była obciążona obciążeniem płaskim o wielkości odpowiadającej nośności maksymalnej, ewentualnie maksymalnemu, dopuszczalnemu ugięciu markizy o wyspecyfikowanych wymiarach. Zostało zastosowane uproszczenie modelu i uproszczenie gwintów śrub rektyfikacyjnych oraz zastąpienie ich połączeniem stałym. Śruby kotwiące nie były częścią modelu i zostały zastąpione sztywną podporą. Pozostałe parametry fizyczne i mechaniczne zestawu zadaszania zostały zachowane w modelu numerycznym. Aplikowane obciążenie było krótkotrwałe, wpływ temperatury i promieniowania na folię PVB był zanedbywalny. Śruby rektyfikacyjne nie były wstępnie naprężane.

6.1 Charakterystyki materiałowe w modelu numerycznym

SZYBA

1	Property	Value	Unit
2	Density	2530	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	7,07E-08	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	70000	MPa
8	Poisson's Ratio	0,24	
9	Bulk Modulus	4,4872E+10	Pa
10	Shear Modulus	2,8226E+10	Pa
11	Tensile Yield Strength	120	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	120	MPa

Maksymalne dopuszczalne naprężenie w szybie: $f_{g,k} = 120 \text{ MPa}$; $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa}$

Aluminium:

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	8000	kg m ⁻³
4	Isotropic Elasticity		
5	Derive from	Young's Modulus and ...	
6	Young's Modulus	1,93E+05	MPa
7	Poisson's Ratio	0,29	
8	Bulk Modulus	1,5317E+11	Pa
9	Shear Modulus	7,4806E+10	Pa
10	Bilinear Isotropic Hardening		
11	Yield Strength	205	MPa
12	Tangent Modulus	1800	MPa
13	Tensile Ultimate Strength	505	MPa

Maksymalne dopuszczalne naprężenie w profilu: $f_0 = 205 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205/1,0 = 205 \text{ Mpa}$

Śruby:

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	7850	kg m ⁻³
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
7	Derive from	Young's Modulus and Po...	
8	Young's Modulus	2,1E+05	MPa
9	Poisson's Ratio	0,3	
10	Bulk Modulus	1,75E+11	Pa
11	Shear Modulus	8,0769E+10	Pa
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	640	MPa
25	Compressive Yield Strength	640	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	800	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	800	MPa

Plastikowe podkładki:

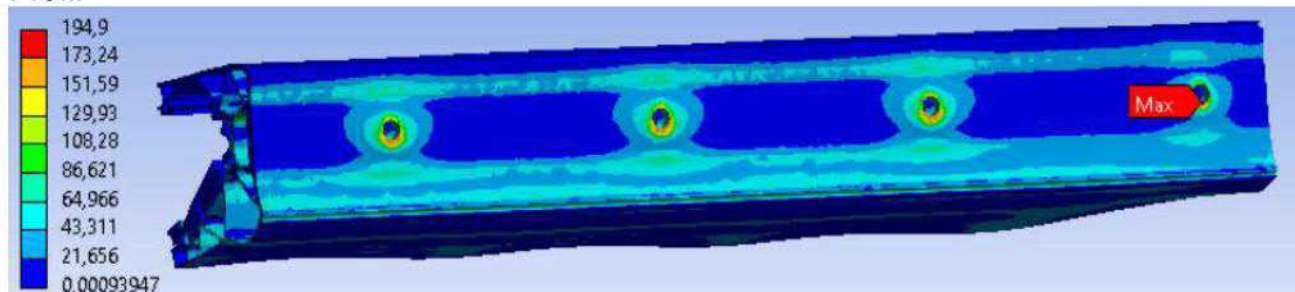
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	Tensile Yield Strength	45	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	49	MPa

6.2 Markiza szklana AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm

6.2.1 Naprężenie

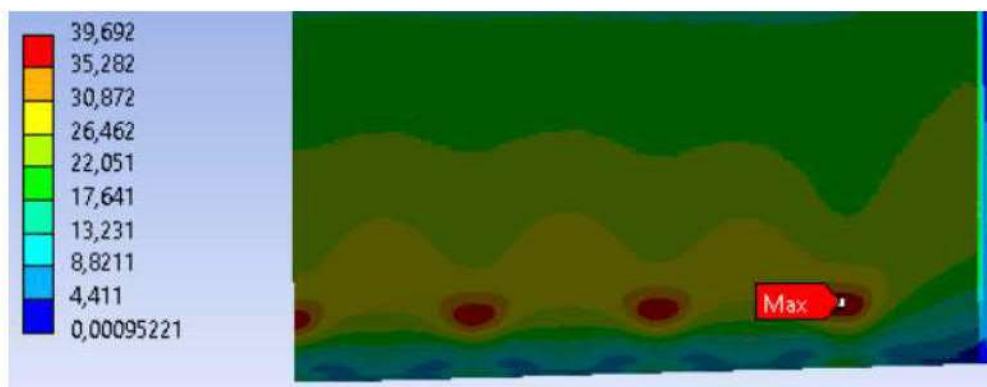
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



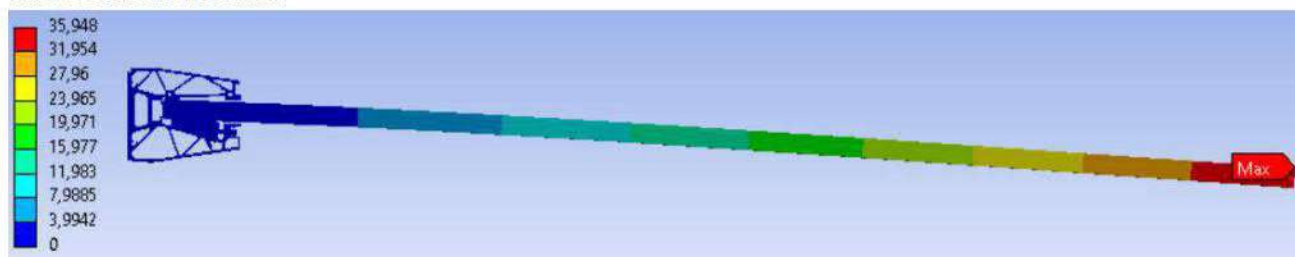
Maksymalne naprężenie w profilu 194,90Mpa.

SZYBA

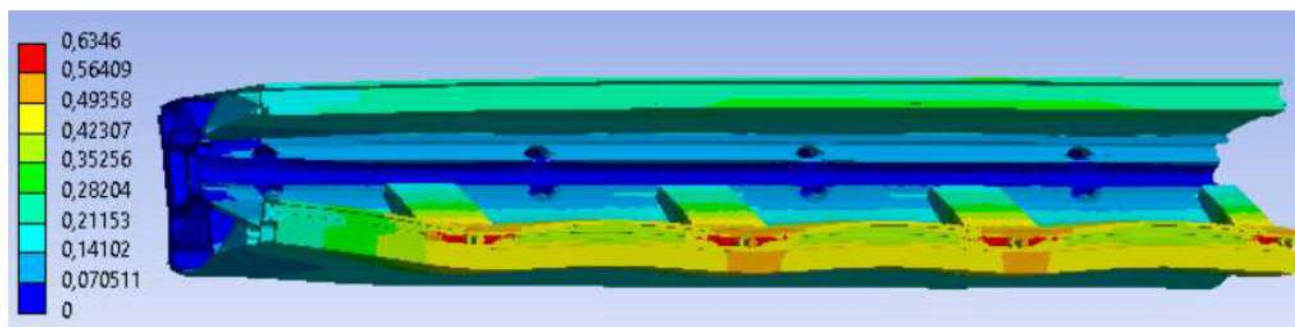


Maksymalne naprężenie rozciągające w szkle jest 39,69 MPa.

6.3 Odształcenie



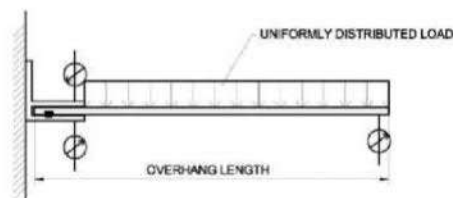
Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest 35,95 mm.



SZCZEGÓŁOWY PRZEBIEG NAPRĘŻEŃ I ODKSZTAŁCEŃ - patrz ZAŁĄCZNIK A

7 Podsumowanie

Wartości graniczne można interpolować



Grubość szyby [mm]		600 mm	900 mm	1200 mm
12,76-13,52	Maks. dopuszczalne obciążenie projektowane [kN/m ²]	10,60	4,45	2,30
	Ugięcie graniczne przy maks. dopuszczalnym obciążeniu charakterystycznym [mm]	N/A*	2,55	0,60
16,76-17,52	Maks. dopuszczalne obciążenie projektowane [kN/m ²]	13,10	5,40	2,90
	Ugięcie graniczne przy maks. dopuszczalnym obciążeniu charakterystycznym [mm]	N/A*	5,10	1,35
20,76-21,52	Maks. dopuszczalne obciążenie projektowane [kN/m ²]	13,00	5,30	2,80
	Ugięcie graniczne przy maks. dopuszczalnym obciążeniu charakterystycznym [mm]	N/A*	N/A*	1,95

- N/A* - ugięcie graniczne nieosiągnięte przy obciążeniu na granicy nośności
- Limitujące ugięcie szyby markizy **W_{lim} = min (L/10; 25 mm)**
- Maksymalne dopuszczalne naprężenie w szybie **f_{g,d} = 84,75 MPa**
- Maksymalne dopuszczalne naprężenie w profilu aluminiowym **f_{al,d} = 205 MPa**
- Wartości maksymalnego projektowanego dopuszczalnego obciążenia i obciążenia charakterystycznego nie zawierają ciężaru własnego profilu i tafli szklanej

OBLICZENIA NUMERYCZNE BYŁY WYKONANE WEDŁUG EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016 - 2.2.3 WYTRZYMAŁOŚĆ MECHANICZNA I STABILNOŚĆ PRZY OBCIĄŻENIU ŚNIEGIEM I WIATREM WEDŁUG EN 1991. PROFIL AL/PR7 EN-AW 6063-T6 SPRAWDZONY OBLICZENIEM NUMERYCZNYM WYKAZUJE DOSTATECZNĄ NOŚNOŚĆ PRZY OBCIĄŻENIU OBCIĄŻENIEM PŁASKIM WEDŁUG ZAŁĄCZONEJ TABELI NOŚNOŚCI. PRZED WPROWADZENIEM PROFILU NA RYNEK KONIECZNE JEST WYKONANIE EKSPERYMENTALNEJ ANALIZY WSPOMNIANEGO PROFILU. PREZENTOWANE WYNIKI MAJĄ CHARAKTER INFORMACYJNY. KOTWY NIE BYŁY BADANE, DOBÓR KOTWY I JEJ ZASTOSOWANIE MUSI BYĆ ZATWIERDZONE PRZEZ PRODUCENTA KOTWY.

8 Normy i wykorzystane oprogramowanie

- [1] STN EN 1990 – Podstawy projektowania konstrukcji
- [2] STN EN 1991 – Obciążenia konstrukcji
- [3] STN EN 1993 – Projektowanie konstrukcji stalowych
- [4] STN EN 1999 - Projektowanie konstrukcji aluminiowych
- [5] EN 12600 - Glass in building
- [6] EN 12150 - Glass in building
- [7] Guidance for European Structural Design of Glass Components, 2014
- [8] EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016



Inž. Martin Lavko, mł.

**Inwestor: UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Bratislava - dzielnica mieszkalna Ružinov**

ZAŁĄCZNIK A

DLA ZADASZENIA SZKLANEGO AL-PR7

Košice, listopad 2024

Numer kopii:

Spis treści

1	Opis projektu	4
2	Markiza szklana AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm	4
2.1	Napężenie.....	4
2.2	Odkształcenie	4
2.2.1	Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm, h/10)	5
3	Markiza szklana AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 900 mm	5
3.1	Napężenie.....	5
3.2	Odkształcenie	6
4	Markiza szklana AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 600 mm	6
4.1	Napężenie.....	6
4.2	Odkształcenie	7
5	Markiza szklana AL-PR7; 16,76- 17,52 mm; 1200mm.....	7
5.1	Napężenie.....	7
5.2	Odkształcenie	8
5.2.1	Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm, h/10)	9
6	Markiza szklana AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 900 mm	9
6.1	Napężenie.....	9
6.2	Odkształcenie	10
6.2.1	Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm, h/10)	10
7	Markiza szklana AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 600 mm	11
7.1	Napężenie.....	11
7.2	Odkształcenie	11
8	Markiza szklana AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 1200 mm	12
8.1	Napężenie.....	12
8.2	Odkształcenie	12

8.2.1	Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm, h/10)	13
9	Markiza szklana AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 900 mm	13
9.1	Napężenie.....	13
9.2	Odkształcenie	14
9.2.1	Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm h/10)	14
10	Markiza szklana AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 600 mm	15
10.1	Napężenie	15
10.2	Odkształcenie	15

1 Opis projektu

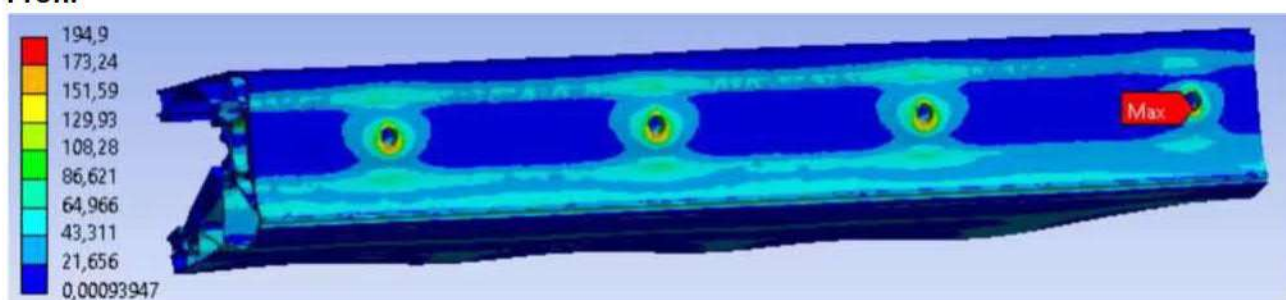
Przedmiotem raportu jest markiza szklana kotwiona w podporze liniowej AL-PR7. W raporcie jest podane maksymalne dopuszczalne obciążenie zadaszania i to dla kombinacji obciążenia śniegiem, wiatrem i obciążeniem użytkowym w budynkach kategorii A, B, C1, C2, C3, C4.

2 Markiza szklana AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm

2.1 Naprężenie

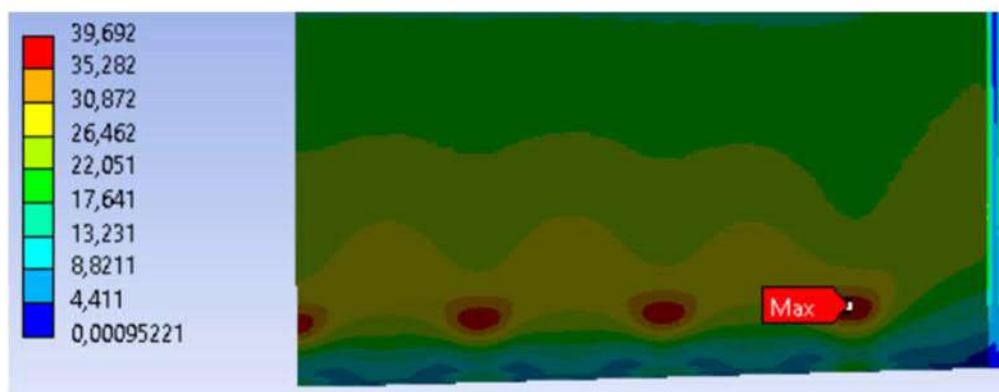
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



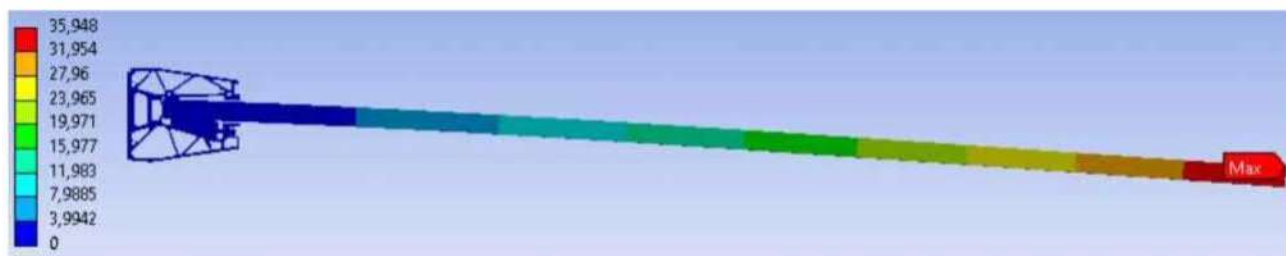
Maksymalne naprężenie w profilu 194,90 MPa

Szyba

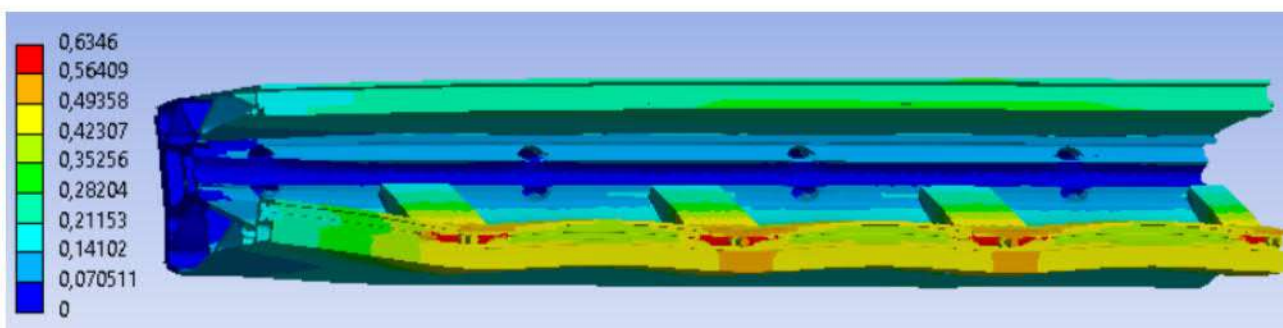


Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest 39,69 MPa.

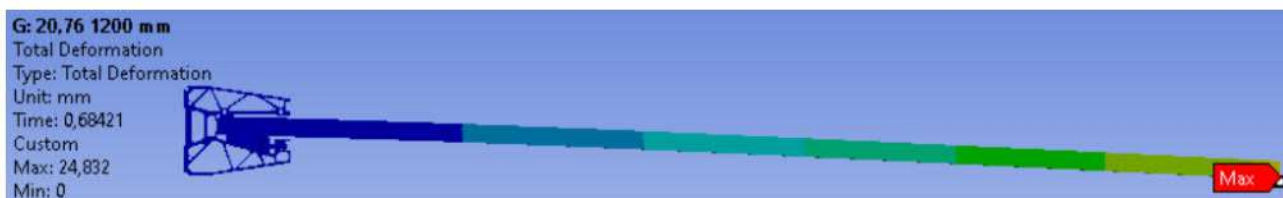
2.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest 35,95 mm.



2.2.1 Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm, h/10)



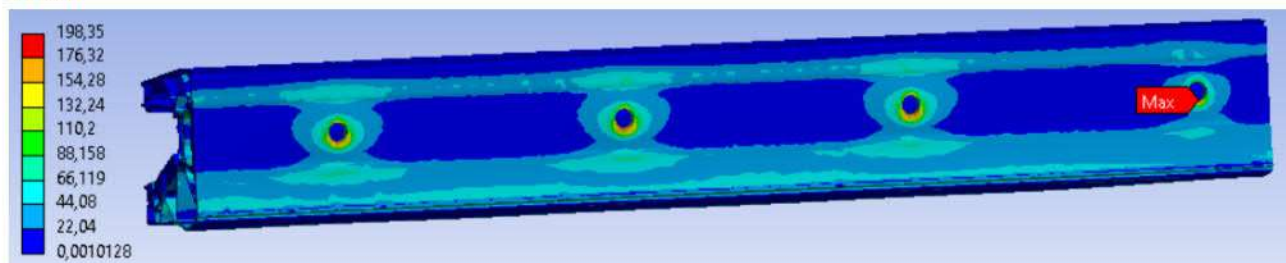
Graniczne ugięcie osiągnięte przy obciążeniu $1,95 \text{ kN/m}^2$

3 Markiza szklana AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 900 mm

3.1 Naprężenie

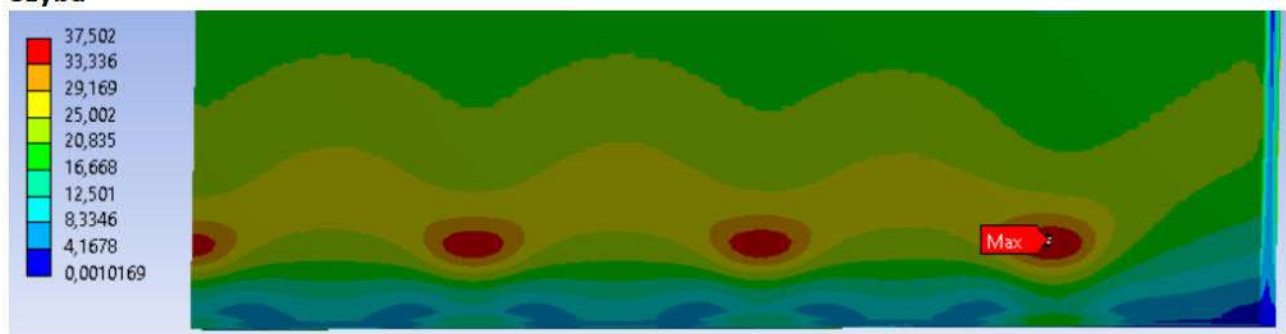
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



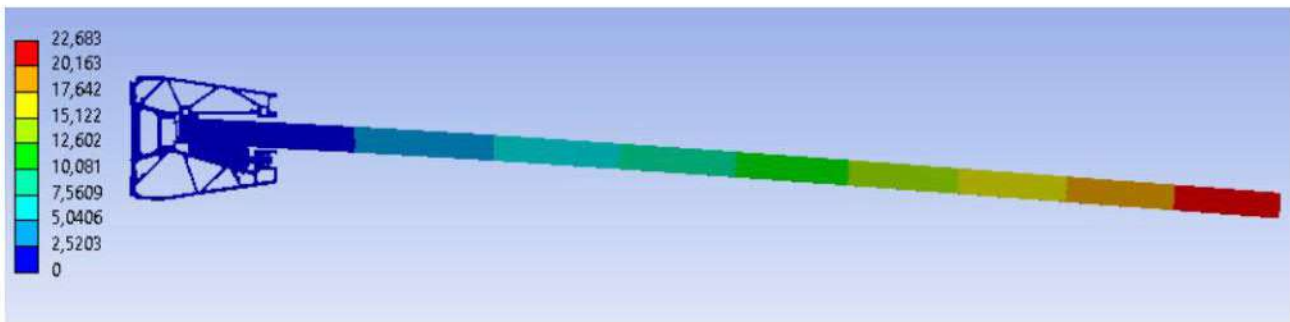
Maksymalne naprężenie w profilu **198,35 MPa**.

Szyba

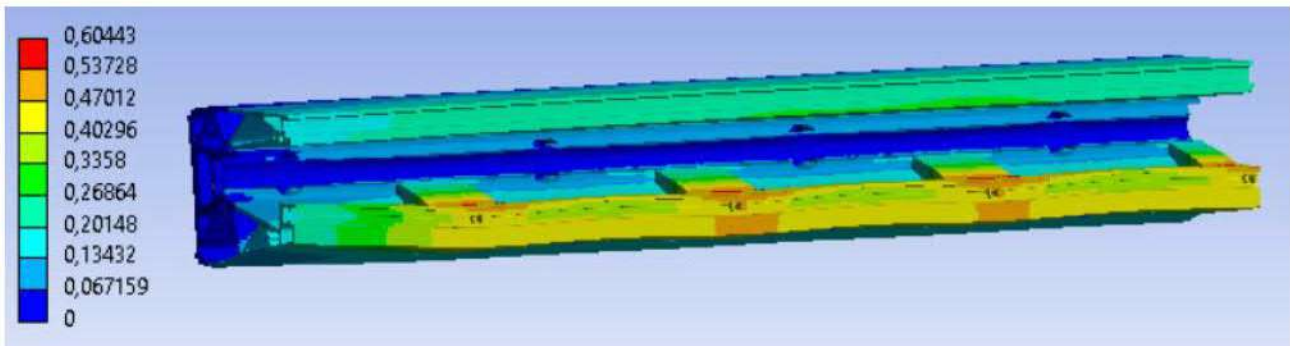


Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest **37,50 MPa**.

3.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest 22,68 mm.

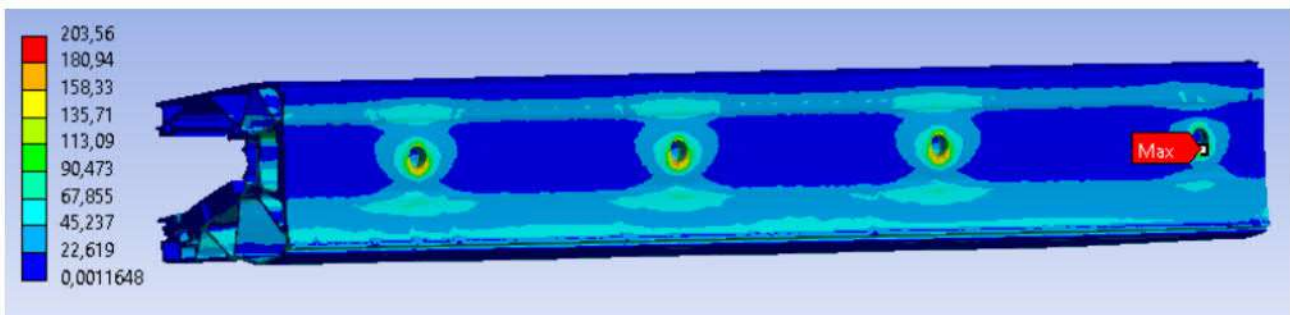


4 Markiza szklana AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 600 mm

4.1 Naprężenie

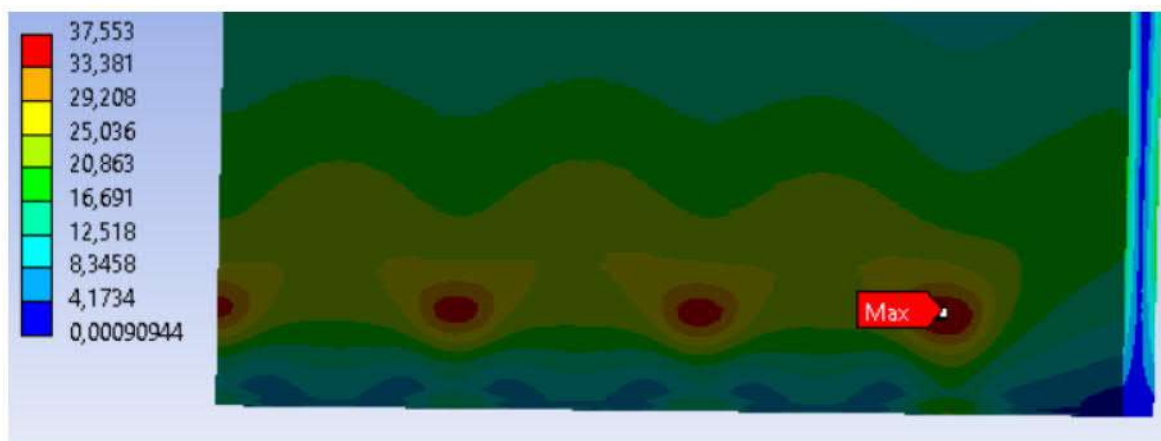
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



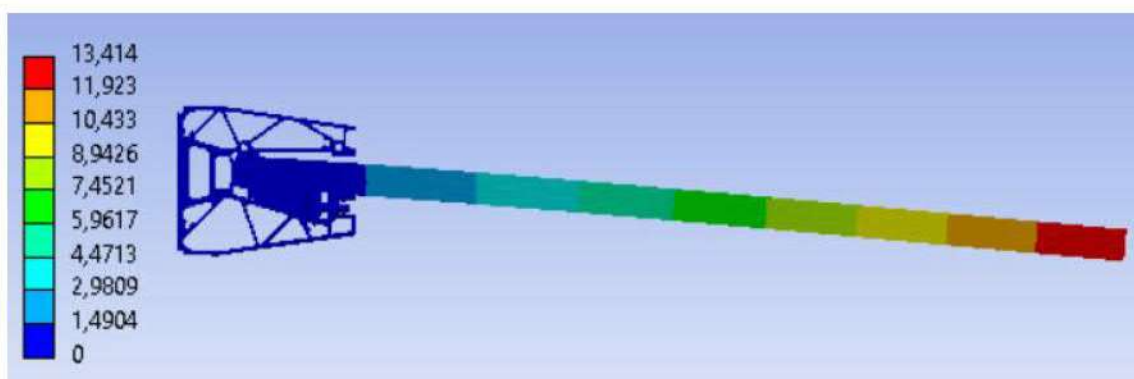
Maksymalne naprężenie w profilu 203,56 MPa.

Szyba

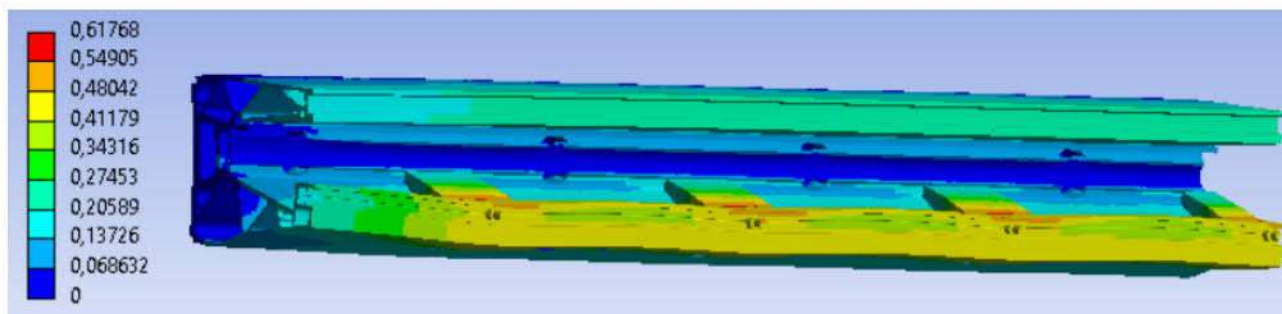


Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest 37,55 MPa.

4.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest 13,41 mm.

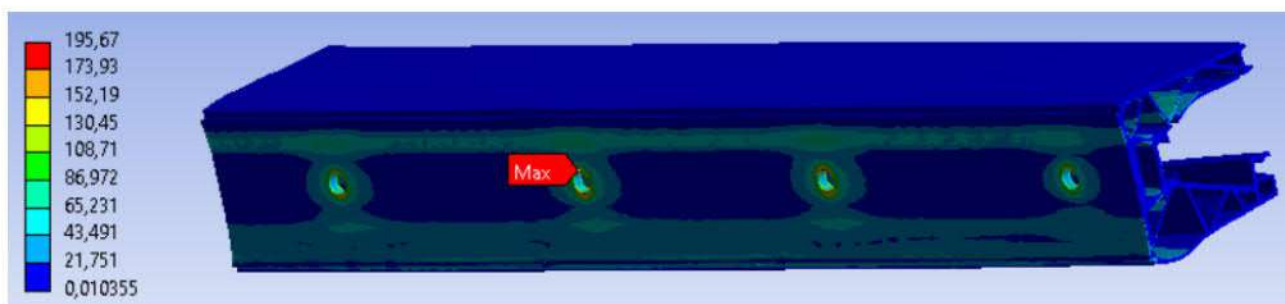


5 Markiza szklana AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 1200 mm

5.1 Naprężenie

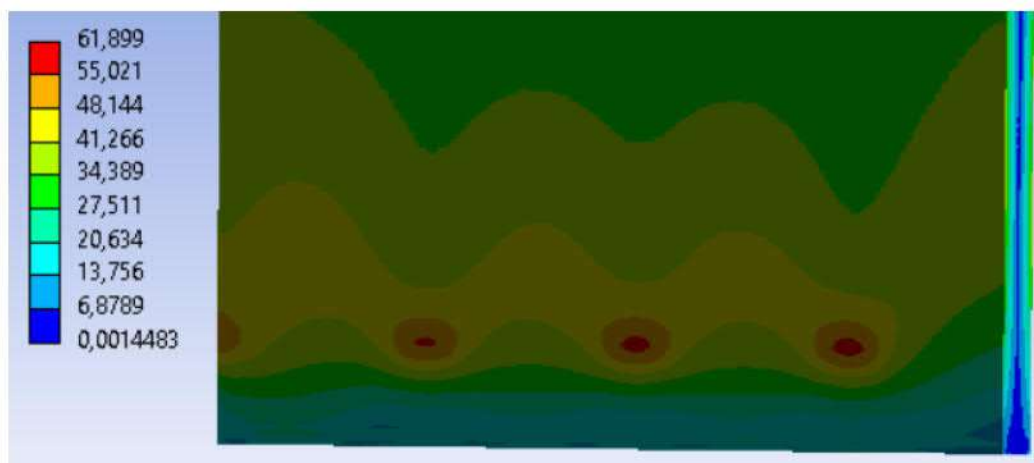
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



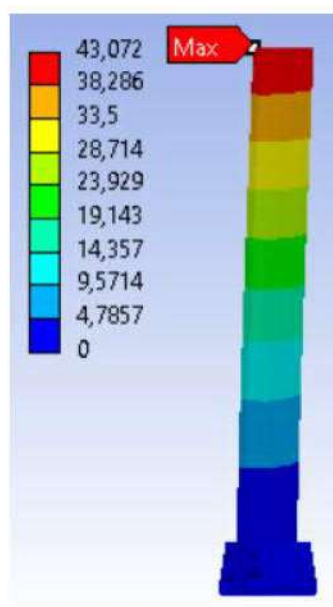
Maksymalne naprężenie w profilu **195,67 MPa**.

Szyba

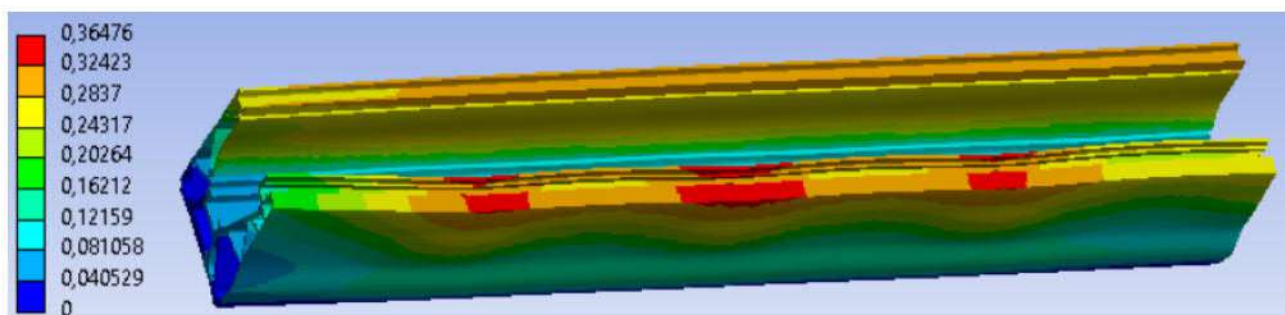


Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest **61,89 MPa**.

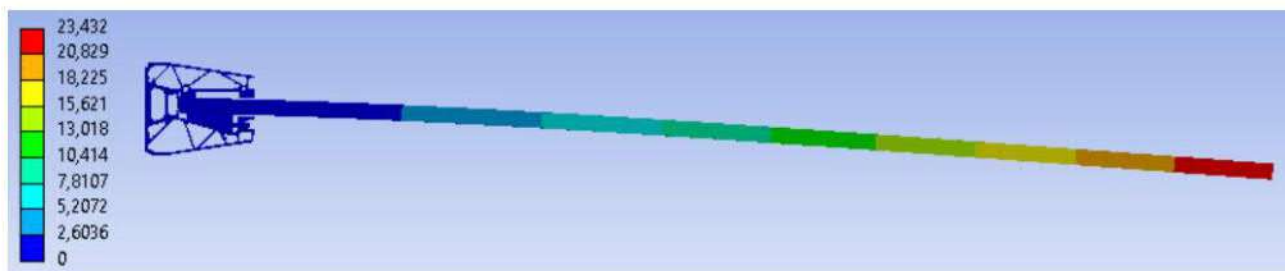
5.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest **43,07 mm**.



5.2.1 Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm, h/10)



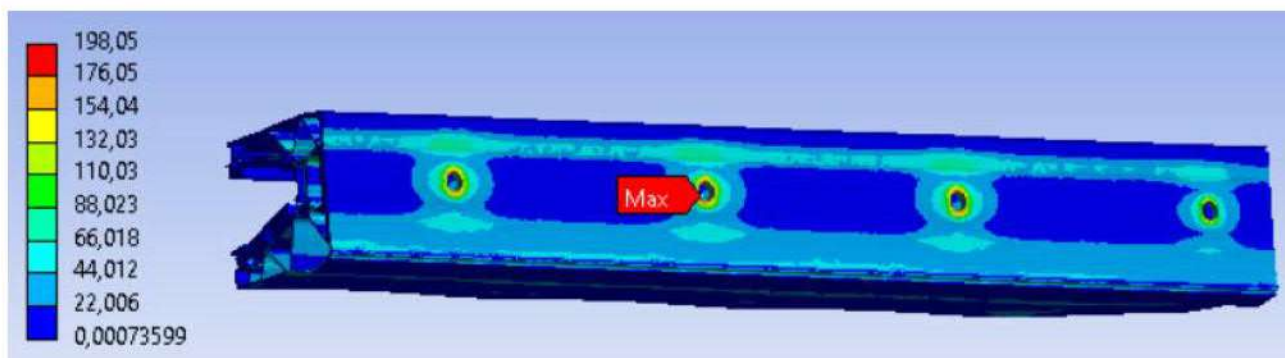
Graniczne ugięcie osiągnięte przy obciążeniu $1,35 \text{ kN/m}^2$

6 Markiza szklana AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 900 mm

6.1 Naprężenie

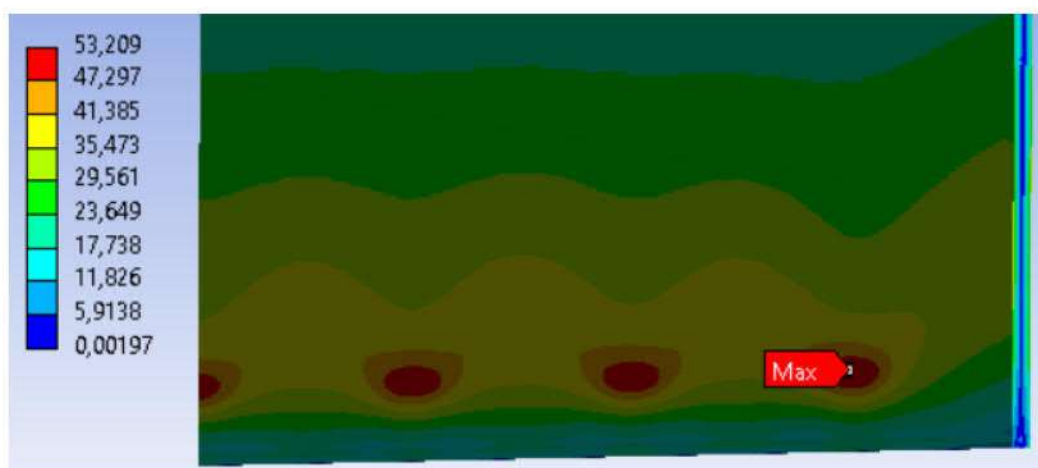
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



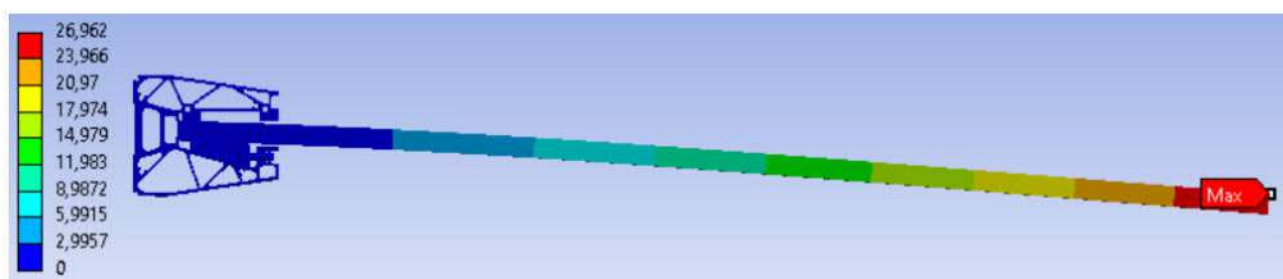
Maksymalne naprężenie w profilu 198,05 MPa.

Szyba

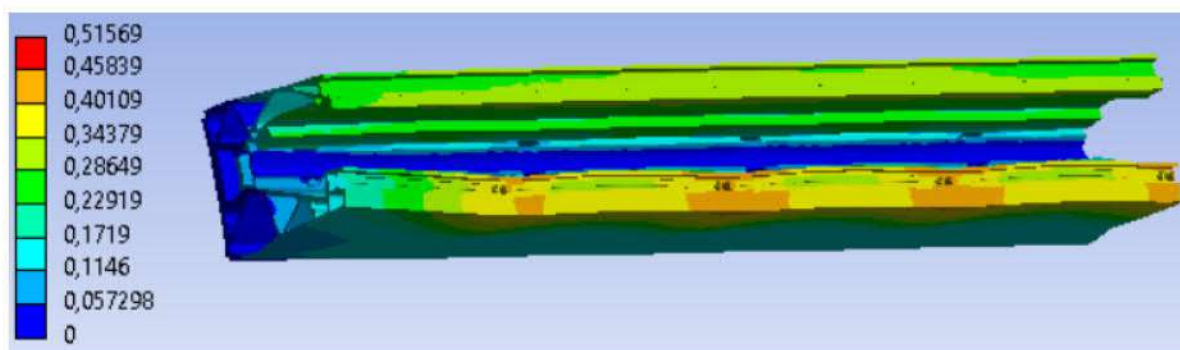


Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest 53,21 MPa.

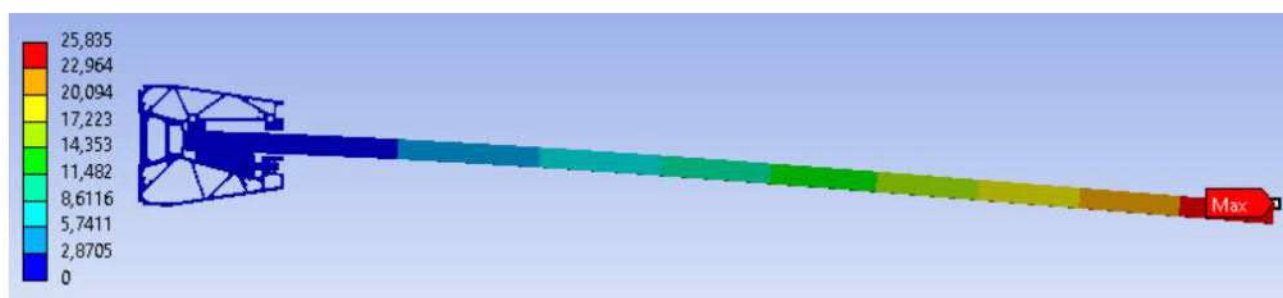
6.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest 26,96 mm.



6.2.1 Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm, h/10)



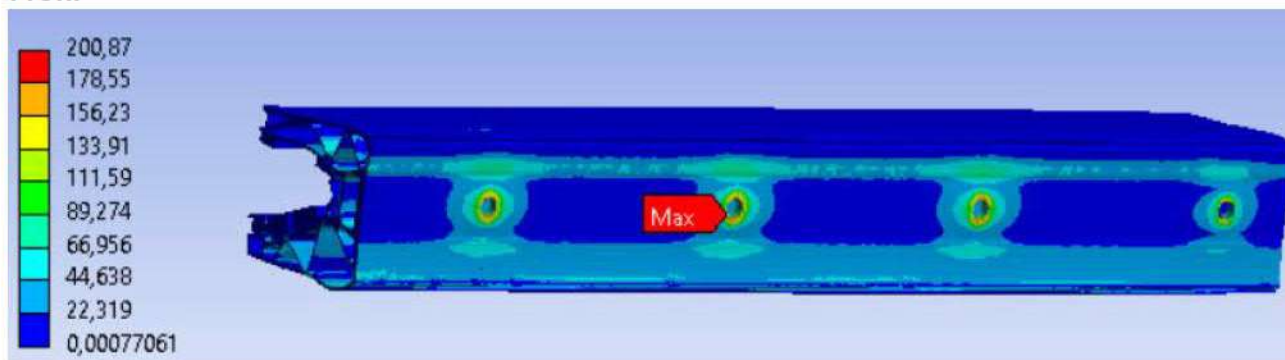
Graniczne ugięcie osiągnięte przy obciążeniu 5,10 kN/m²

7 Markiza szklana AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 600 mm

7.1 Naprężenie

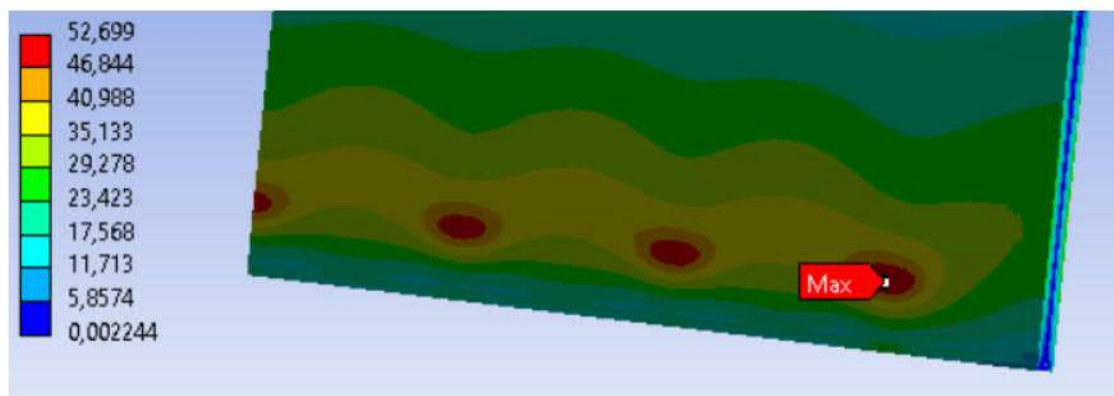
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



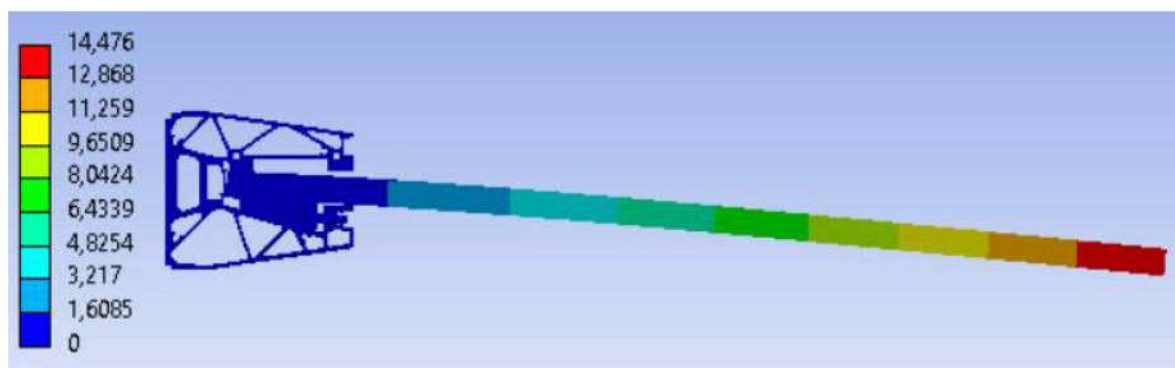
Maksymalne naprężenie w profilu 200,87 MPa.

Szyba

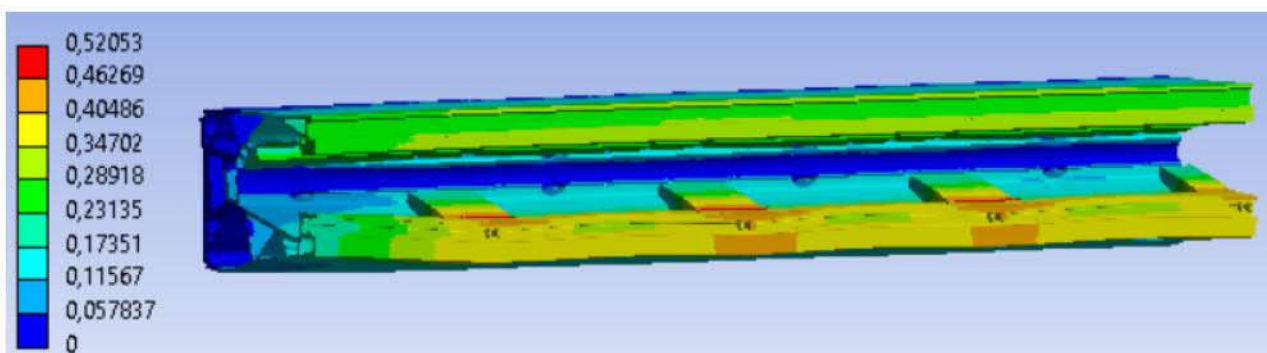


Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest 52,70 MPa.

7.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest 14,48 mm.

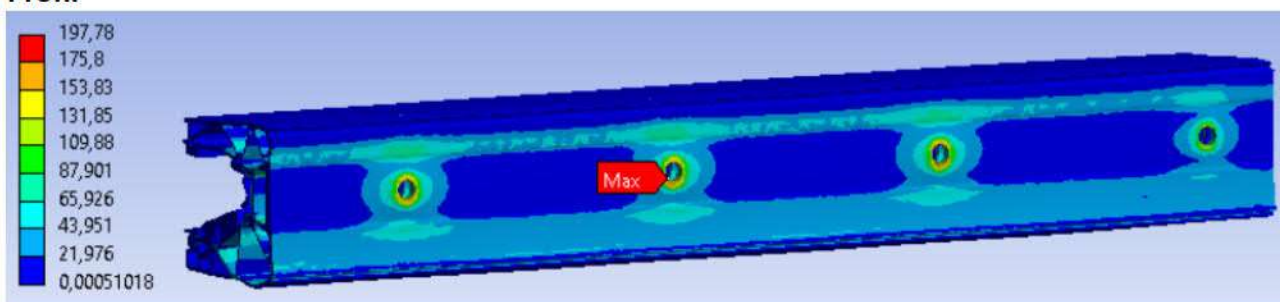


8 Markiza szklana AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 1200 mm

8.1 Naprężenie

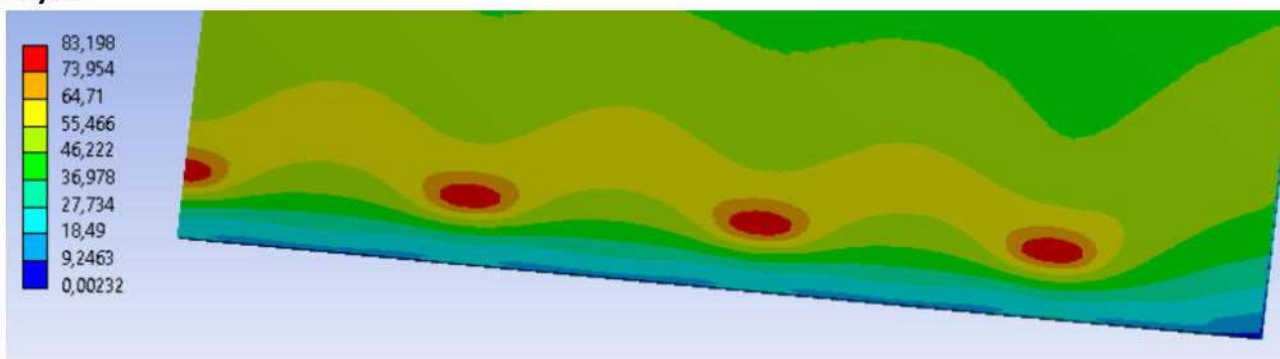
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



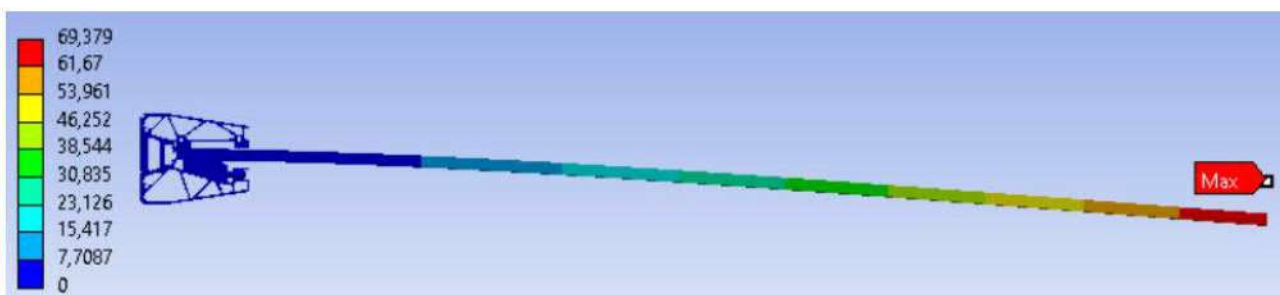
Maksymalne naprężenie w profilu 197,78 MPa.

Szyba

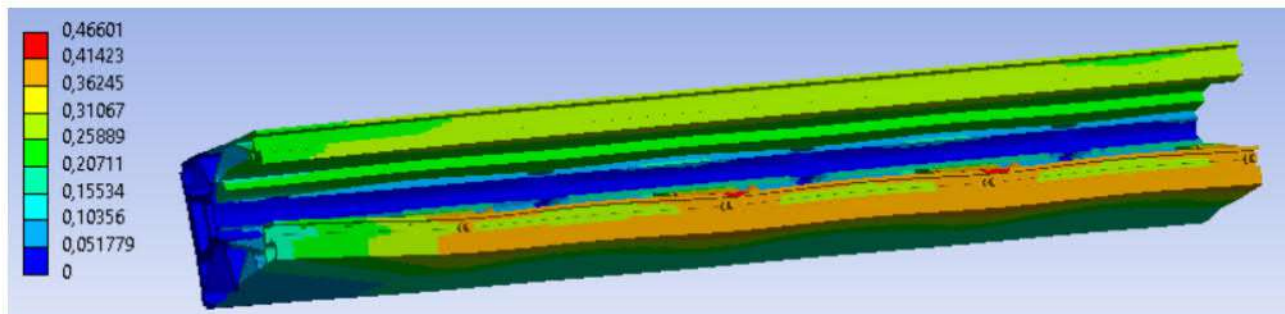


Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest 83,20 MPa.

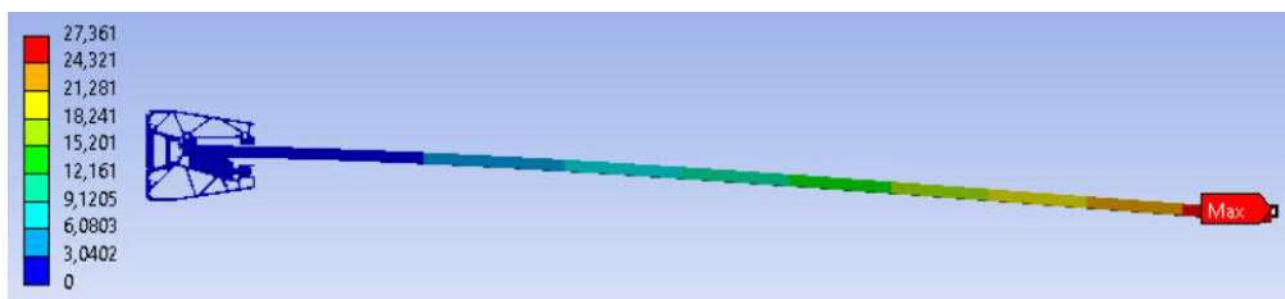
8.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest 69,38 mm.



8.2.1 Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm, h/10)



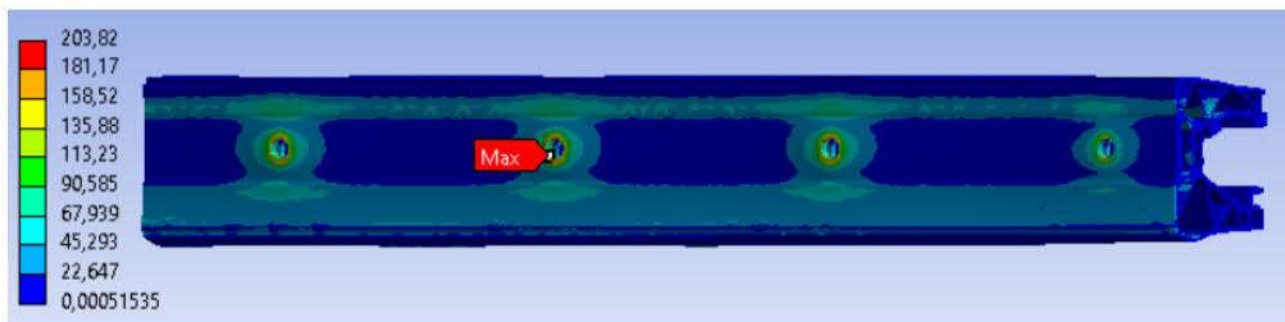
Graniczne ugięcie osiągnięte przy obciążeniu 0,60 kN/m²

9 Markiza szklana AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 900 mm

9.1 Naprężenie

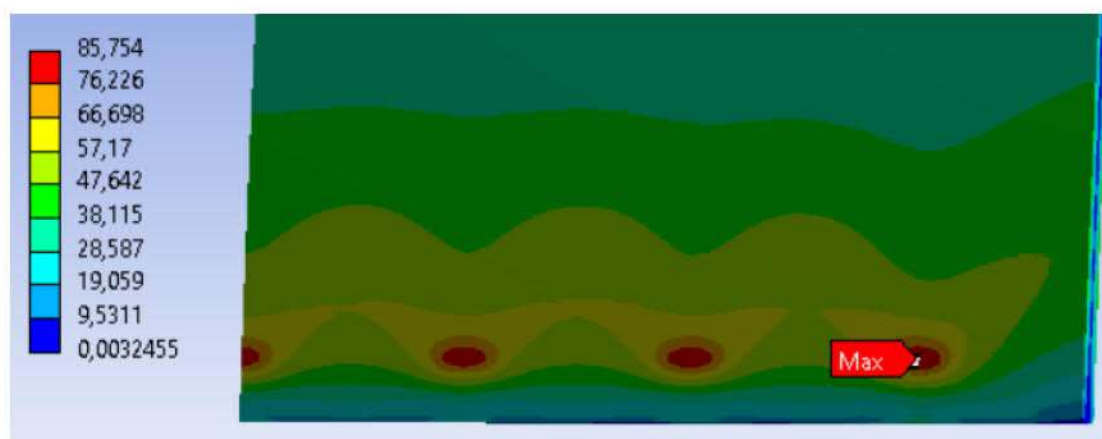
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



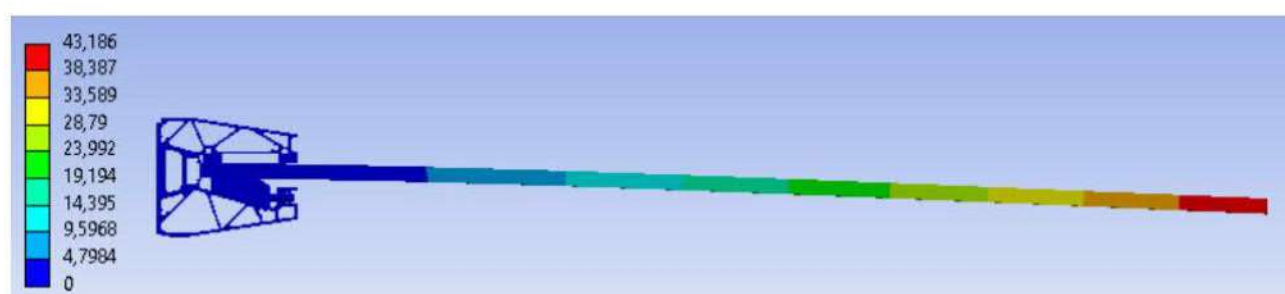
Maksymalne naprężenie w profilu 203,82 MPa

Szyba

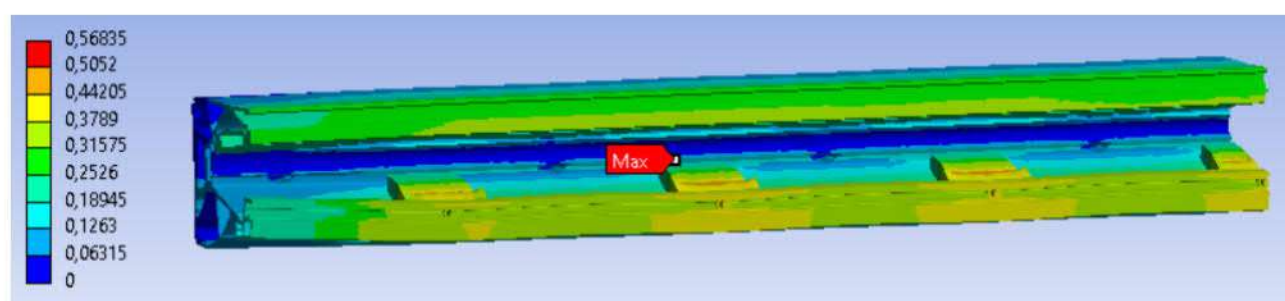


Maksymalne napężenie rozciągające w szybie jest **84,75 MPa**.

9.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest **43,19 mm**.



9.2.1 Obciążenie charakterystyczne, limit min. (25 mm h/10)



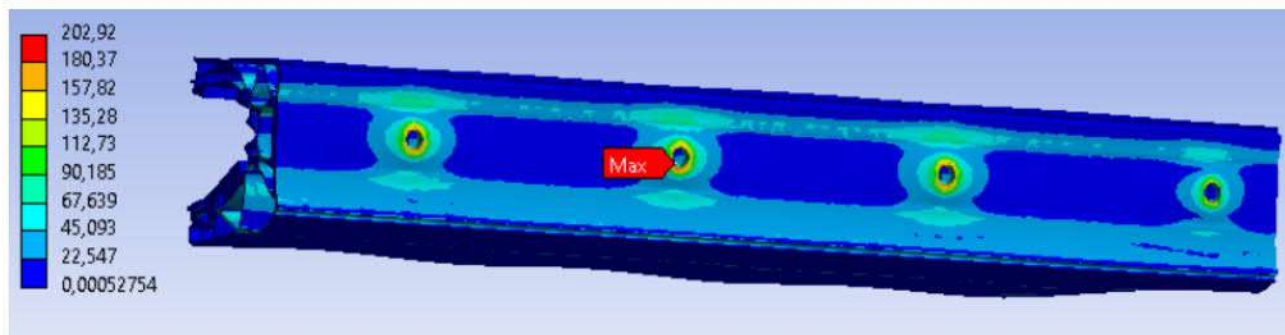
Graniczne ugięcie osiągnięte przy obciążeniu **2,55 kN/m²**

10 Markiza szklana AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 600 mm

10.1 Naprężenie

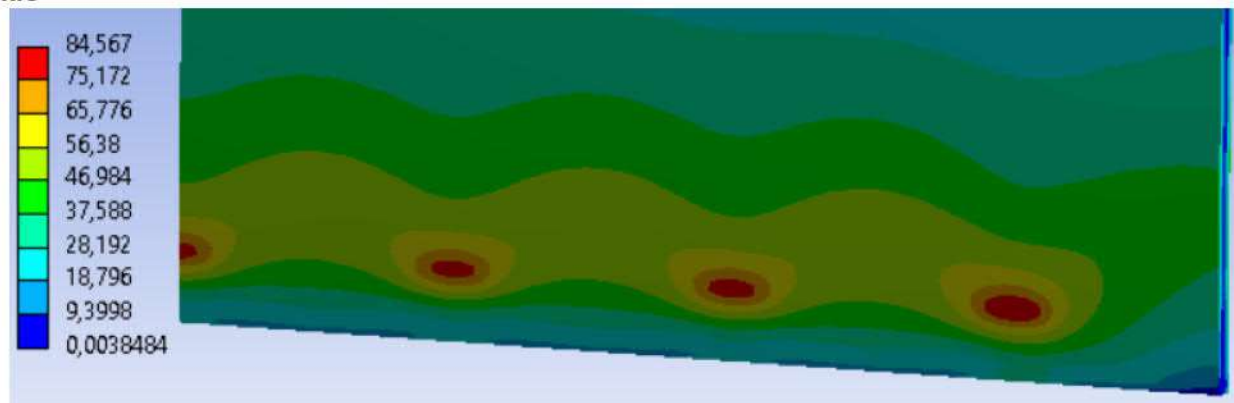
Ekwiwalentne (von-Mises) naprężenie [MPa]

Profil



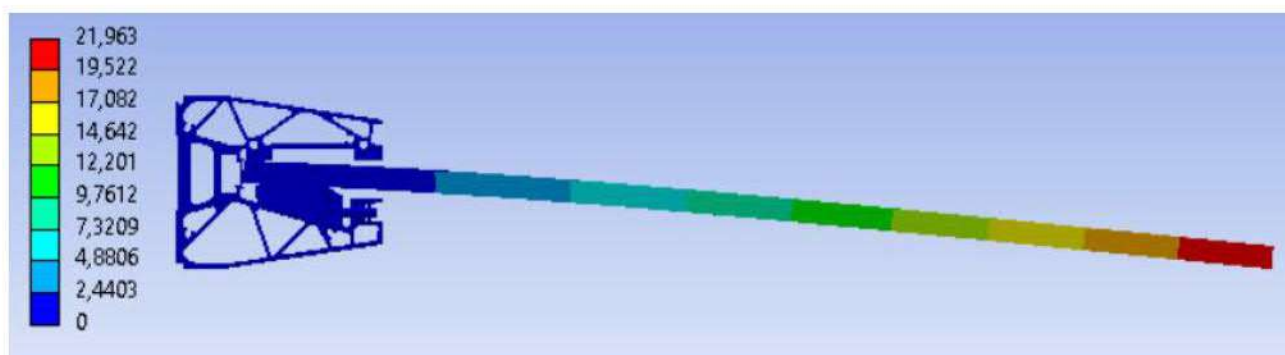
Maksymalne naprężenie w profilu **202,92 MPa**.

Skło

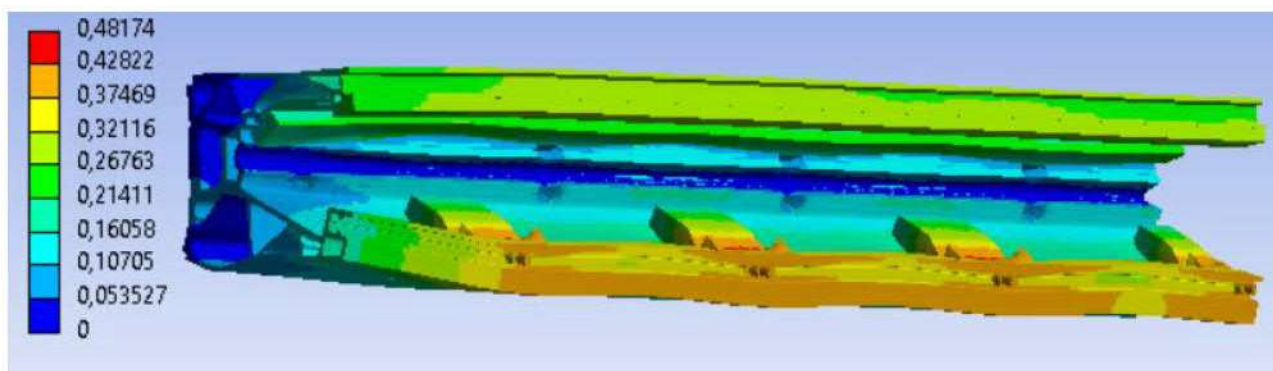


Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest **84,57 MPa**.

10.2 Odształcenie



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby jest **21,96 mm**.



Ing. Martin Lavko, ml.

Befektető: UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Pozsony – Főrév városrész

STATIKAI ÉRTÉKELÉS

AL-PR7 ÜVEG ELŐTETŐHÖZ

Felelős tervező: Ing. Kačo Belo

Kidolgozta: Ifj. Ing. Lavko Martin



Kassa, 2024 november

Kötet sz.:

Tartalom

1	Projekt leírása	3
1.1	Átvett dokumentumok.....	3
2	Felhasznált anyagok	3
3	Terhelés.....	3
3.1	Állandó terhelés	3
3.2	Hasznos terhelés	3
3.3	Hó	3
3.4	Szél	4
4	Számítások	4
4.1	Terhelések kombinációja	4
4.2	Az üvegre és a profilra ható feszültség	4
5	Statikus séma	5
6	Számszerű elemzés	5
6.1	Anyagjellemzők a számszerű modellben	5
6.2	Üveg előtető AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm	7
6.2.1	Feszültség.....	7
6.3	Deformáció.....	7
7	Végző	8
8	Szabványok és felhasznált szoftware	8

A MELLÉKLET

1 Projekt leírása

Az értékelés tárgya egy AL-PR7 lineáris tartóban rögzített üveg előtető. Az értékelés meghatározza az üveg előtető megengedett legnagyobb terhelését a hóból, szélből és hasznos teherből származó terhek kombinációjában az A, B, C1, C2, C3, C4 épületkategóriákra.

1.1 Átvett dokumentumok

- Részletraajz a korlát beépítéséről
- A korlát összeszerelésének modellje szerkeszthető formátumban
- A gyártók anyagjellemzői és anyagspecifikációi
- EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016

2 Felhasznált anyagok

Alumínium:

Lineáris tartó: AL 6063 T6

Acél:

Csavarok: M 10, 8.8

Műanyag:

Horgonyzó ék POM/PA6 műanyag

Gumi:

Az üveg szigetelése: EPDM

Üveg:

VSG/ESG termikusan edzett üveg (temperált)

3 Terhelés

3.1 Állandó terhelés

Az üveglap súlyát a számítás során állandó terhelésként kell figyelembe venni; $g = 10,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$;

$\rho_{\text{üveg}} = 2500 \text{ kg/m}^3$

3.2 Hasznos terhelés

Hasznos teher a nem hozzáférhető tetőkön, kivéve a rutinszerű karbantartást - a teher méretét a vonatkozó nemzeti mellékletnek megfelelően kell figyelembe venni.

3.3 Hó

A hóterhelés vagy a rendkívüli hóterhelés nagyságát figyelembe kell venni az EN 1991 és a vonatkozó nemzeti melléklet szerinti terhelésszámítás során.

3.4 Szél

A szélterhelés nagyságát az EN 1991 szabvány és a vonatkozó nemzeti melléklet szerinti terhelésszámítás során figyelembe kell venni, a PR7 előtető statikai értékelése során mind a pozitív, mind a negatív szélhatást (szívó- és nyomóhatás) figyelembe kell venni.

4 Számítások

4.1 Terhelések kombinációja

A tervezési terhelési érték vagy a jellemző terhelési érték eléréséhez szükséges terhelési kombinációkat az EN 1990 és az EN 1991 szabványok alapján kell meghatározni. Ugyanakkor figyelembe kell venni a jelenlegi terhelési együtthatókat. Az előtető szerkezetére ható terhek meghatározásakor figyelembe kell venni a rendkívüli tervezési helyzeteket.

$$Ed = \gamma_{sd} E \{ \gamma_G, jG_{k,j}; \gamma_P P; \gamma_{Q1} Q_{k,1}; \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1; i > 1$$

$$Ed < R_d$$

ahol E_d a terhek hatásának tervezési értéke, például egy belső erő, nyomaték vagy több belső erő vagy nyomaték vektora;

R_d a vonatkozó ellenállás tervezési értéke.

4.2 Feszültség az üvegen és a profilon

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right) + 3 \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \right)^2 \leq C$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1, \quad \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad \text{and} \quad \frac{\sqrt{3} \tau_{Ed}}{f_o / \gamma_{M1}} \leq 1$$

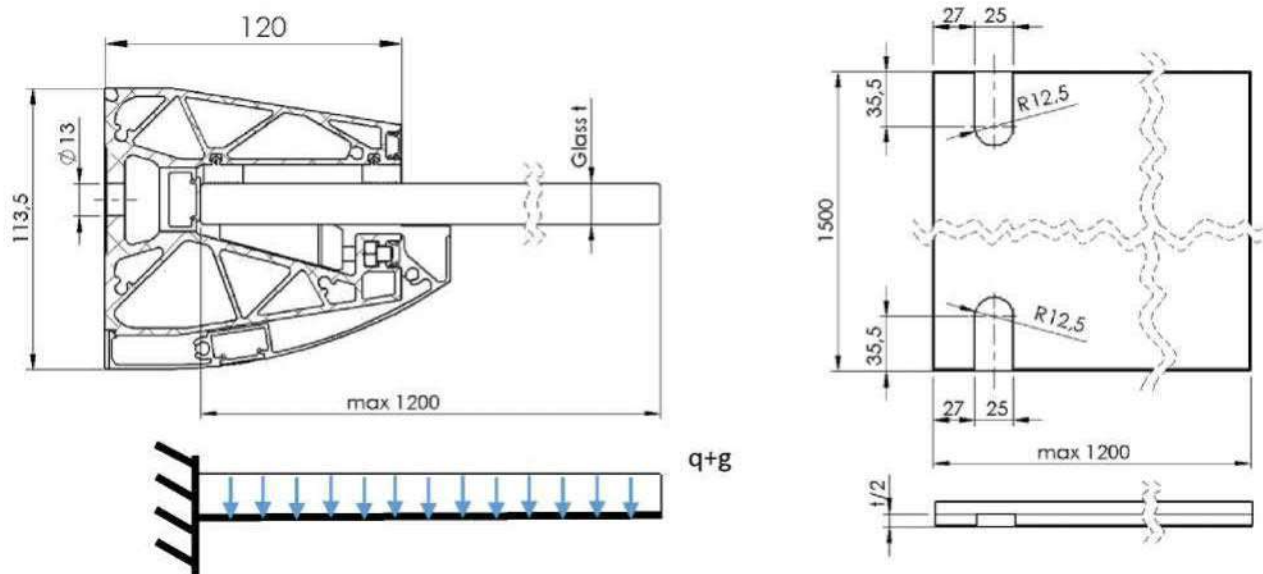
$\sigma_{z,Ed}$ - a normálfeszültség tervezési értéke a z tengely irányában a rendeltetési helyen.

$\sigma_{x,Ed}$ - a normálfeszültség tervezési értéke a feszültség „x” tengelyének irányában a rendeltetési ponton.

τ_{Ed} - a nyírófeszültség tervezési értéke a célállomáson

C - állandó, $c \geq 1,0$

5 Statikus séma



6 Számszerű elemzés

A vizsgált AL-PR7 üveg előtetőt olyan nagyságú területi terhelésnek tették ki, amely megfelel a megadott méretekkel rendelkező üvegtető maximális teherbírásának vagy megengedett legnagyobb alakváltozásának. A modell egyszerűsítését alkalmazták, nevezetesen a kiegyenesítő csavarok menetének egyszerűsítését és merev kötéssel való helyettesítését. A horgonycsavarok nem képezték a modell részét, és merev tartóval helyettesítették őket. A numerikus modellben megmaradtak a védőkorlát-szerelvény egyéb fizikai és mechanikai paramétereit. Az alkalmazott terhelések rövid távúak voltak, a hőmérséklet és az uv - sugárzás PVB-fóliára gyakorolt hatását elhanyagolták. Az egyenirányító csavarokat nem feszítették elő.

6.1 Anyagjellemzők a számszerű modellben

ÜVEG

1	Property	Value	Unit
2	Density	2530	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	7,07E-08	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	70000	MPa
8	Poisson's Ratio	0,24	
9	Bulk Modulus	4,4872E+10	Pa
10	Shear Modulus	2,8226E+10	Pa
11	Tensile Yield Strength	120	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	120	MPa

Maximális megengedhető feszültség az üvegen: $f_{g,k} = 120 \text{ MPa}$; $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa}$

Alumínium

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	8000	kg m ⁻³
4	Isotropic Elasticity		
5	Derive from	Young's Modulus and ...	
6	Young's Modulus	1,93E+05	MPa
7	Poisson's Ratio	0,29	
8	Bulk Modulus	1,5317E+11	Pa
9	Shear Modulus	7,4806E+10	Pa
10	Bilinear Isotropic Hardening		
11	Yield Strength	205	MPa
12	Tangent Modulus	1800	MPa
13	Tensile Ultimate Strength	505	MPa

Maximális megengedhető feszültség a profilon: $f_0 = 205 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205/1,0 = 205 \text{ MPa}$

Csavarok

1	Property	Value	Unit
2	Material Field Variables	Table	
3	Density	7850	kg m ⁻³
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
7	Derive from	Young's Modulus and Po...	
8	Young's Modulus	2,1E+05	MPa
9	Poisson's Ratio	0,3	
10	Bulk Modulus	1,75E+11	Pa
11	Shear Modulus	8,0769E+10	Pa
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	640	MPa
25	Compressive Yield Strength	640	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	800	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	800	MPa

Műanyag alátétek

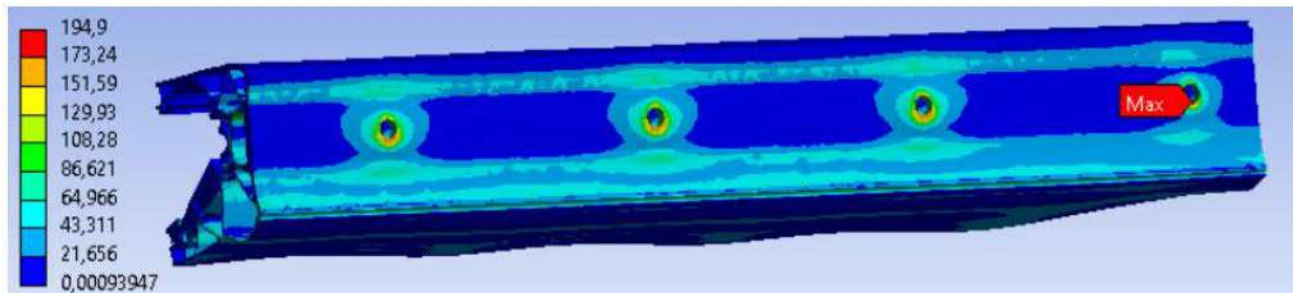
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	Tensile Yield Strength	45	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	49	MPa

6.2 Üveg előtető AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm

6.2.1 Feszültség

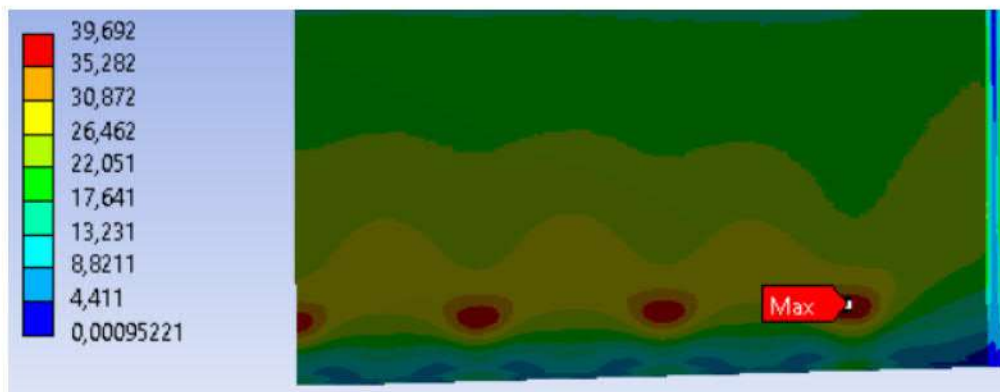
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



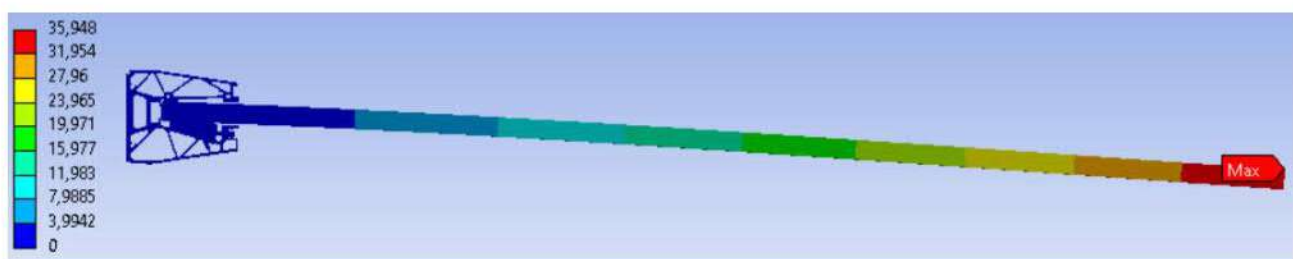
Maximális feszültség a profilokon 194,90 MPa.

Üveg

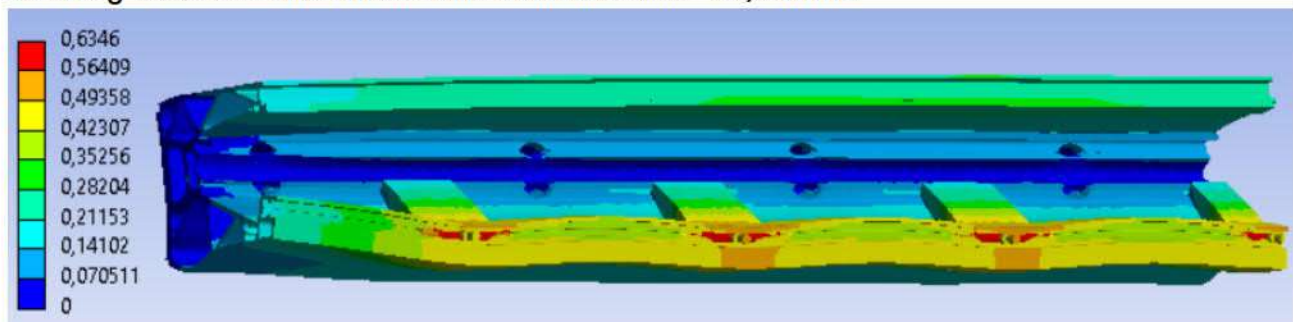


Az üveg maximális szakítófeszültsége 39,69 MPa.

6.3 Deformáció



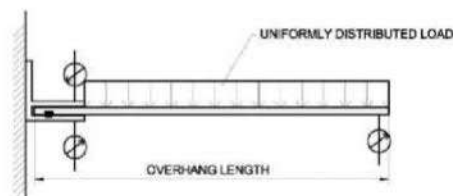
Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 35,95 mm.



A feszültség-deformáció részletes lefolyása – lásd A melléklet.

7 Végző

A határértékek interpolálhatók



Üveg vastagság [mm]		600 mm	900 mm	1200 mm
12,76-13,52	Max. megengedett tervezési terhelés [kN/m ²]	10,60	4,45	2,30
	Határhajlás a legnagyobb megengedett jellemző terhelésnél [mm]	N/A*	2,55	0,60
16,76-17,52	Max. megengedett tervezési terhelés [kN/m ²]	13,10	5,40	2,90
	Határhajlás a legnagyobb megengedett jellemző terhelésnél [mm]	N/A*	5,10	1,35
20,76-21,52	Max. megengedett tervezési terhelés [kN/m ²]	13,00	5,30	2,80
	Határhajlás a legnagyobb megengedett jellemző terhelésnél [mm]	N/A*	N/A*	1,95

- N/A* - a határhajlás nem éri el a teherbírási határértéknél fellépő terhelést
- A korlát üvegének elhajlásának korlátozása $W_{lim} = \min. (L/10; 25 \text{ mm})$
- Az üveg megengedett legnagyobb feszültsége $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa}$
- Az alumíniumprofil megengedett legnagyobb feszültsége $f_{al,d} = 205 \text{ MPa}$
- A maximálisan megengedett tervezési terhelés és a jellemző terhelési értékek nem tartalmazzák a profil és az üvegtábla holtterhelését

A SZÁMSZERŰ SZÁMÍTÁST AZ EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016 - 2.2.3 MECHANIKAI ELLENÁLLÁS ÉS STABILITÁS HÓ- ÉS SZÉLTERHELÉS ALATT AZ EN 1991 SZABVÁNY SZERINT VÉGEZTÉK. PROFIL AL/PR7 EN-AW 6063-T6 SZÁMSZERŰ SZÁMÍTÁSOKKAL ELLENŐRIZVE, A MELLÉKELT TERHELHETŐSÉGI TÁBLÁZAT SZERINT ELEGENDŐ TERHELHETŐSÉGET MUTAT A TERÜLETI TERHELÉS ALATT. A PROFIL FORGALOMBA HOZATALA ELŐTT EL KELL VÉGEZNI AZ EMLÍTETT PROFIL KÍSÉRLETI ELEMZÉSÉT. A BEMUTATOTT EREDMÉNYEK TÁJÉKOZTATÓ JELLEGŰEK. A HORGONYOKAT NEM ÉRTÉKELTÉK, A HORGONY KIVÁLASZTÁSÁT ÉS HASZNÁLATÁT A HORGONY GYÁRTÓJÁNAK KELL JÓVÁHAGYANIA.

8 Szabványok és felhasznált szoftver

- [1] STN EN 1990 - A szerkezeti tervezés alapelvei
- [2] STN EN 1991 - Szerkezetekre ható terhek
- [3] STN EN 1993 - Acélszerkezetek tervezése
- [4] STN EN 1999 - Alumíniumszerkezetek tervezése
- [5] EN 12600 - Glass in building
- [6] EN 12150 - Glass in building
- [7] Guidance for European Structural Design of Glass Components, 2014
- [8] EAD 220025-00-0401 v2 - Cantilevered horizontal structural glazing, April 2016



Ifj. Ing. Lavko Martin

**Befektető: UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
821 04 Pozsony – Főrév városrész**

“A” MELLÉKLET

AL-PR7 ÜVEG ELŐTETŐ

Kassa, 2024 november

Kötet sz.:

Tartalom

1	Projekt leírása	4
2	Üveg előtető AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm	4
2.1	Feszültség	4
2.2	Deformáció	4
2.2.1	Jellemző terhelés, min. határérték(25 mm, h/10)	5
3	Üveg előtető AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 900 mm	5
3.1	Feszültség	5
3.2	Deformáció	6
4	Üveg előtető AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 600 mm	6
4.1	Feszültség	6
4.2	Deformáció	7
5	Üveg előtető AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 1200 mm	7
5.1	Feszültség	7
5.2	Deformáció	8
5.2.1	Jellemző terhelés, min. határérték (25 mm, h/10)	9
6	Üveg előtető AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 900 mm	9
6.1	Feszültség	9
6.2	Deformáció	10
6.2.1	Jellemző terhelés, min. határérték (25 mm, h/10)	10
7	Üveg előtető AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 600 mm	11
7.1	Feszültség	11
7.2	Deformáció	11
8	Üveg előtető AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 1200 mm	12
8.1	Feszültség	12
8.2	Deformáció	12

8.2.1	Jellemző terhelés, min. határérték (25 mm, h/10)	13
9	Üveg előtető AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 900 mm	13
9.1	Feszültség	13
9.2	Deformáció	14
9.2.1	Jellemző terhelés, min. határérték (25 mm, h/10).....	14
10	Üveg előtető AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 600 mm	15
10.1	Feszültség	15
10.2	Deformáció.....	15

1 Projekt leírása

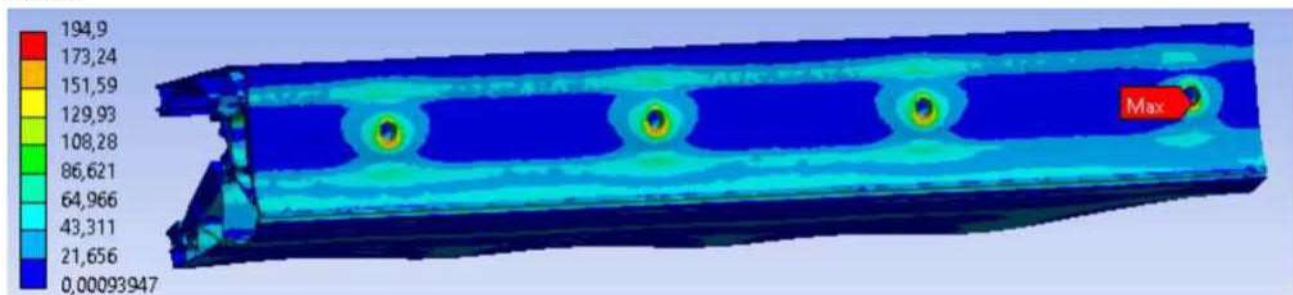
Az értékelés tárgya az AL-PR7 vonaltartóban lehorgonyzott üveg előtető. Az értékelés az A, B, C1, C2, C3, C4 épületkategóriákhoz tartozó hó-, szél- és hasznos terhelés kombinációjában az előtető megengedett legnagyobb terhelését adja meg.

2 Üveg előtető AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 1200 mm

2.1 Feszültség

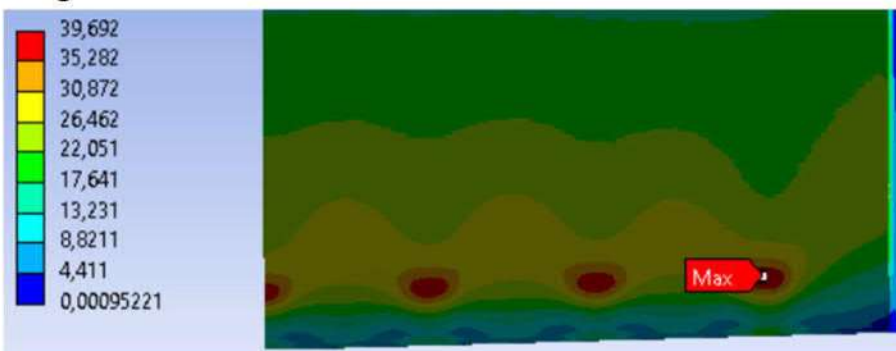
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



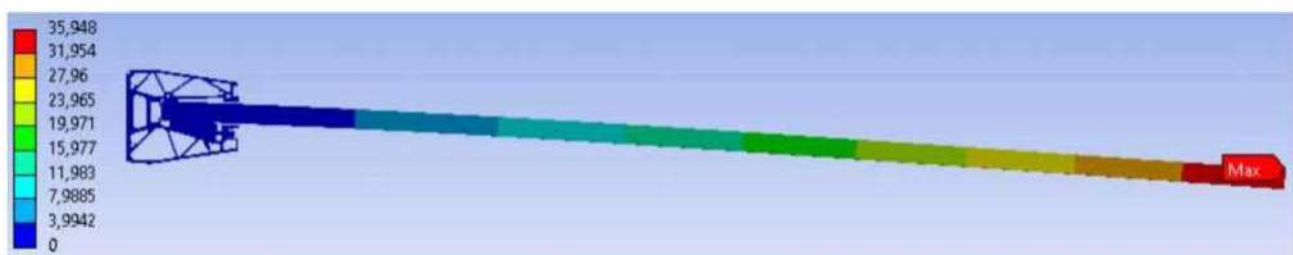
Maximális feszültség a profilokon **194,90 MPa**.

Üveg

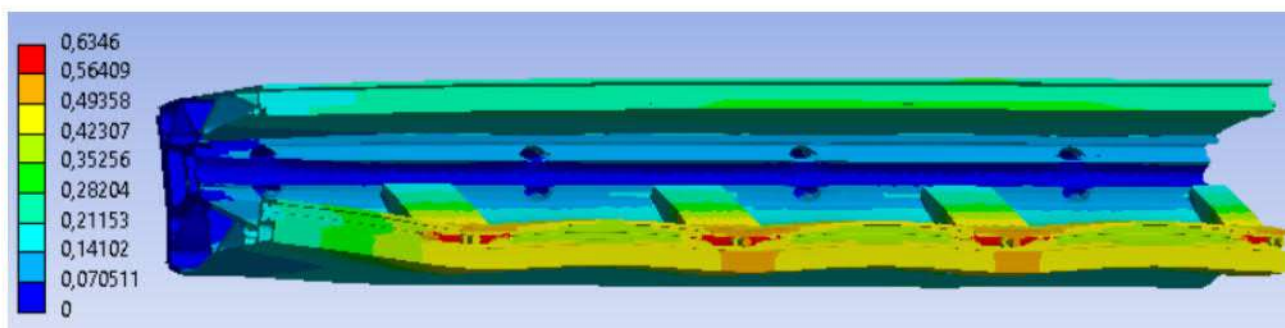


Az üveg maximális szakítófeszültsége **39,69 MPa**.

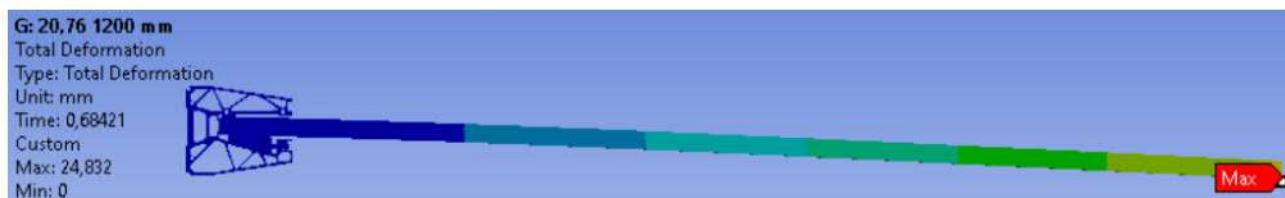
2.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása **35,95 mm**.



2.2.1 Jellemző terhelés, min határérték (25 mm, h/10)



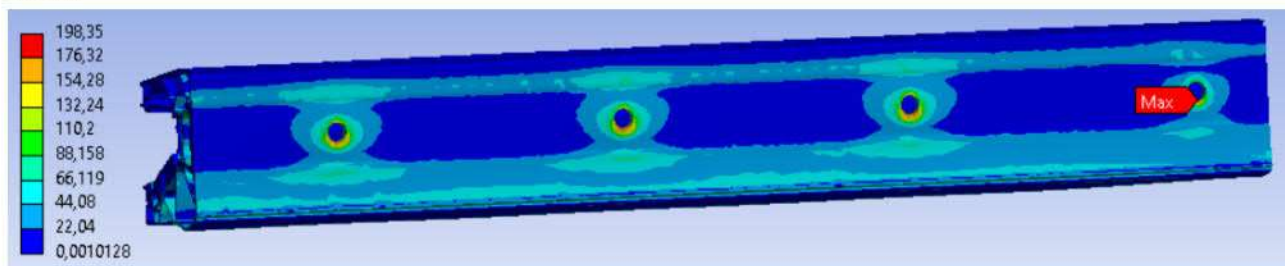
Terhelés alatt elért határlehlás $1,95 \text{ kN/m}^2$

3 Üveg előtető AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 900 mm

3.1 Feszültség

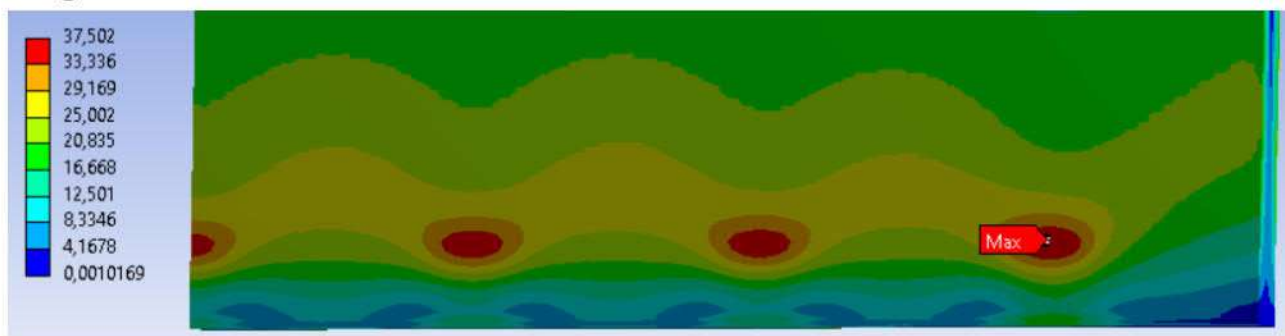
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



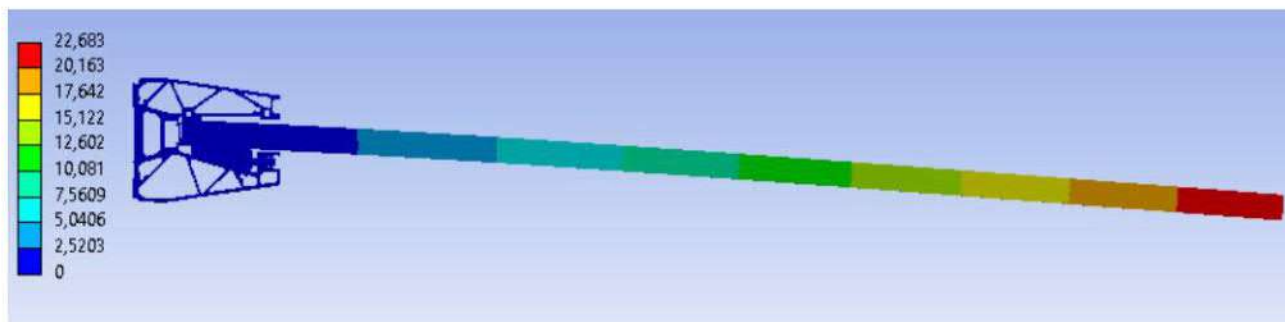
Maximális feszültség a profilokon $198,35 \text{ MPa}$.

Üveg

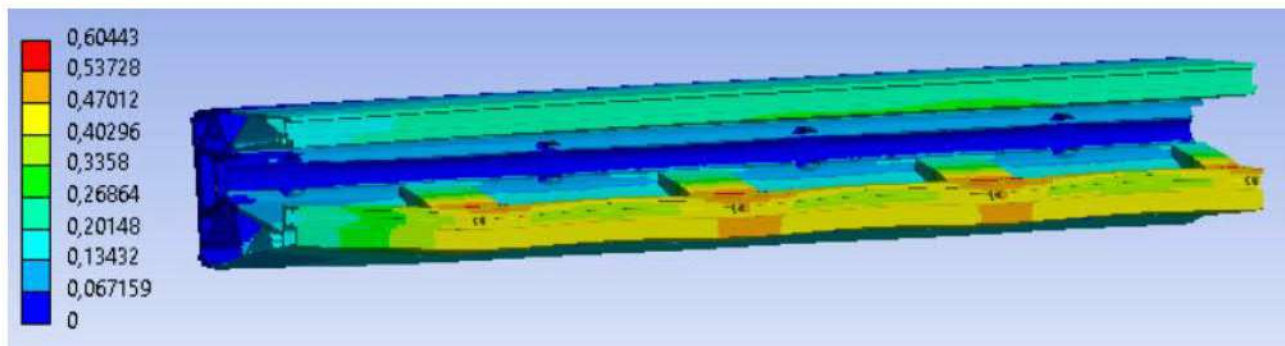


Az üveg maximális szakítófeszültsége $37,50 \text{ MPa}$.

3.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 22,68 mm.

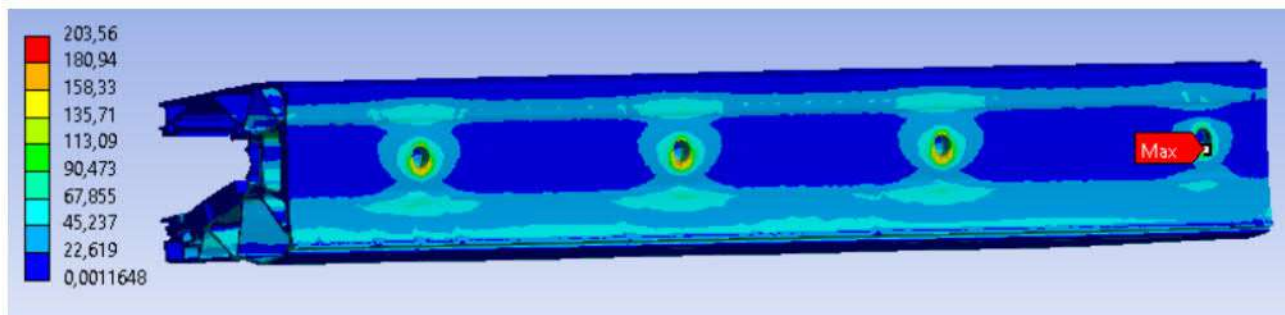


4 Üveg előtető AL-PR7; 20,76 - 21,52 mm; 600 mm

4.1 Feszültség

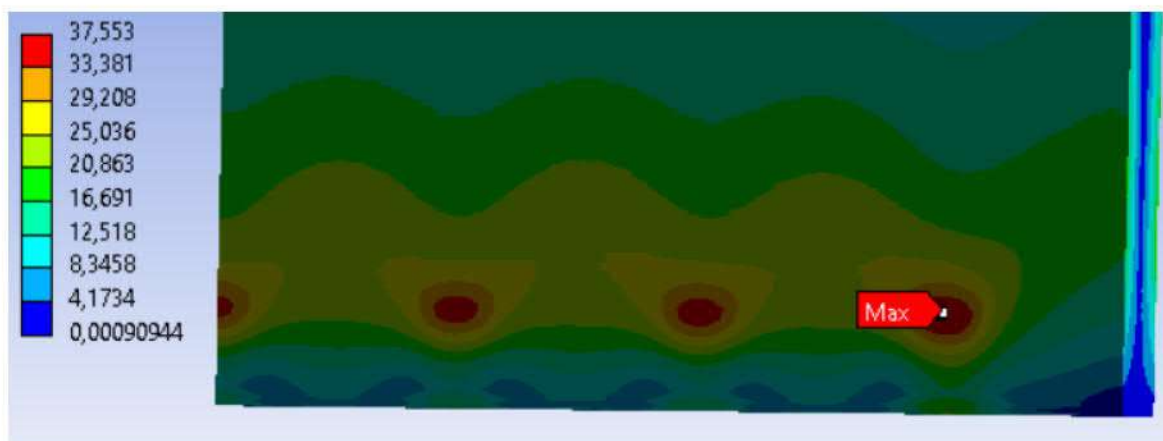
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



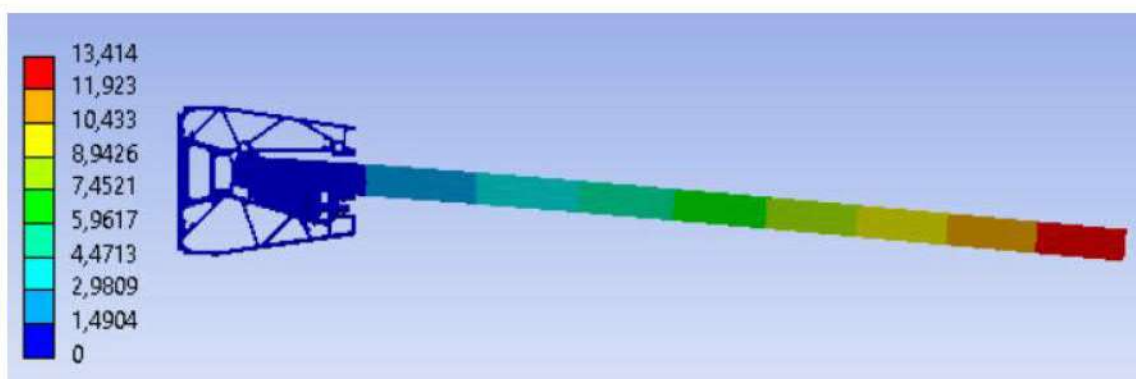
Maximális feszültség a profilokon 203,56 MPa.

Üveg

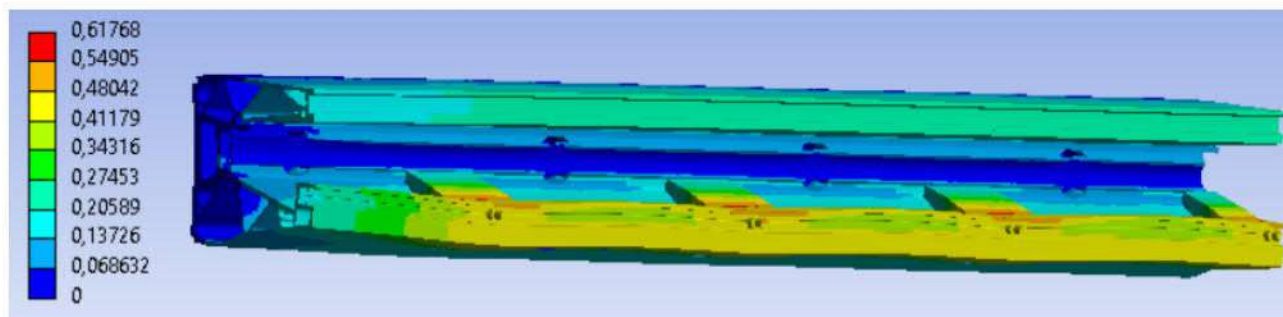


Az üveg maximális szakítófeszültsége 37,55 MPa.

4.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 13,41 mm.

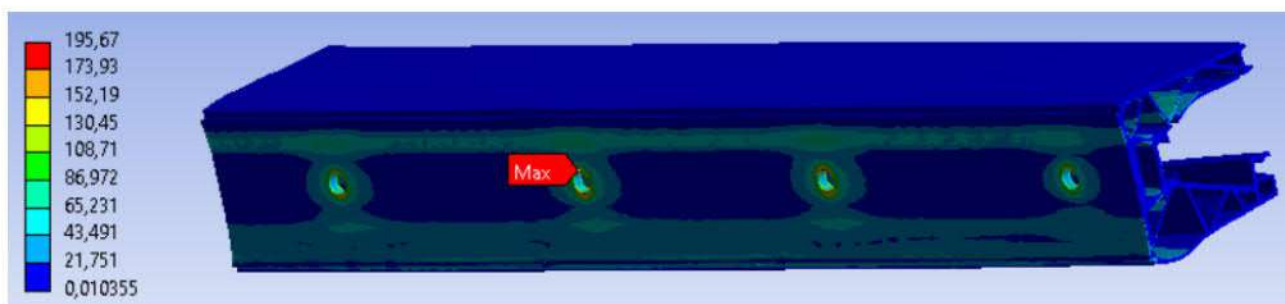


5 Üveg előtető AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 1200mm

5.1 Feszültség

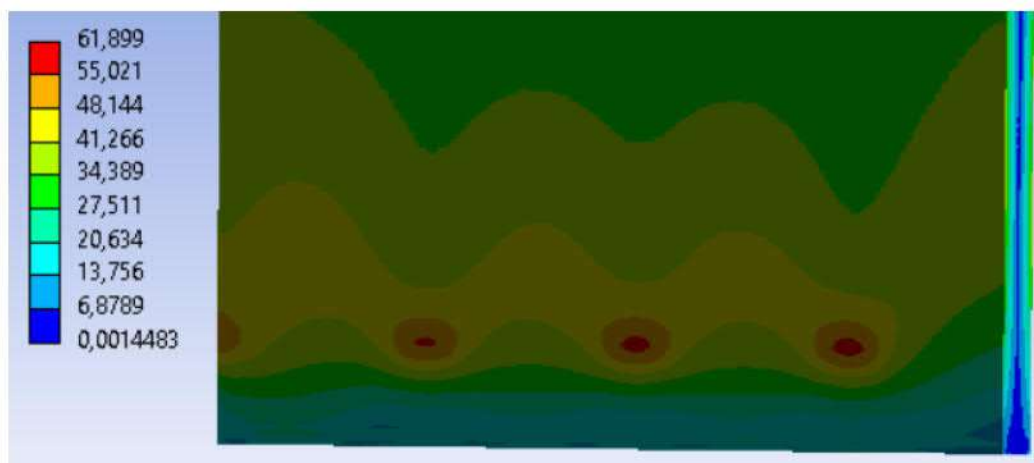
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



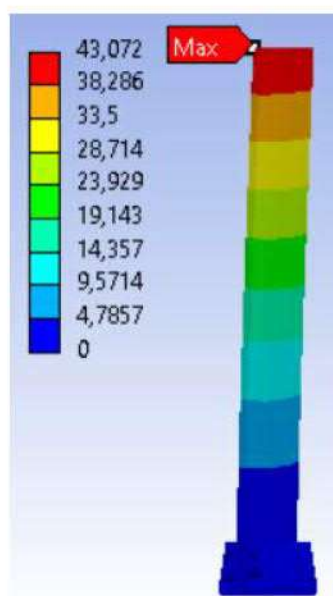
Maximális feszültség a profilokon 195,67 MPa.

Üveg

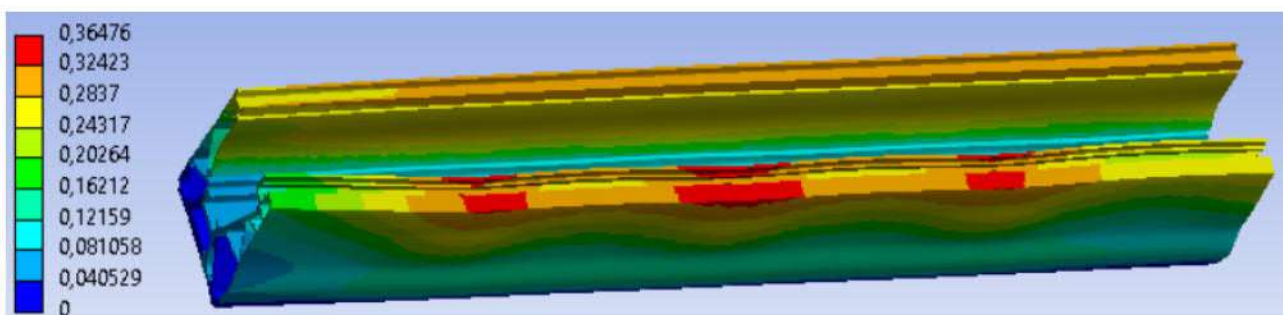


Az üveg maximális szakítófeszültsége 61,89 MPa.

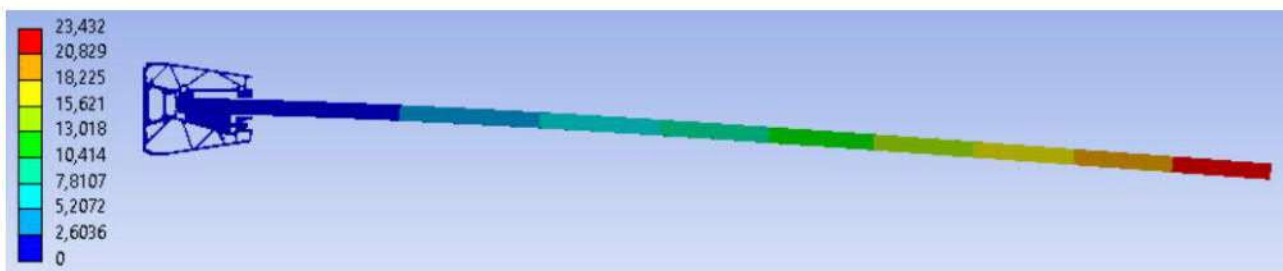
5.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 43,07 mm.



5.2.1 Jellemző terhelés, min határérték (25 mm, h/10)



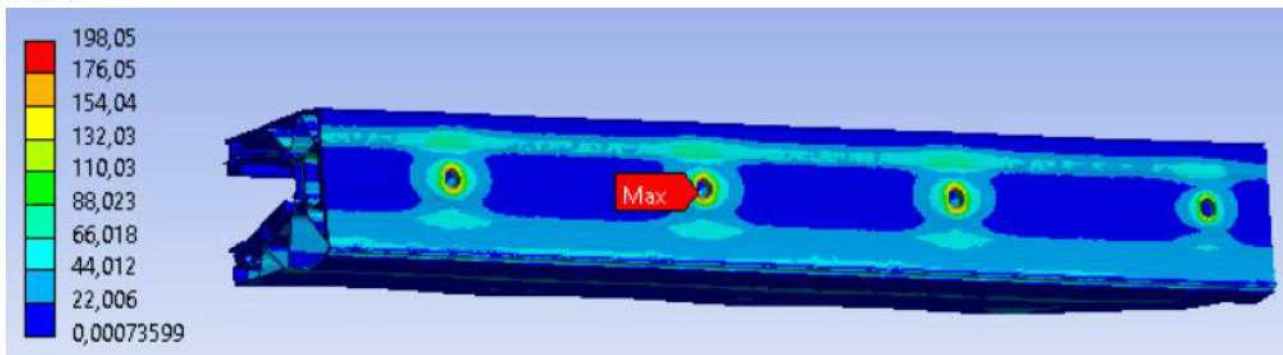
Terhelés alatt elért határlehajlás 1,35 kN/m²

6 Üveg előtető AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 900 mm

6.1 Feszültség

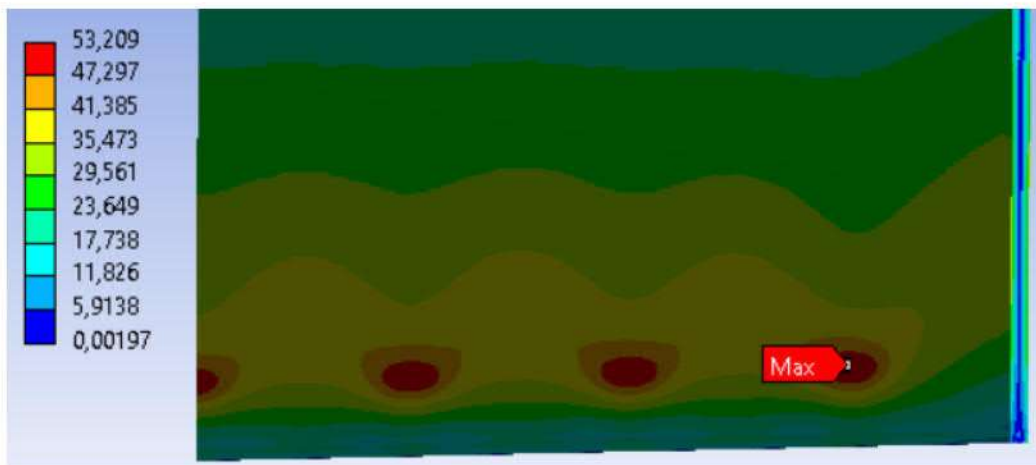
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



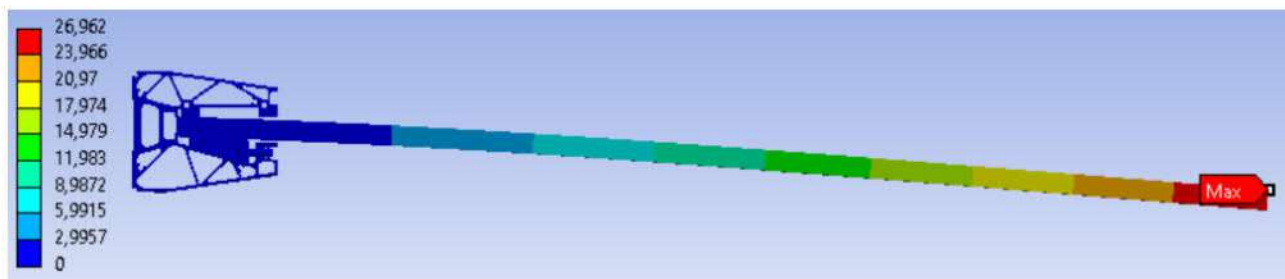
Maximális feszültség a profilokon 198,05 MPa.

Üveg

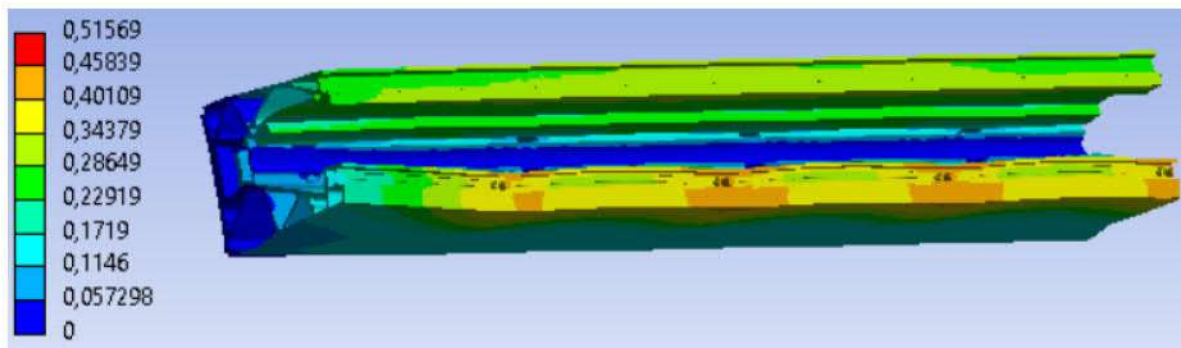


Az üveg maximális szakítófeszültsége 53,21 MPa.

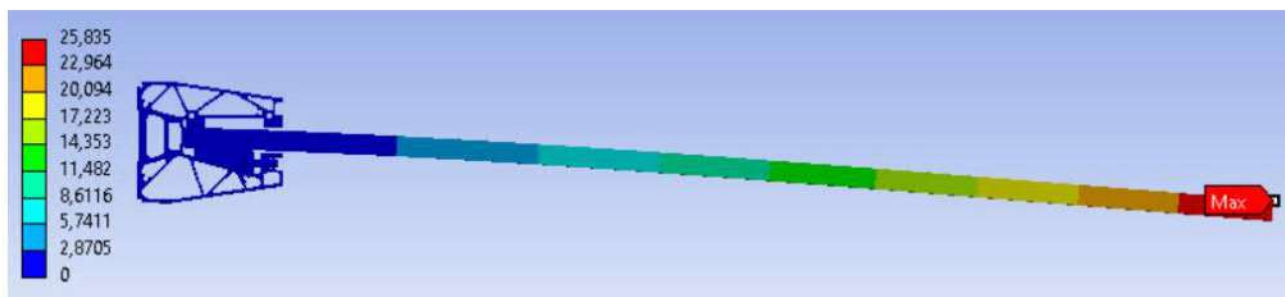
6.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 26,96 mm.



6.2.1 Jellemző terhelés, min határérték (25 mm, h/10)



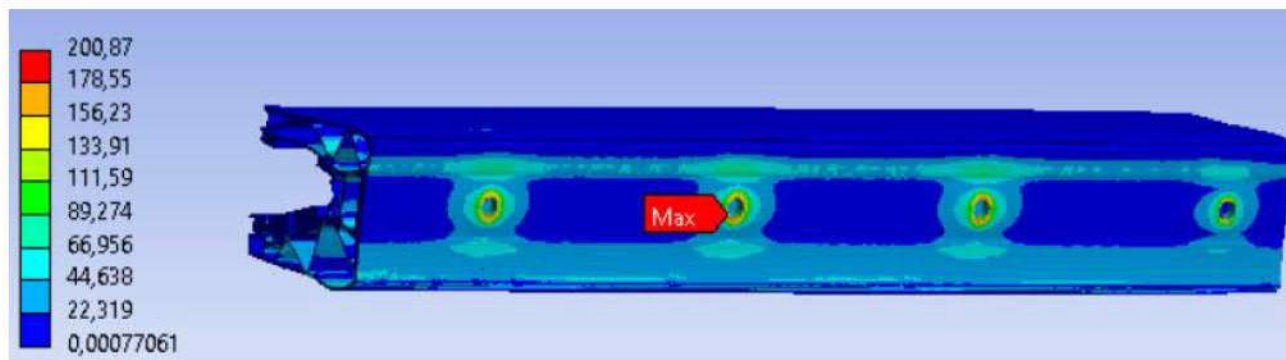
Terhelés alatt elért határlehlás 5,10 kN/m²

7 Üveg előtető AL-PR7; 16,76 - 17,52 mm; 600 mm

7.1 Feszültség

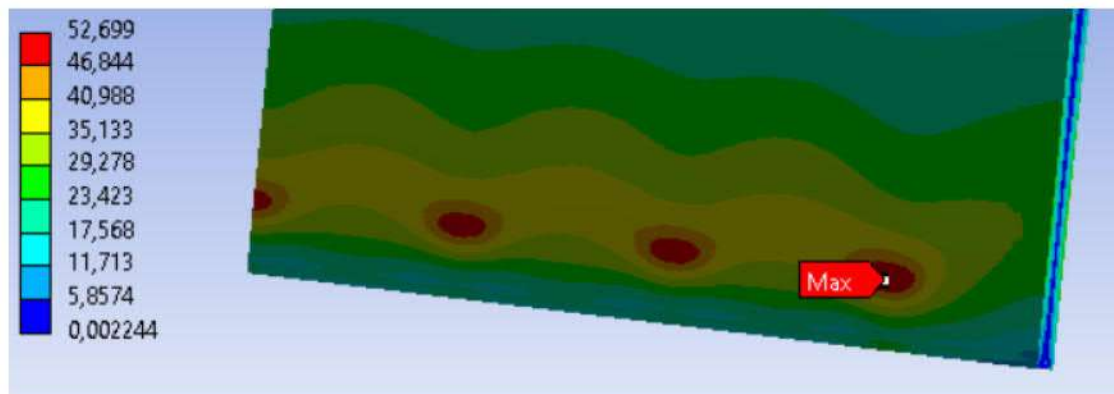
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



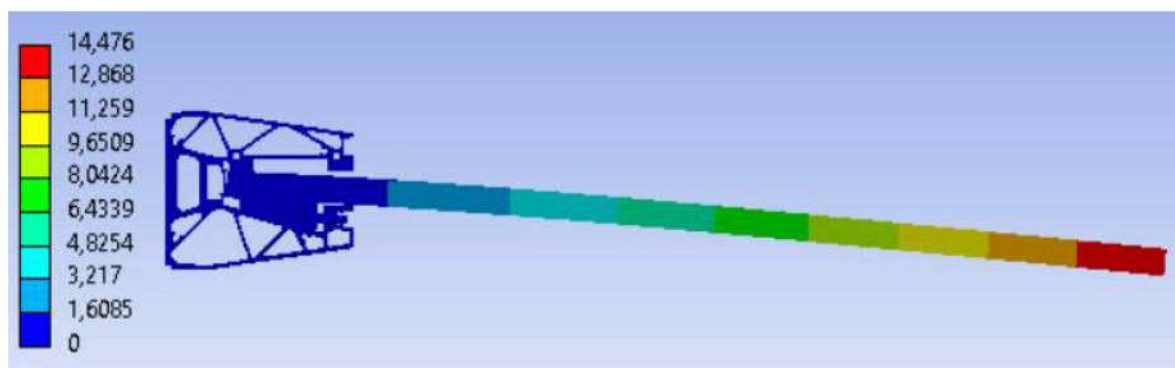
Maximális feszültség a profilokon 200,87 MPa.

Üveg

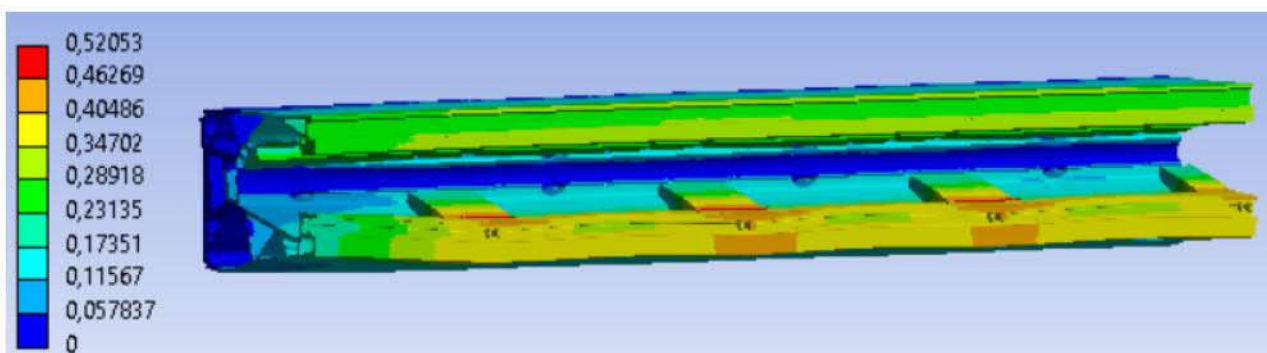


Az üveg maximális szakítófeszültsége 52,70 MPa.

7.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 14,48 mm.

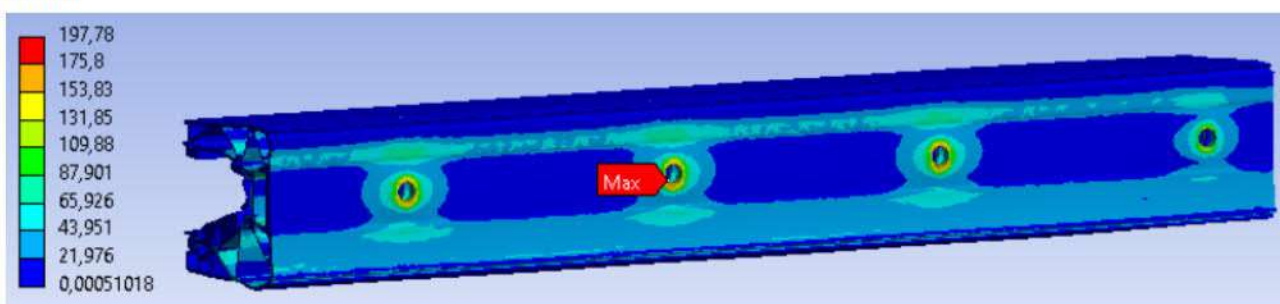


8 Üveg előtető AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 1200 mm

8.1 Feszültség

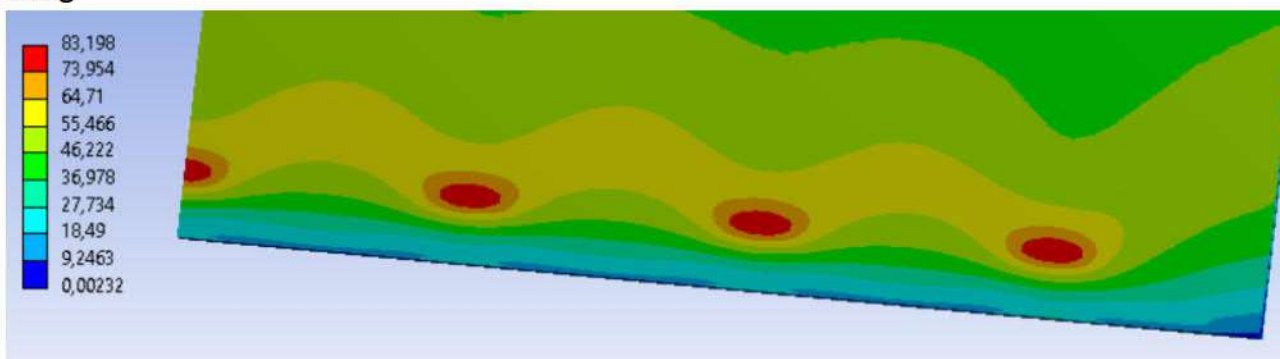
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



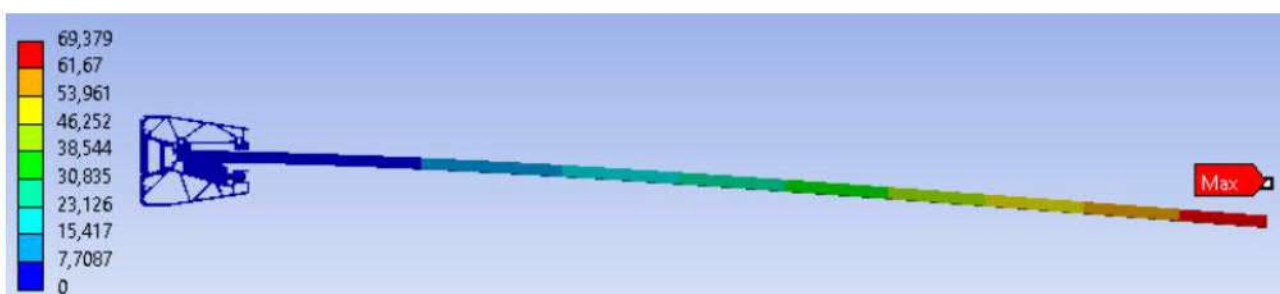
Maximális feszültség a profilokon 197,78 MPa.

Üveg

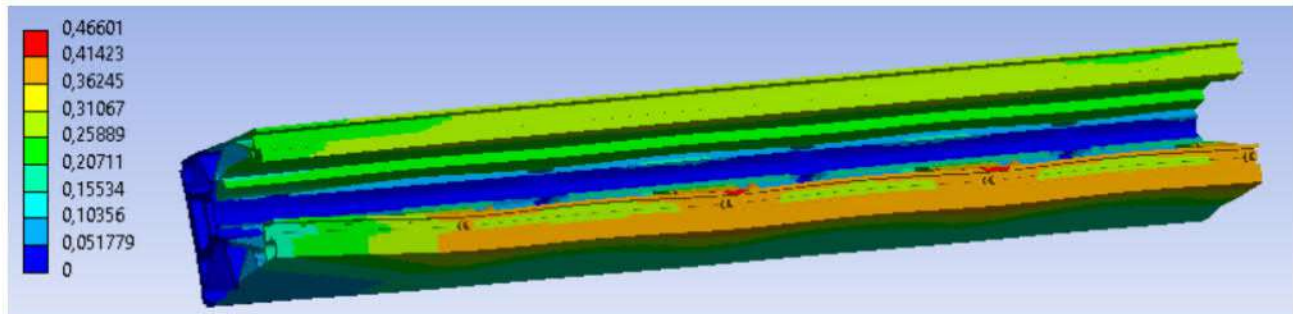


Az üveg maximális szakítófeszültsége 83,20 MPa.

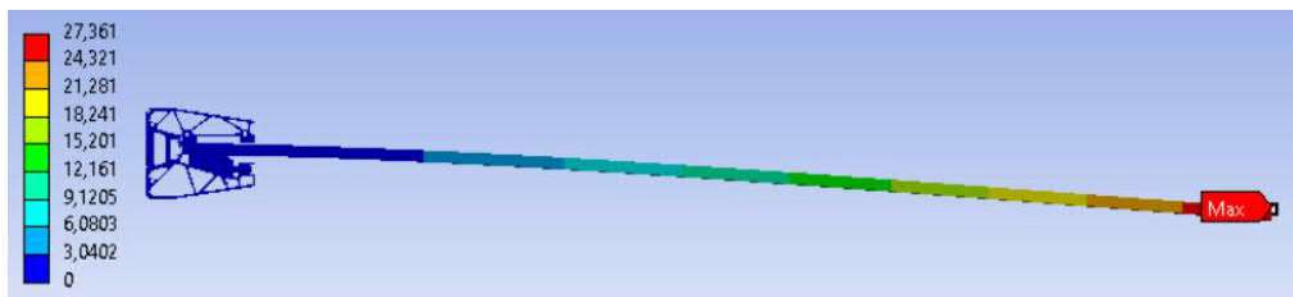
8.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 69,38 mm.



8.2.1 Jellemző terhelés, min határérték (25 mm, h/10)



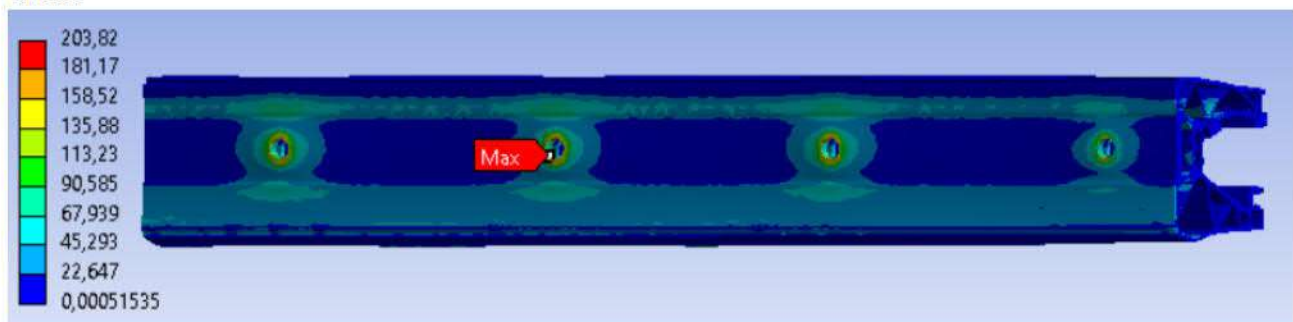
Terhelés alatt elért határlehajlás 0,60 kN/m²

9 Üveg előtető AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 900 mm

9.1 Feszültség

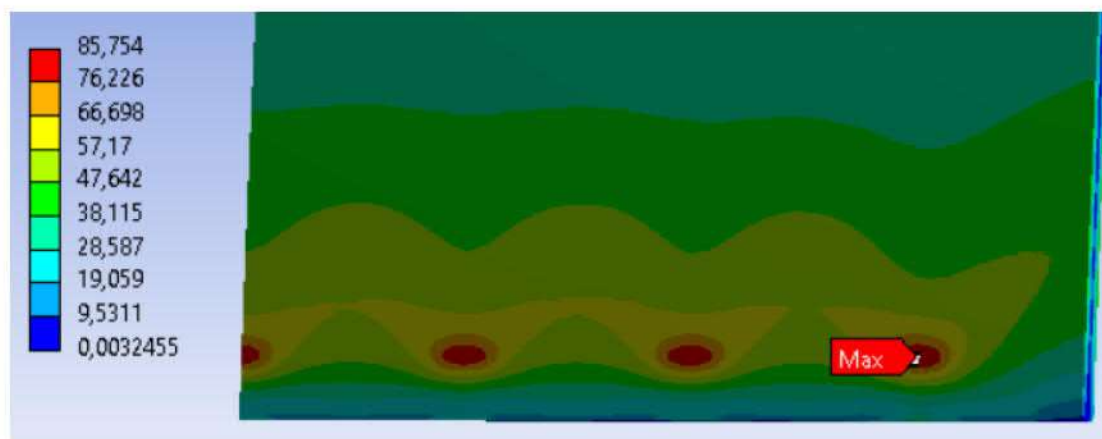
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



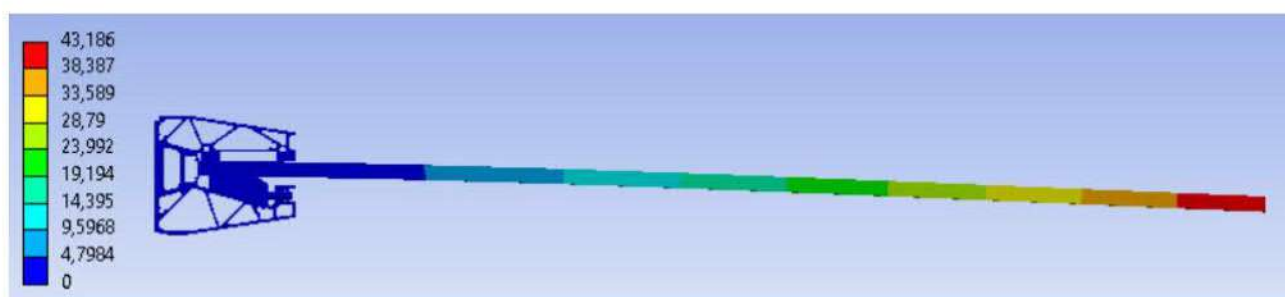
Maximális feszültség a profilokon 203,82 MPa

Üveg

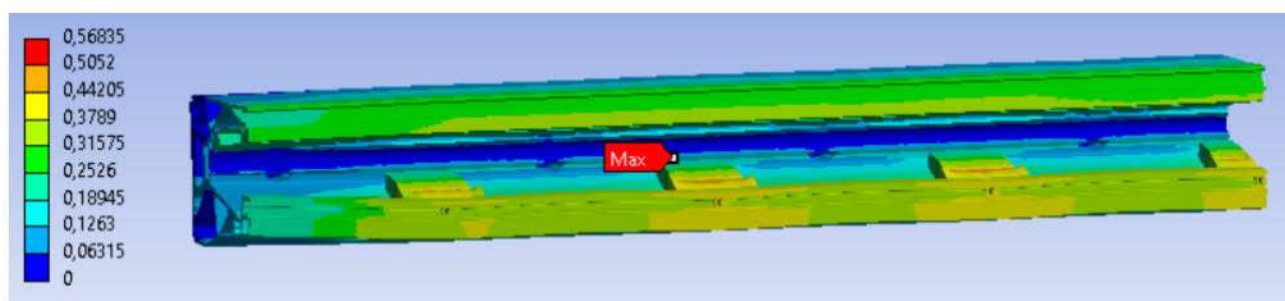


Az üveg maximális szakítófeszültsége 84,75 MPa.

9.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 43,19 mm.



9.2.1 Jellemző terhelés, min határérték (25 mm, h/10)



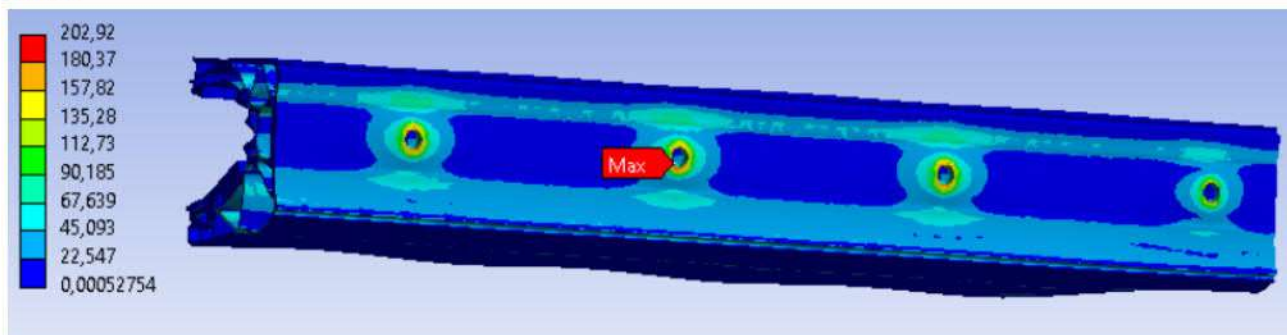
Terhelés alatt elért határlehlás 2,55 kN/m²

10 Üveg előtető AL-PR7; 12,76 - 13,52 mm; 600 mm

10.1 Feszültség

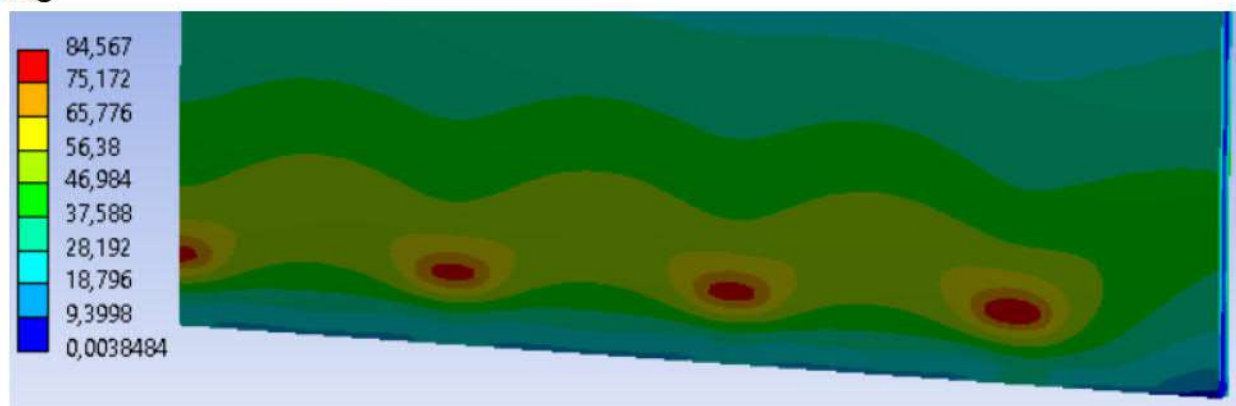
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Profil



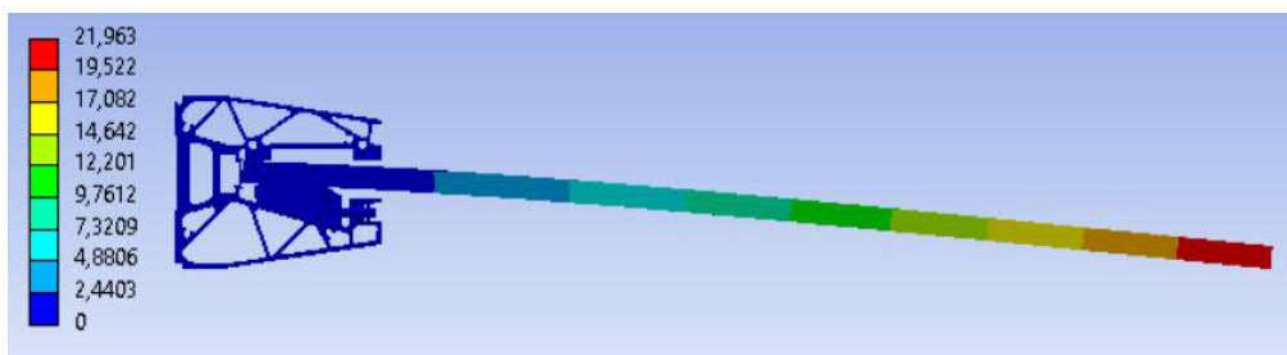
Maximális feszültség a profilokon 202,92 MPa.

Üveg

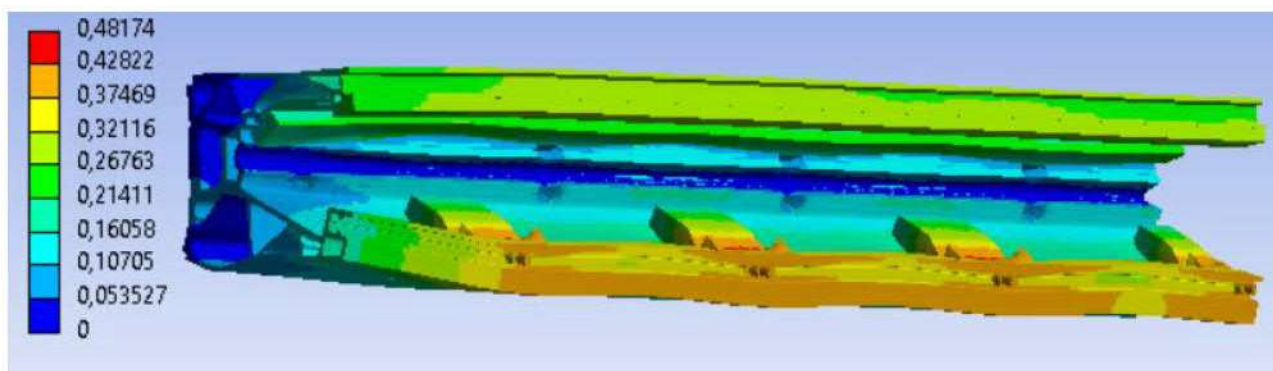


Az üveg maximális szakítófeszültsége 84,57 MPa.

10.2 Deformáció



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása 21,96 mm.



Ing. Martin Lavko, ml.