



SELECT LANGUAGE



ENGLISH

2



SLOVENSKY

12



ČESKY



DEUTSCH

22



POLSKI

32



MAGYAR

42



ITALIAN



FRANÇAIS

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

STRUCTURAL ANALYSIS

**POINT FIXED GLASS RAILING –SPIGOT A6500 a SPIGOT
A6501**

Responsible engineer: Ing. Belo Kačo

Analysis done by : Ing. Martin Lavko, ml.



Košice, april 2024

Print number:

Content

1	Project description	3
1.1	Received materials and documents	3
2	Used materials	3
3	Loads	3
3.1	Permanent load	3
3.2	Variable load.....	3
4	Structural scheme	4
5	Numerical analysis	5
5.1	Material properties used in the numerical model	5
5.2	Glass railing 2x SPIGOT	6
5.2.1	Stress.....	6
5.2.2	Deformation.....	7
5.3	Glass railing 3x SPIGOT	7
5.3.1	Stress.....	7
5.3.2	Deformation.....	8
6	Conclusion.....	9
6.1	Glass railing 2x SPIGOT	9
6.2	Glass railing 3x SPIGOT	9
7	Used standards and software	10

1 Project description

The subject of the assessment is a glass railing anchored via the so-called "Spigot" point fixing. In the assessment, the use of railings is assumed in buildings of categories A, B, C1, C2, C3, C4.

1.1 Received materials and documents

- Detail drawing of railing
- Numerical model of glass railing in editable format
- Material properties stated by manufacturers

2 Used materials

Stainless steel:

Point fixings:

AISI 304 (1.4301) and AISI316 (1.4401)

Screws:

4ks $\varnothing 10$ 8.8

Glass:

2x8 mm + 1,52 mm PVB fólia

Tepelne tvrdené sklo

3 Loads

3.1 Permanent load

Height of railing 1,255 m above floor. Self weight of glass pane 2x8 mm + PVB 1,52 mm, height of glass pane 1,200 m.

$g_k = 0,48 \text{ kN/m'}$

3.2 Variable load

Horizontal for categories A, B, C1

$q_k = 0,5 \text{ kN/m'}$

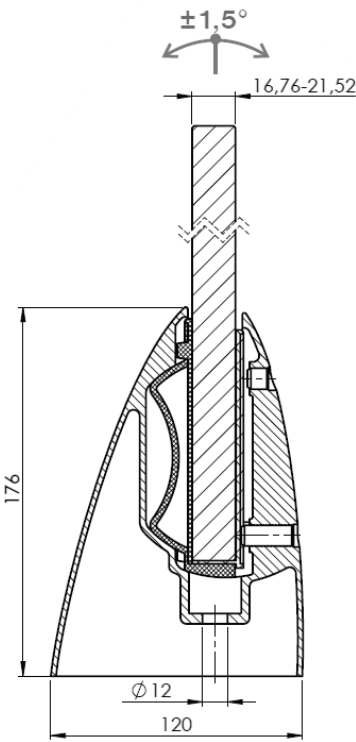
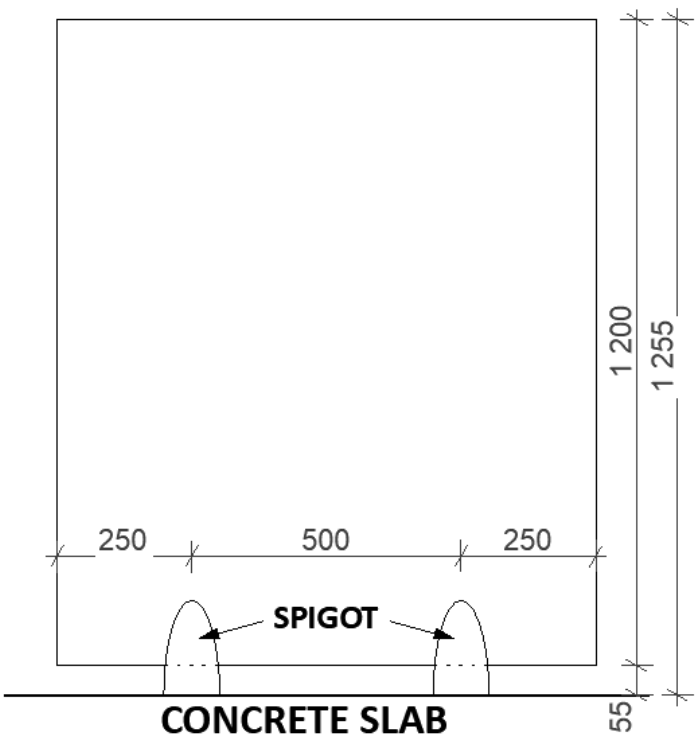
Horizontal for categories C2, C3, C4

$q_k = 1,0 \text{ kN}$

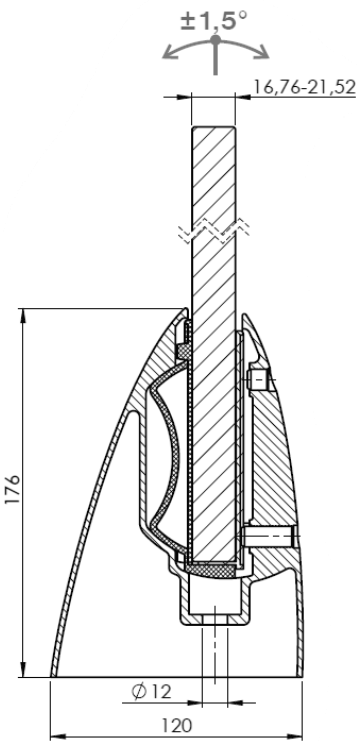
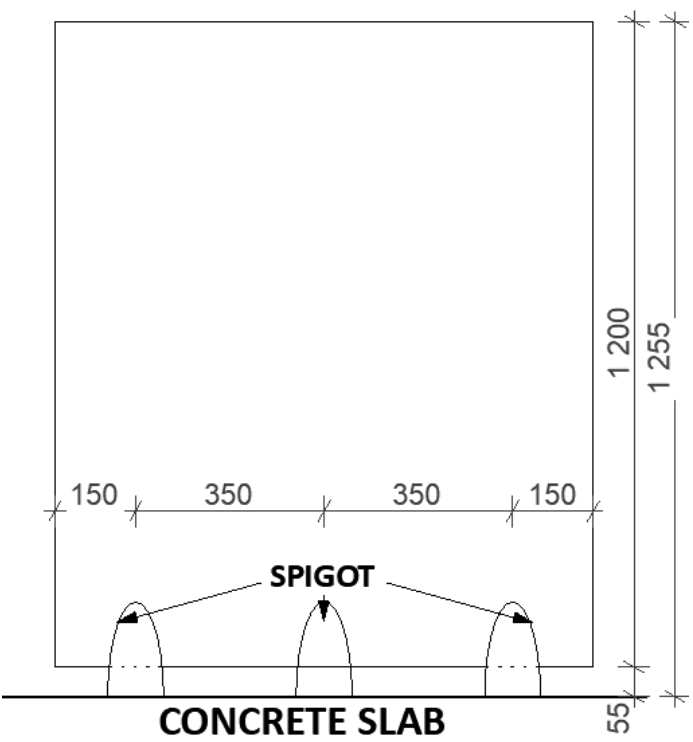
*loads acting on the upper edge of glass pane

4 Structural scheme

Loaded configuration 2x SPIGOT



Loaded configuration 3x SPIGOT



5 Numerical analysis

The assessed railings of the A/6500-000 and A14/6501-000 sets were loaded with a horizontal load on the upper edge of the glass pane of 1.00 kN/m'. A simplification of the model was used, 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. Other physical and mechanical parameters of the railing assembly were numerically preserved. The applied load was short-term, the effect of temperature and UV radiation on the PVB film was neglected. Rectification screws were not pre-tensioned.

5.1 Material properties used 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

Load bearing capacity of glass: $f_{g,k} = 120$ MPa; $f_{g,d} = 84,75$ MPa

STAINLESS STEEL

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

Load bearing capacity of the SPIGOT: $f_0 = 205$ MPa; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205/1,0 = 205$ MPa

PLASTIC WASHERS

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

5.2 Glass railing 2x SPIGOT

5.2.1 Stress

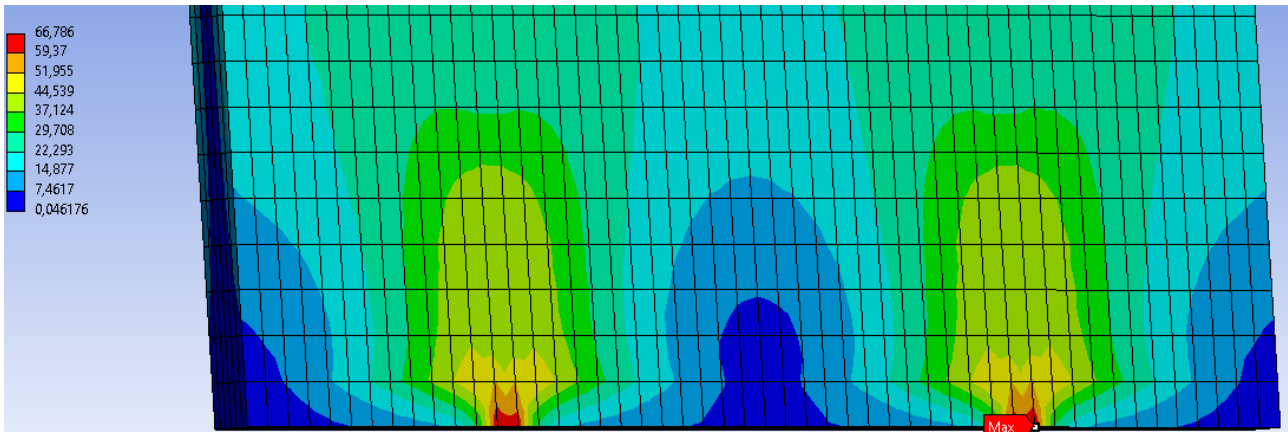
Ekvivalent (von-Mises) stress [MPa]

Spigot



Maximum stress recorded on the spigot **208,59 MPa**. Maximum stress recorded on the stainless steel washer is **227,91 MPa**.

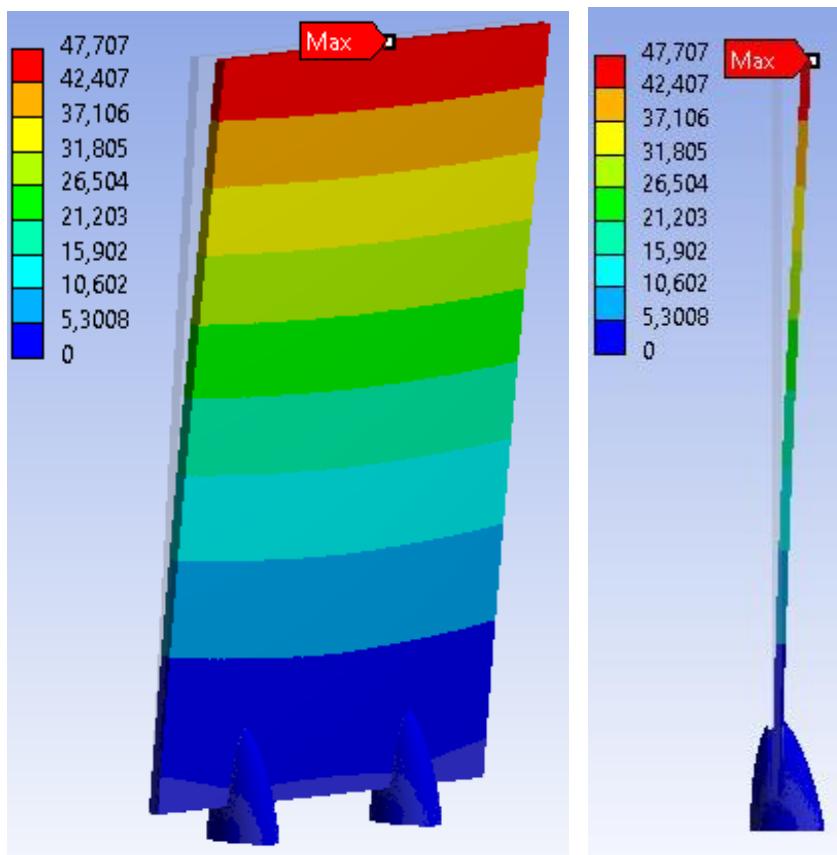
Glass



Maximum tensile stress recorded on the glass pane is **66,79 MPa**.

5.2.2 Deformation

Total deformation [mm] at maximum characteristic load of 1,00 kN/m acting at the upper edge of the glass pane.



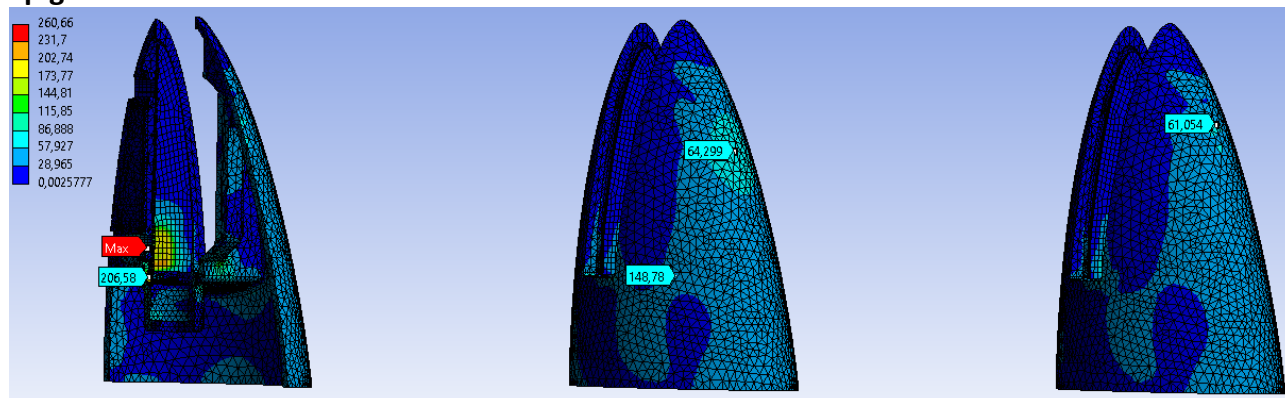
Maximum deflection of the upper edge of the glass pane is **47,71 mm**.

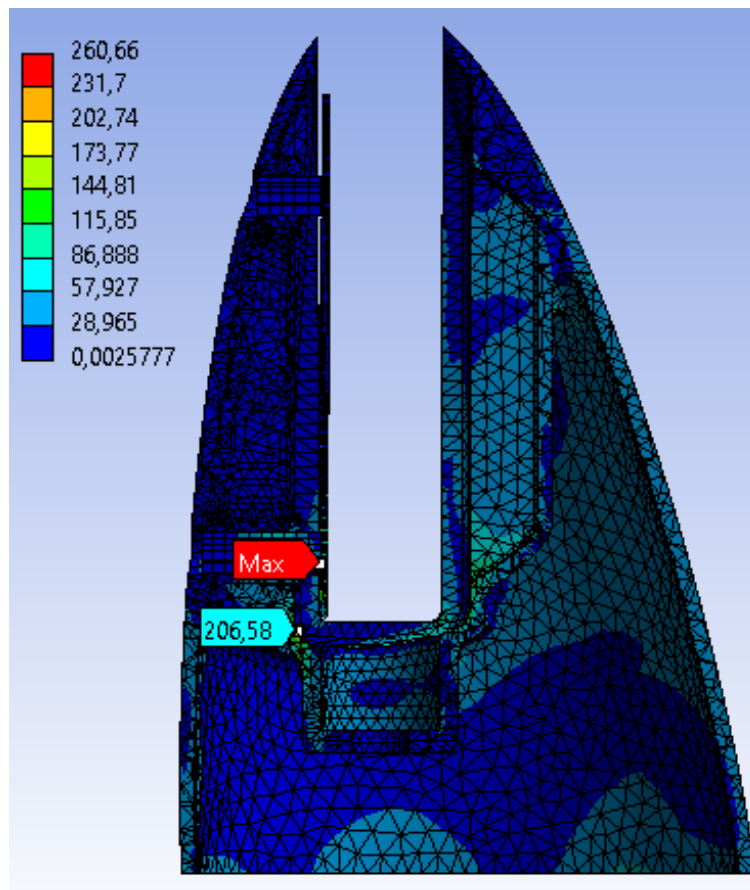
5.3 Glass railing 3x SPIGOT

5.3.1 Stress

Ekvivalent (von-Mises) stress [MPa]

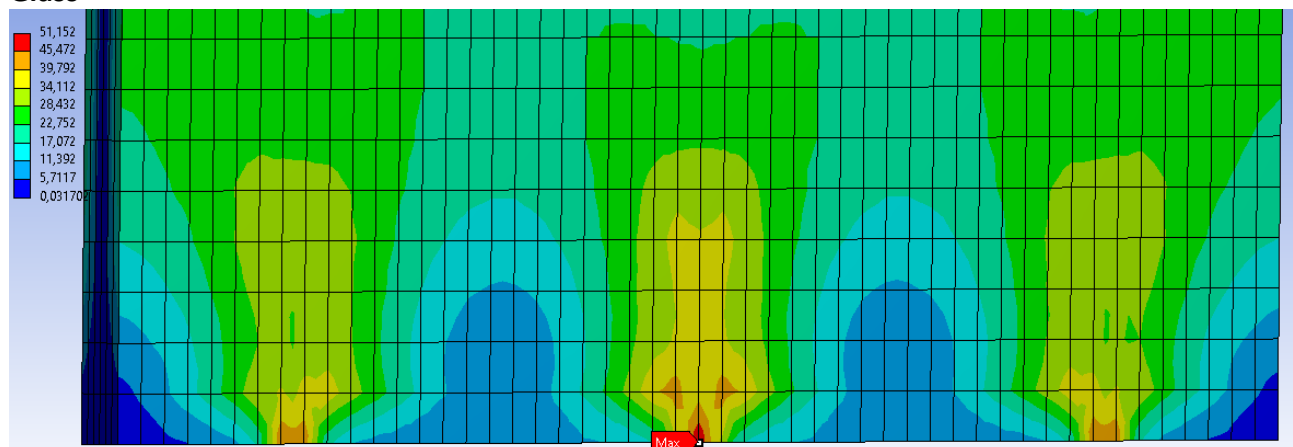
Spigot





Maximum stress recorded on the spigot **206,58 MPa**. Maximum stress recorded on the stainless steel washer is **215,22 MPa**. Maximum stress of **260,66 MPa** occurred on the stainless steel rectification screw.

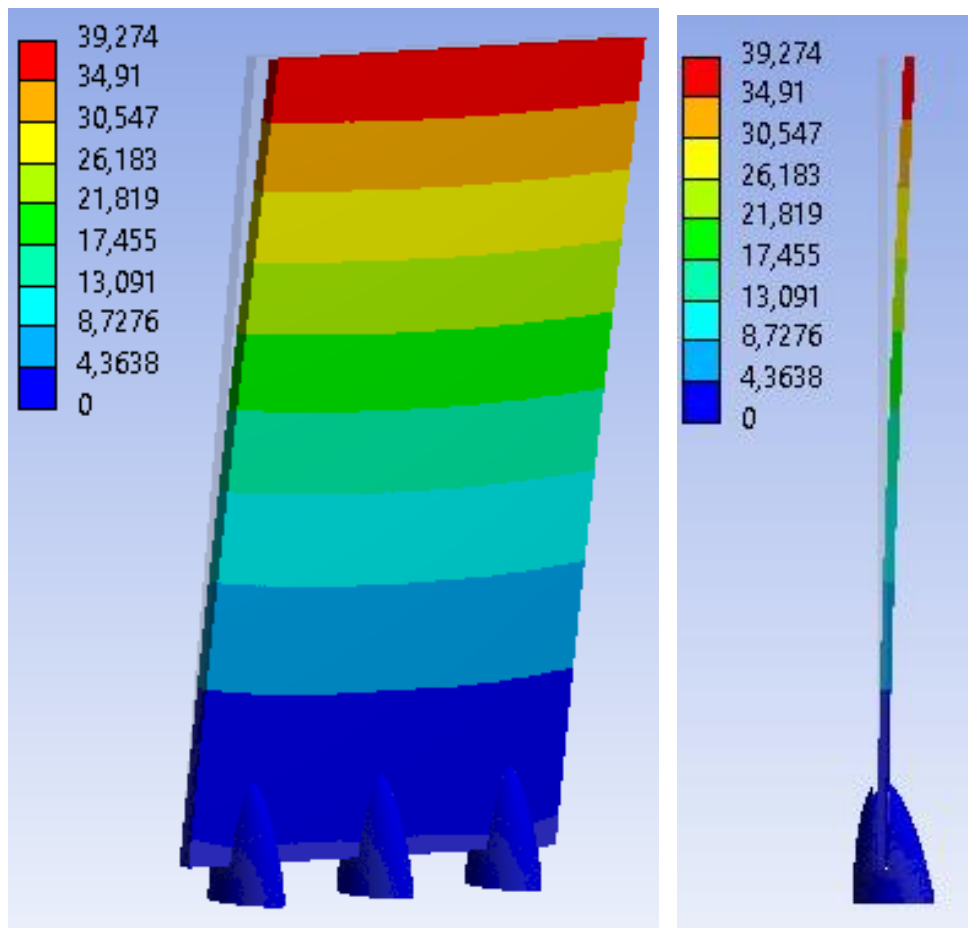
Glass



Maximum tensile stress on the glass pane is **51,15 MPa**.

5.3.2 Deformation

Total deformation [mm] at maximum characteristic load of 1,00 kN/m acting at the upper edge of the glass pane.



Maximum deflection of the upper edge of the glass pane is **39,27 mm**.

6 Conclusion

6.1 Glass railing 2x SPIGOT

- Limit deflection of glass railing $w_{lim} = 25 \text{ mm} > 47,71 \text{ mm} \Rightarrow$ **NOT FULFILLED**
- Maximum stress allowed on the glass $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 66,79 \text{ MPa} \Rightarrow$ **FULFILLED**
- Maximum stress allowed on the point fixings „SPIGOT“ $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 208,59 \text{ MPa} \Rightarrow$

PLASTIC DEFORMATION OF THE SPIGOT

THE GLASS RAILING ASSEMBLY A/6500-000 and A14/6500-000 (PROVIDED BY THE MANUFACTURER OF THE ASSEMBLY) VERIFIED BY NUMERICAL CALCULATION SHOWS SUFFICIENT LOAD BEARING CAPACITY OF **0,50 kN/m'** AND SAFELY TRANSFER THE LOAD TO FOLLOWING LOAD BEARING CONSTRUCTIONS WHEN LOADED BY A HORIZONTAL LOAD IN THE UPPER EDGE OF THE GLASS PANE 1.20 m HIGH (1.255 m ABOVE FLOOR LEVEL).

6.2 Glass railing 3x SPIGOT

- Limit deflection of glass railing $w_{lim} = 25 \text{ mm} > 39,27 \text{ mm} \Rightarrow$ **NEVYHOVUJE**
- Maximum stress allowed on the glass $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 51,15 \text{ MPa} \Rightarrow$ **VYHOVUJE**

- Maximum stress allowed on the point fixings „SPIGOT“ $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 215,22 \text{ MPa} \Rightarrow$

PLASTIC DEFORMATION OF THE SPIGOT

THE GLASS RAILING ASSEMBLY A/6500-000 and A14/6500-000 (PROVIDED BY THE MANUFACTURER OF THE ASSEMBLY) VERIFIED BY NUMERICAL CALCULATION SHOWS SUFFICIENT LOAD BEARING CAPACITY OF **1,00 kN/m'** AND SAFELY TRANSFER THE LOAD TO FOLLOWING LOAD BEARING CONSTRUCTIONS WHEN LOADED BY A HORIZONTAL LOAD IN THE UPPER EDGE OF THE GLASS PANE 1.20 m HIGH (1.255 m ABOVE FLOOR LEVEL).

7 Used standards and software

- [1] STN EN 1990 – Basis of structural design
- [2] STN EN 1993 – Design of steel structures
- [3] STN 74 3305 – Safety railings



Ing. Martin Lavko, ml.

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

STATICKÝ POSUDOK

**SKLENENÉHO ZÁBRADLIA NA BODOVÝCH ÚCHYTOCH –
SPIGOT A6500 a SPIGOT A6501**

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



Košice, apríl 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
4	Statické schéma	4
5	Numerická analýza	5
5.1	Materiálové charakteristiky v numerickom modeli	5
5.2	Sklenené zábradlie 2x SPIGOT	6
5.2.1	Napätie	6
5.2.2	Deformácia	7
5.3	Sklenené zábradlie 3x SPIGOT	7
5.3.1	Napätie	7
5.3.2	Deformácia	8
6	Záver.....	9
6.1	Sklenené zábradlie 2x SPIGOT	9
6.2	Sklenené zábradlie 3x SPIGOT	9
7	Normy a použitý software.....	10

1 Popis projektu

Predmetom posúdenia je sklenené zábradlie kotvené na tzv. „Spigotoch“. V posudku je predpokladané použitie zábradlia v budovách kategórie 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

2 Použité materiály

Oceľ:

Bodové úchyty: AISI 304 (1.4301) a AISI316 (1.4401)
Skrutky: 4ks $\varnothing 10$ 8.8

Sklo:

2x8 mm + 1,52 mm PVB fólia Tepelne tvrdené sklo

3 Zataženie

3.1 Stále zataženie

Výška zábradlia 1,255 m nad úroveň podlahy. Ťiaž sklenenej dosky 2x8 mm + PVB 1,52 mm, výška 1,200 m.

$g_k = 0,48 \text{ kN/m'}$

3.2 Úžitkové zataženie

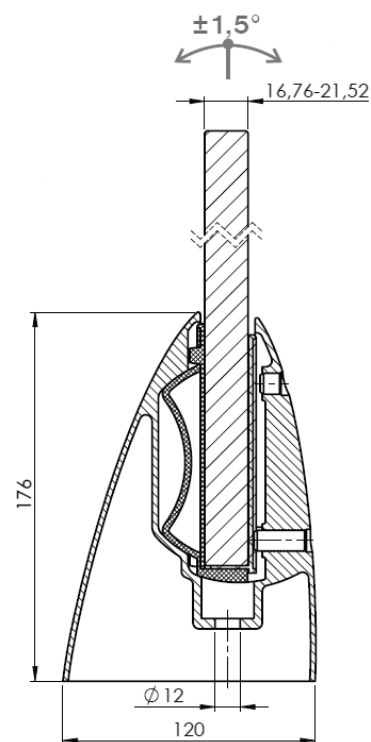
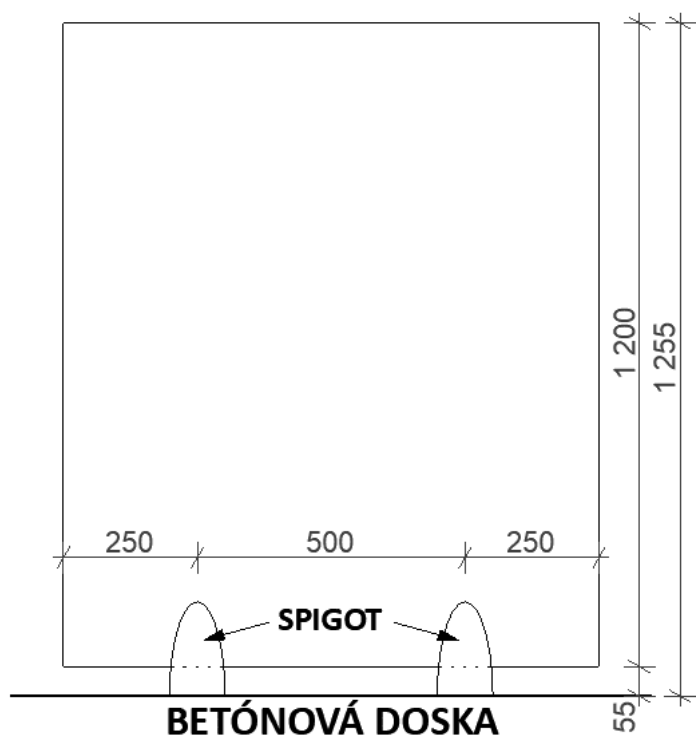
Horizontálne pre kategórie A, B, C1
 $q_k = 0,5 \text{ kN/m'}$

Horizontálne pre kategórie C2, C3, C4
 $q_k = 1,0 \text{ kN}$

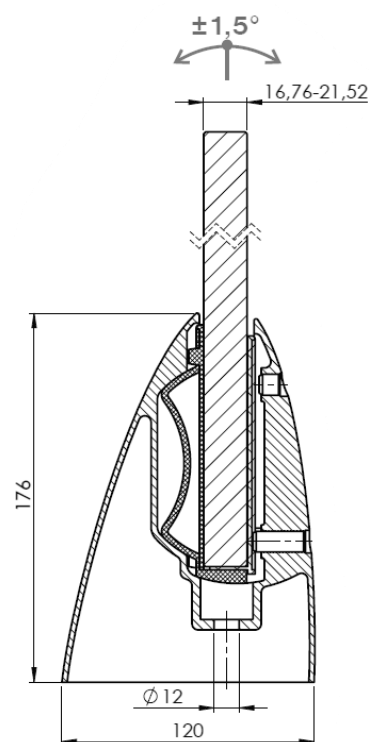
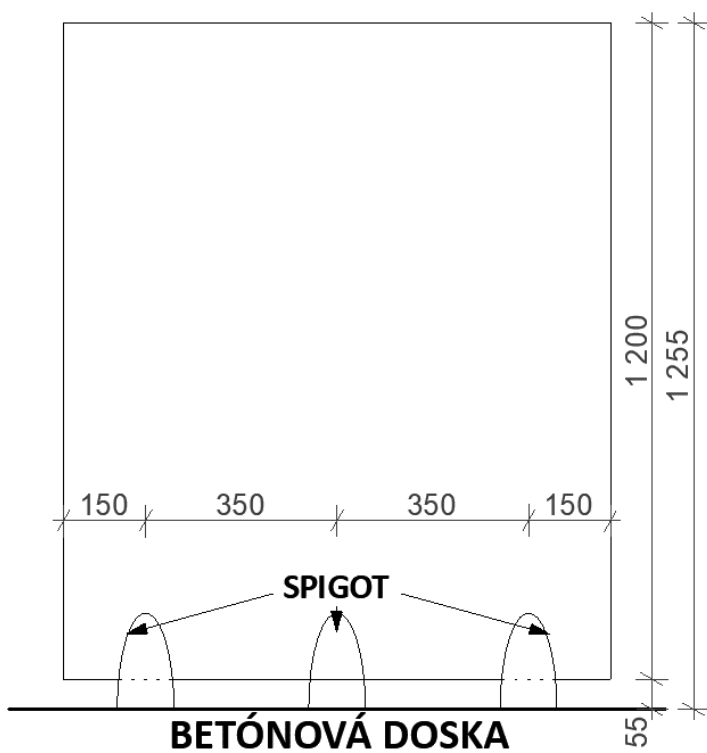
*zataženie aplikované na hornej hrane skla

4 Statické schéma

Zaťažovaná zostava 2x SPIGOT



Zaťažovaná zostava 3x SPIGOT



5 Numerická analýza

Posudzované zábradlia zostáv A/6500-000 a A14/6501-000 boli zaťažené vodorovným zaťažením na hornej hrane skla o veľkosti 1,00 kN/m'. 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.

5.1 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: $f_{g,k} = 120$ MPa; $f_{g,d} = 84,75$ MPa

NEREZOVÁ OCEĽ

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: $f_0 = 205$ MPa; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205/1,0 = 205$ 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

5.2 Sklenené zábradlie 2x SPIGOT

5.2.1 Napätie

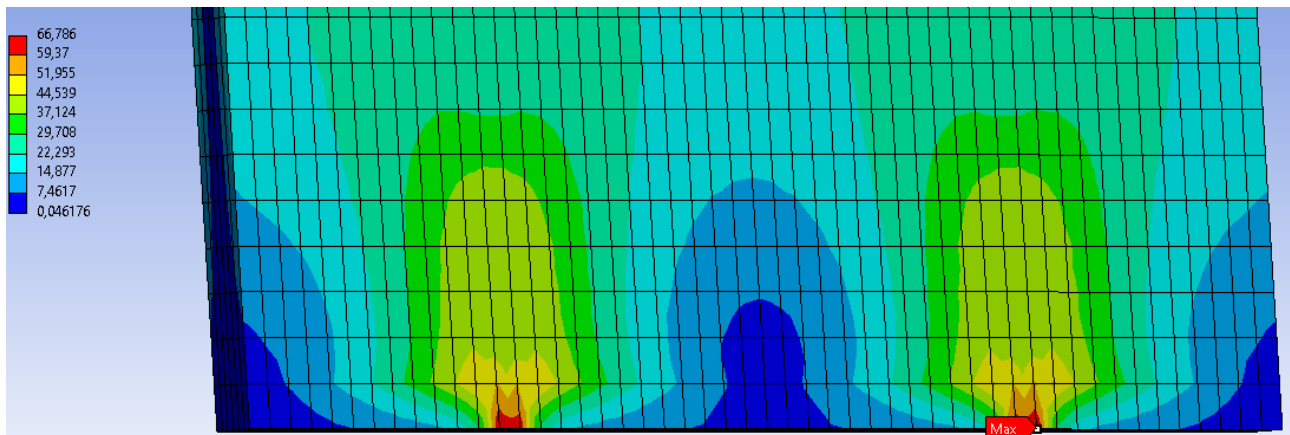
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Spigot



Maximálne napätie na spigote je **208,59 MPa**. Max. napätie na nerezovej podložke je **227,91 MPa**.

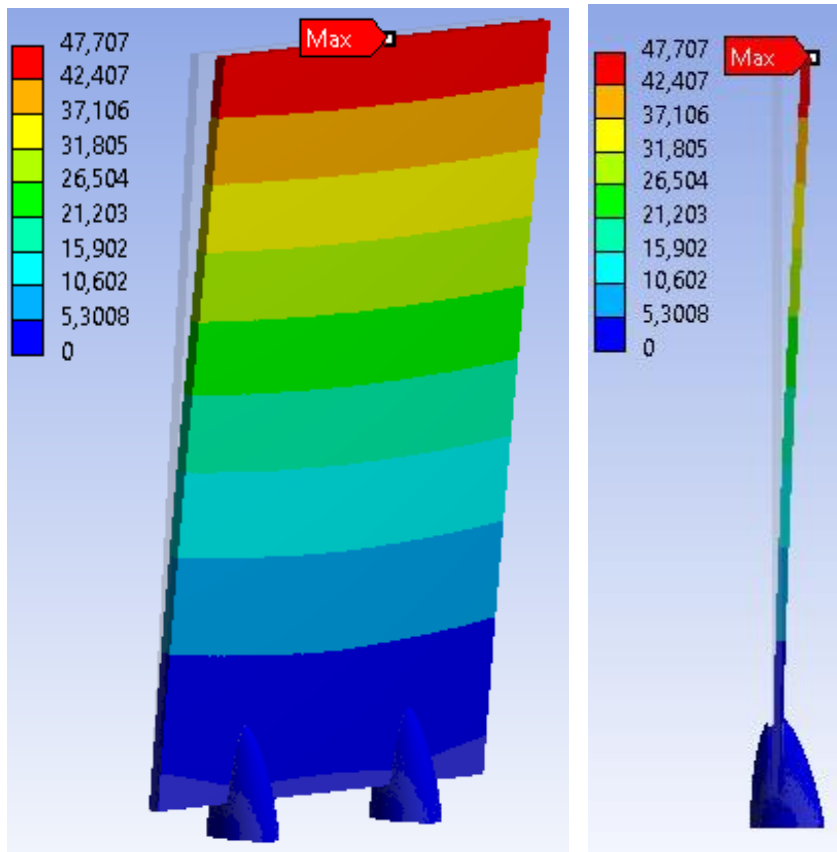
Sklo



Maximálne ťahové napätie na skle je **66,79 MPa**.

5.2.2 Deformácia

Celková deformácia [mm] pri charakteristickom zaťažení 1,00 kN/m pôsobiacom na hornej hrane skla.



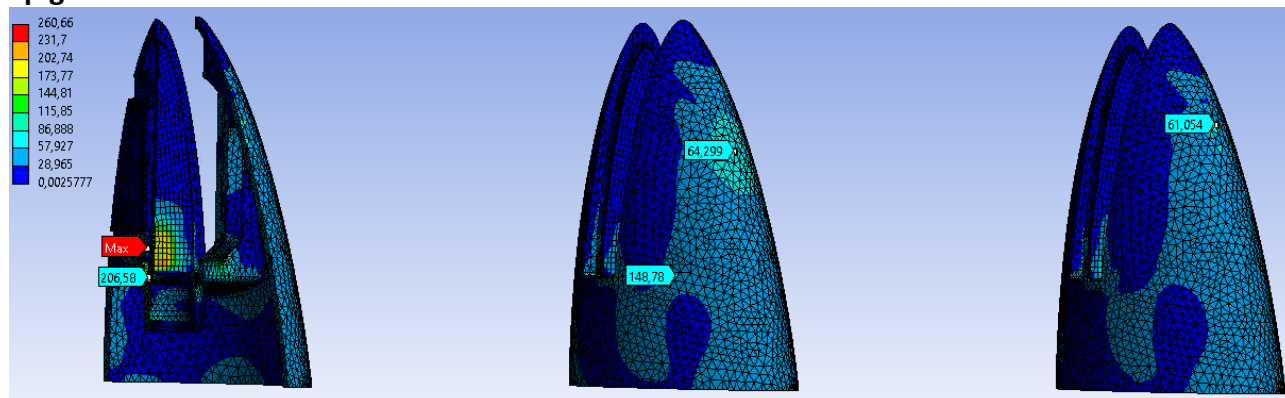
Maximálna deformácia hornej hrany skla je **47,71 mm**.

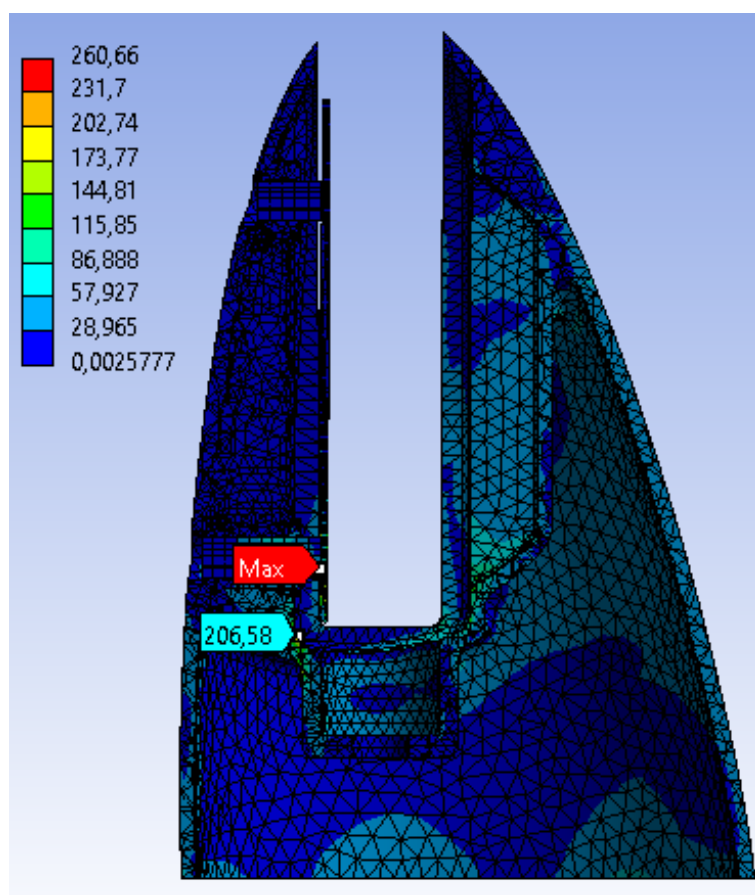
5.3 Sklenené zábradlie 3x SPIGOT

5.3.1 Napätie

Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

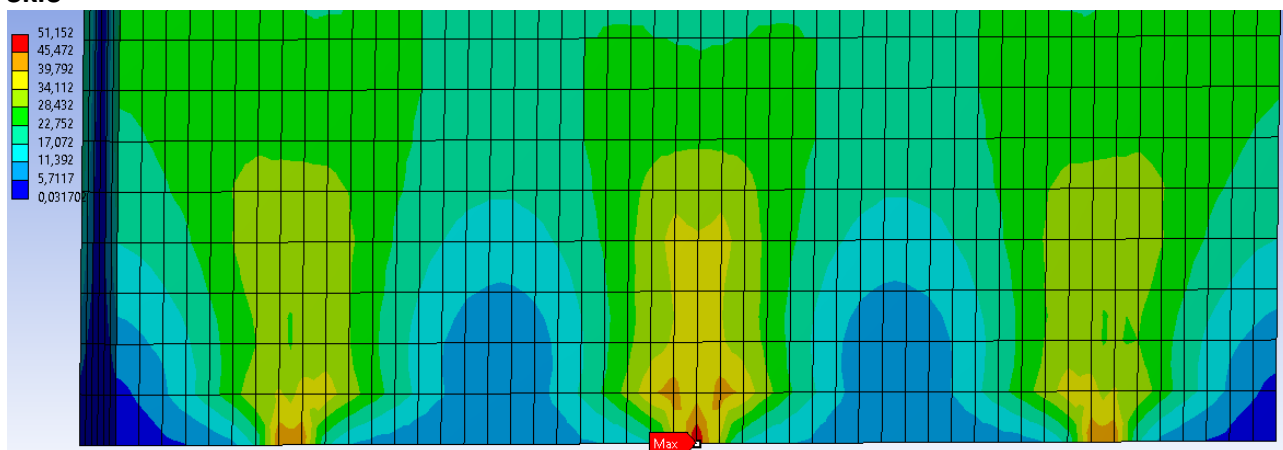
Spigot





Maximálne napätie na spigote je **206,58 MPa**. Maximálne napätie na nerezovej podložke je **215,22 MPa**. Maximálne napätie **260,66 MPa** je na nerezovej skrutke.

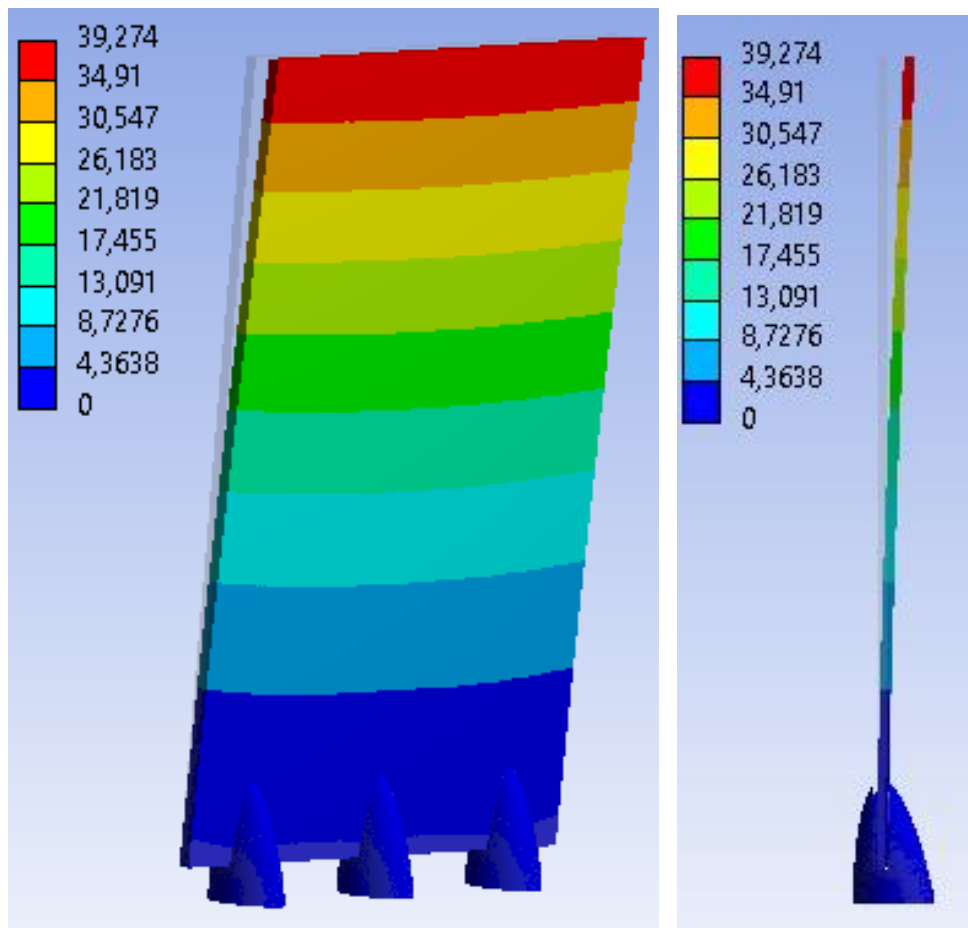
Sklo



Maximálne ťahové napätie na skle je **51,15 MPa**.

5.3.2 Deformácia

Celková deformácia [mm] pri charakteristickom zaťažení 1,00 kN/m pôsobiacom na hornej hrane skla.



Maximálna deformácia hornej hrany skla je **39,27 mm**.

6 Záver

6.1 Sklenené zábradlie 2x SPIGOT

- Limitný prieťah prieťah skla zábradlia $w_{lim} = 25 \text{ mm} > 47,71 \text{ mm} \Rightarrow$ NEVYHOVUJE
- Maximálne prípustné napätie na skle zábradlia $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 66,79 \text{ MPa} \Rightarrow$ VYHOVUJE
- Maximálne prípustné napätie v bodových úchytoch „SPIGOT“ $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 208,59 \text{ MPa} \Rightarrow$ DOCHÁZA K SPLATIZOVANIU PRIEREZU

SKLENENÉ ZÁBRADLIE V ZOSTAVE A/6500-000 a A14/6500-000 (PONÚKANÉ VÝROBCOM ZOSTAVY) OVERENÉ NUMERICKÝ VÝPOČTOM VYKAZUJE DOSTATOČNÚ ÚNOSNOSŤ PRI ZAŤAŽENÍ VODOROVNÝM HORIZONTÁLNYM ZAŤAŽENÍM V HORNEJ HRANE SKLA O VEĽKOSTI **0,50 kN/m'** PRE VÝŠKY SKLA 1,20 m (1,255 m NAD ÚROVEŇ PODLAHY).

6.2 Sklenené zábradlie 3x SPIGOT

- Limitný prieťah prieťah skla zábradlia $w_{lim} = 25 \text{ mm} > 39,27 \text{ mm} \Rightarrow$ NEVYHOVUJE
- Maximálne prípustné napätie na skle zábradlia $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 51,15 \text{ MPa} \Rightarrow$ VYHOVUJE

- Maximálne prípustné napätie v bodových úchytoch „SPIGOT“ $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 215,22 \text{ MPa}$

=> DOCHÁZA K SPLATIZOVANIU PRIEREZU

SKLENENÉ ZÁBRADLIE V ZOSTAVE A/6500-000 a A14/6500-000 (PONÚKANÉ VÝROBCOM ZOSTAVY)
OVERENÉ NUMERICKÝ VÝPOČTOM VYKAZUJE DOSTATOČNÚ ÚNOSNOSŤ PRI ZAŤAŽENÍ
VODOROVNÝM HORIZONTÁLNYM ZAŤAŽENÍM V HORNEJ HRANE SKLA O VEĽKOSTI **1,00 kN/m'** PRE
VÝŠKY SKLA 1,20 m (1,255 m NAD ÚROVEŇ PODLAHY).

7 Normy a použitý software

- [1] STN EN 1990 – Zásady navrhovania konštrukcií
- [2] STN EN 1993 – Navrhovanie oceľových konštrukcií
- [3] STN 74 3305 – Ochranné zábradlia



Ing. Martin Lavko, ml.

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

STATISCHER NACHWEIS

**DES GLASGELÄNDERS AN DEN PUNKTHALTERN –
SPIGOT A6500 und SPIGOT A6501**

Verantw. Projektant: Ing. Belo Kačo

Erarbeitet von: Ing. Martin Lavko, der Jüngere



Košice, April 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
4	Statisches Schema.....	4
5	Numerische Analyse.....	5
5.1	Materialcharakterisierung im numerischen Modell	5
5.2	Glasgeländer 2x SPIGOT	6
5.2.1	Spannung	6
5.2.2	Verformung	7
5.3	Glasgeländer 3x SPIGOT	7
5.3.1	Spannung	7
5.3.2	Verformung	8
6	Schlussfolgerung	9
6.1	Glasgeländer 2x SPIGOT	9
6.2	Glasgeländer 3x SPIGOT	9
7	Normen und verwendete Software	10

1 Projektbeschreibung

Gegenstand der Beurteilung ist das an sogenannten „Spigots“ verankerte Glasgeländers. Im Nachweis wird Verwendung des Geländers in den Gebäuden der Kategorie A, B, C1, C2, C3 und C4 vorausgesetzt.

1.1 Empfangene Unterlagen

- Detailzeichnung der Lagerung des Geländers
- Modell der Baugruppe des Geländers im editierbaren Format
- Materialcharakterisierungen und Materialspezifikationen von den Herstellern

2 Verwendete Materialien

Stahl

Punkthalter: AISI 304 (1.4301) und AISI316 (1.4401)
Schrauben: 4 St. $\varnothing 10$ 8.8

Glas:

2x8 mm + 1,52 mm PVB-Folie Thermisch gehärtetes Glas

3 Belastung

3.1 Ständige Belastung

Höhe des Geländers 1,255 m über der Fußbodenebene. Schwere der Glasplatte 2 x 8 mm + PVB 1,52 mm, Höhe 1,200 m.

$g_k = 0,48 \text{ kN/m'}$

3.2 Nutzlast

Horizontal für die Kategorien A, B, C1

$q_k = 0,5 \text{ kN/m'}$

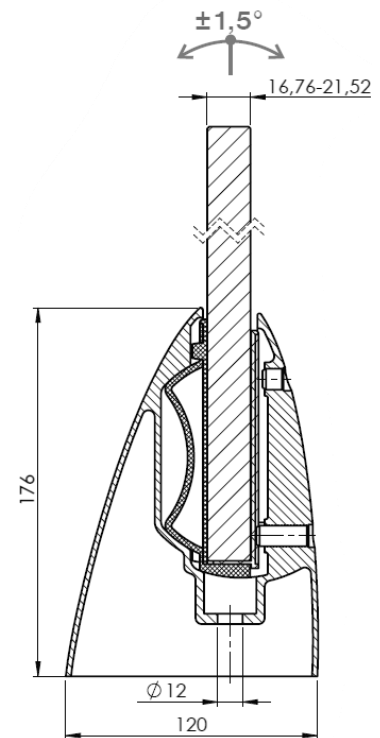
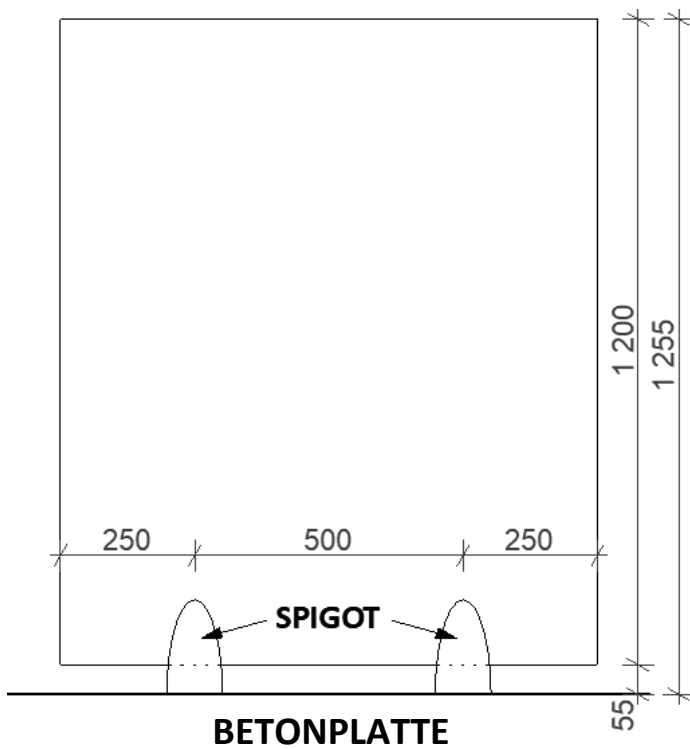
Horizontal für die Kategorien C2, C3, C4

$q_k = 1,0 \text{ kN}$

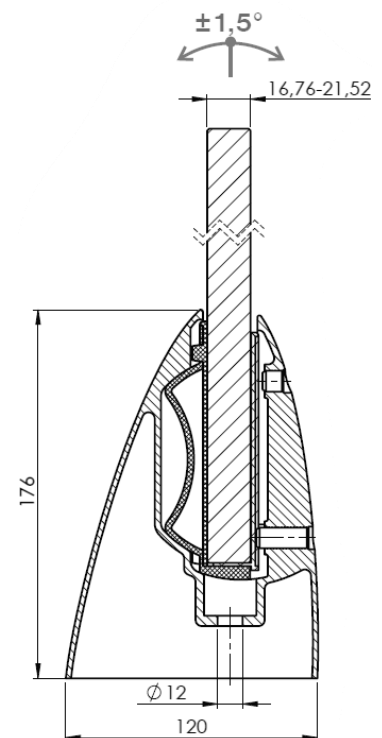
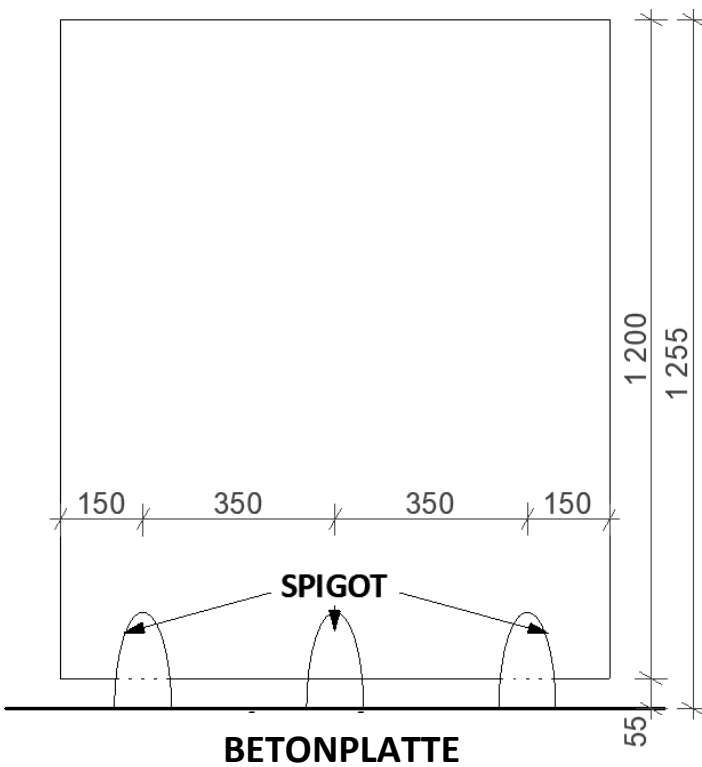
*die an der Oberkante angewandte Last

4 Statisches Schema

Die zu belastende Baugruppe 2x SPIGOT



Die zu belastende Baugruppe 3x SPIGOT



5 Numerische Analyse

Die bewerteten Geländer der Baugruppen A/6500-000 und A14/6501-000 wurden mit waagerechter Last an der Oberkante des Glases von 1,00 kN/m' belastet. 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 starre Stützen ersetzt. Die anderen physikalischen und mechanischen 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 war vernachlässigbar. Die Justierschrauben waren nicht vorgespannt.

5.1 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 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

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

NICHT ROSTENDER STAHL

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 auf dem Profil: $f_0 = 205$ MPa; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205/1,0 = 205$ MPa

KUNSTSTOFFSCHEIBEN

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

5.2 Glasgeländer 2x SPIGOT

5.2.1 Spannung

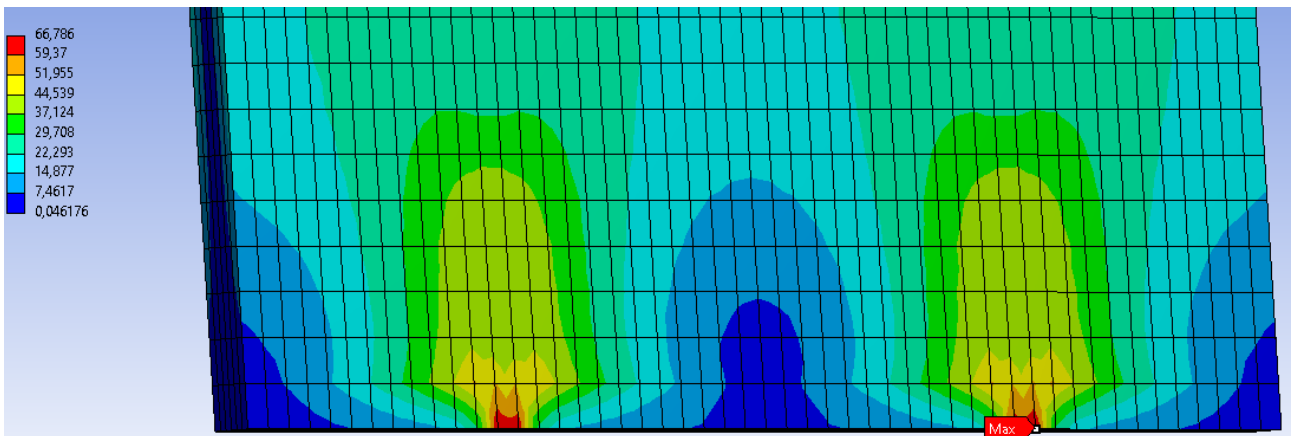
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Spigot



Die maximale Spannung am Spigot beträgt **208,59 MPa**. Die max. Spannung an der Unterlegscheibe aus nicht rostendem Stahl beträgt **227,91 MPa**.

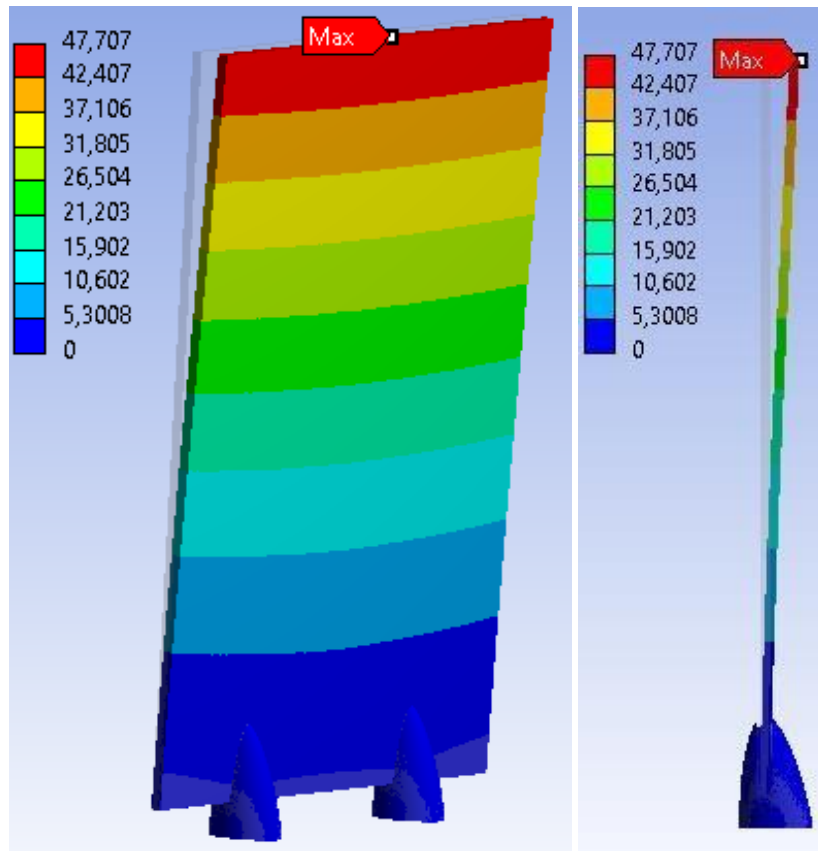
Glas



Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **66,79 MPa**.

5.2.2 Verformung

Die Gesamtverformung [mm] bei charakteristischer Belastung von 1,00 kN/m, die an der Glasoberkante wirkt.



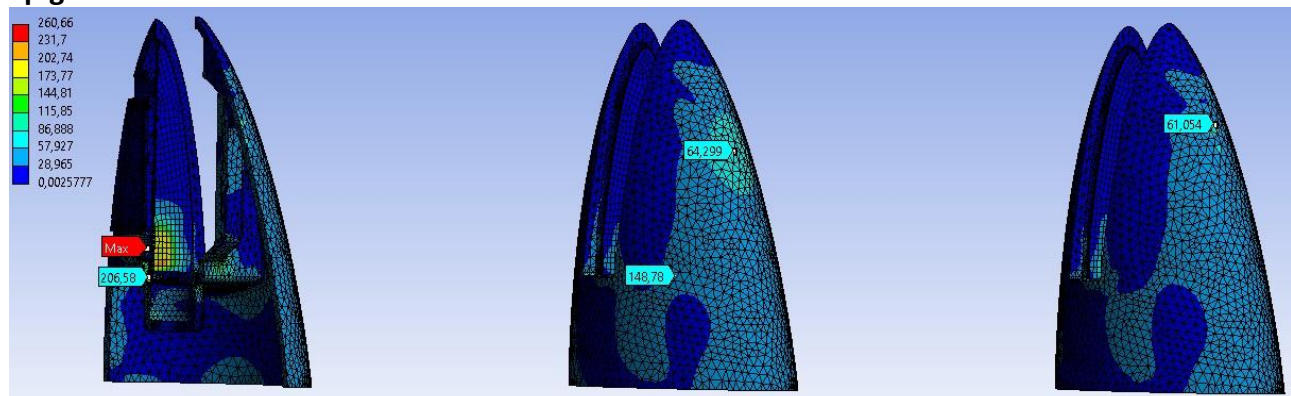
Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **47,71 mm**.

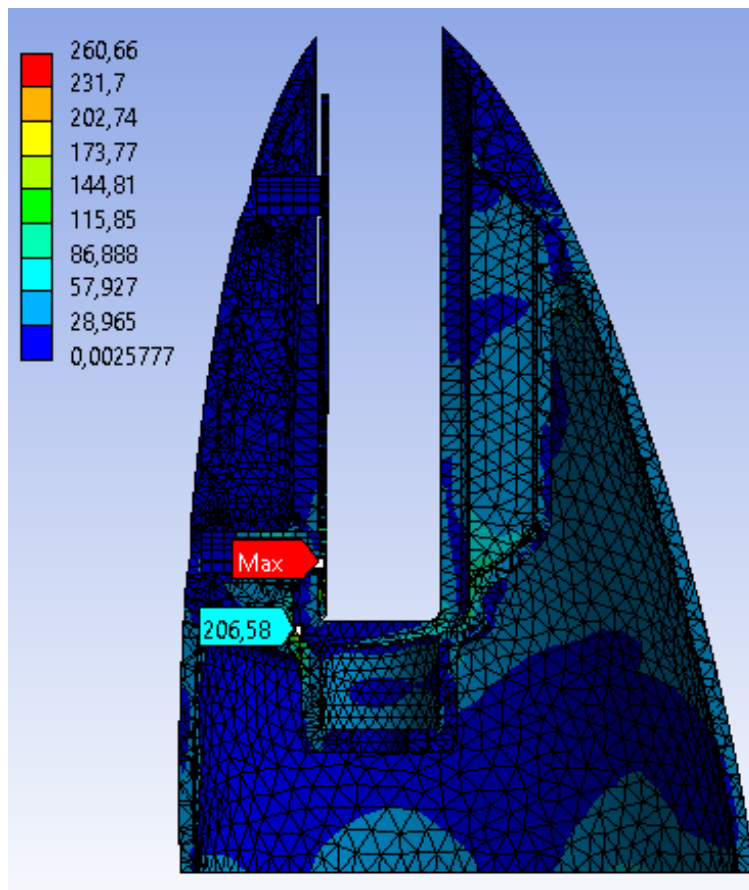
5.3 Glasgeländer 3x SPIGOT

5.3.1 Spannung

(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

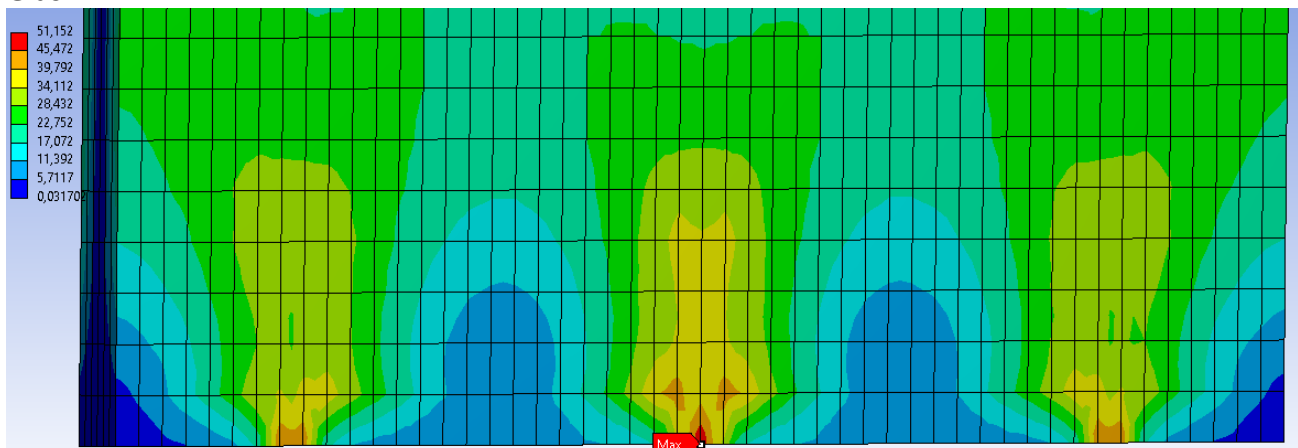
Spigot





Die maximale Spannung am Spigot beträgt **206,58 MPa**. Die maximale Spannung an der Unterlegscheibe aus nicht rostendem Stahl beträgt **215,22 MPa**. Die maximale Spannung von **260,66 MPa** liegt an der Schraube aus nicht rostendem Stahl.

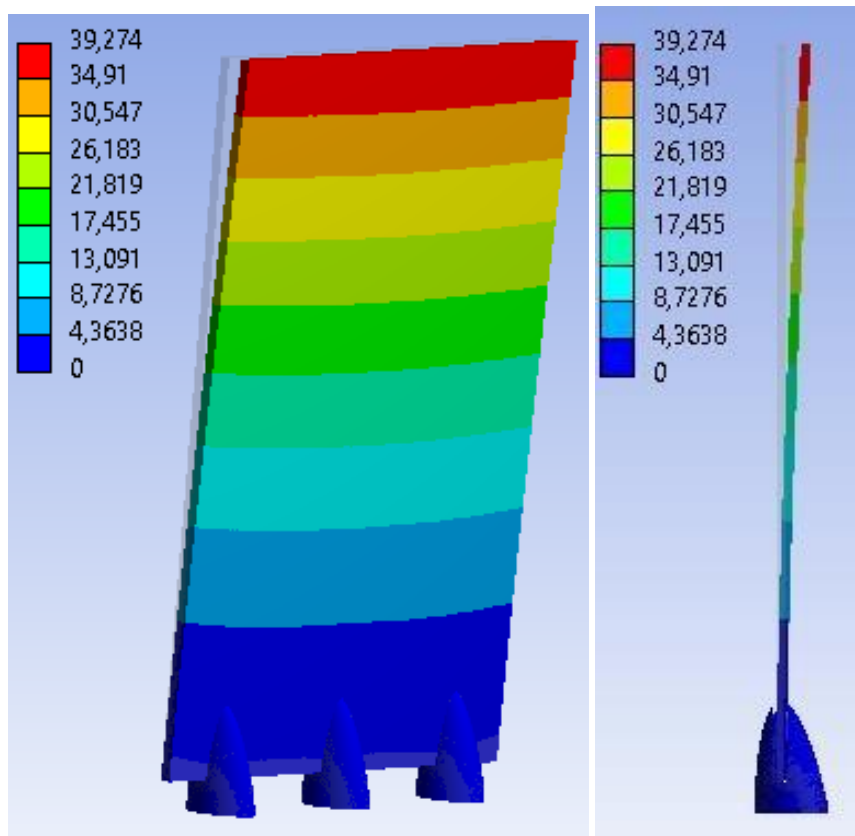
Glas



Die maximale Zugspannung am Glas beträgt **51,15 MPa**.

5.3.2 Verformung

Die Gesamtverformung [mm] bei charakteristischer Belastung von 1,00 kN/m, die an der Glasoberkante wirkt.



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt **39,27 mm**.

6 Schlussfolgerung

6.1 Glasgeländer 2x SPIGOT

- Die Grenzdurchbiegung des Glases des Geländers $w_{lim} = 25 \text{ mm} > 47,71 \text{ mm} \Rightarrow$ ES GENÜGT NICHT
- Die maximal zulässige Spannung am Glas des Geländers $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 66,79 \text{ MPa} \Rightarrow$ ES GENÜGT
- Die maximal zulässige Spannung an den Punkthaltern „SPIGOT“ $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 208,59 \text{ MPa} \Rightarrow$ DER QUERSCHNITT WIRD PLASTISCH VERFORMT

DAS (VOM MONTAGEHERSTELLER ANGEBOGENE) GLASGELÄNDER IN DER BAUGRUPPE A/6500-000 und A14/6500-000, DURCH NUMERISCHE BERECHNUNG ÜBERPRÜFT, WEIST EINE AUSREICHENDE TRAGFÄHIGKEIT BEI WAAGERECHTER HORIZONTALER BELASTUNG IN DER GLASOBERKANTE VON **0,50 kN/m'** FÜR DIE GLASHÖHEN VON 1,20 m (1,255 m ÜBER DER FUSSBODENEbene) AUS.

6.2 Glasgeländer 3x SPIGOT

- Die Grenzdurchbiegung des Glases des Geländers $w_{lim} = 25 \text{ mm} > 39,27 \text{ mm} \Rightarrow$ ES GENÜGT NICHT
- Die maximal zulässige Spannung am Glas des Geländers $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 51,15 \text{ MPa} \Rightarrow$ ES GENÜGT

- Die maximal zulässige Spannung an den Punkthaltern „SPIGOT“ $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 215,22 \text{ MPa}$

=>DER QUERSCHNITT WIRD PLASTISCH VERFORMT

DAS (VOM MONTAGEHERSTELLER ANGEBOGENE) GLASGELÄNDER IN DER BAUGRUPPE A/6500-000 und A14/6500-000, DURCH NUMERISCHE BERECHNUNG ÜBERPRÜFT, WEIST EINE AUSREICHENDE TRAGFÄHIGKEIT BEI WAAGERECHTER HORIZONTALER BELASTUNG IN DER GLASOBERKANTE VON **1,00 kN/m'** FÜR DIE GLASHÖHEN VON 1,20 m (1,255 m ÜBER DER FUSSBODENEbene) AUS.

7 Normen und verwendete Software

- [1] STN EN 1990 – Grundlagen der Tragwerksplanung
- [2] STN EN 1993 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- [3] STN 74 3305 – Schutzgeländer

Ing. Martin Lavko, der Jüngere

**Inwestor: UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
82104 Bratislava – dzielnica mieszkaniowa Ružinov**

RAPORT STATYCZNY

**DLA BALUSTRADY SZKLANEJ NA UCHWYTACH
PUNKTOWYCH - SPIGOT A6500 i SPIGOT A6501**

**Odpowiedzialny projektant: Inż. Belo Kačo
Opracował: Inż. Martin Lavko, młodszy**



Košice, kwiecień 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
4	Schemat statyczny	4
5	Analiza numeryczna	5
5.1	Charakterystyki materiałowe w modelu numerycznym	5
5.2	Balustrada szklana 2x SPIGOT	6
5.2.1	Naprężenie	6
5.2.2	Odkształcenie	7
5.3	Balustrada szklana 3x SPIGOT	7
5.3.1	Naprężenie.....	7
5.3.2	Odkształcenie.....	8
6	Podsumowanie	9
6.1	Balustrada szklana 2x SPIGOT	9
6.2	Balustrada szklana 3x SPIGOT	9
7	Normy i wykorzystane software	10

1 Opis projektu

Przedmiotem raportu jest balustrada szklana kotwiona na tzw. „Spigotach”. W raporcie zakłada się zastosowanie balustrady w budynkach kategorii A, B, C1, C2, C3, C4.

1.1 Otrzymane dokumenty

- Rysunek detalu ustawienia balustrady
- Model zestawu balustrady w edytowalnym formacie
- Charakterystyki materiałowe i specyfikacje materiałów od producentów

2 Zastosowane materiały

Stal:

Uchwyty punktowe:	AISI 304 (1.4301) i AISI316 (1.4401)
Śruby:	4 szt. $\varnothing$ 10 8.8

Szyby:

2x8 mm + 1,52 mm folia PVB	Szyba hartowana cieplnie
----------------------------	--------------------------

3 Obciążenie

3.1 Obciążenie stałe

Wysokość balustrady wynosi 1,255 m nad poziomem podłogi. Ciężar tafli szklanej 2x8 mm + PVB 1,52 mm, wysokość 1,200 m.

$g_k = 0,48 \text{ kN/m'}$

3.2 Obciążenie użytkowe

Poziome dla kategorii A, B, C1

$q_k = 0,5 \text{ kN/m'}$

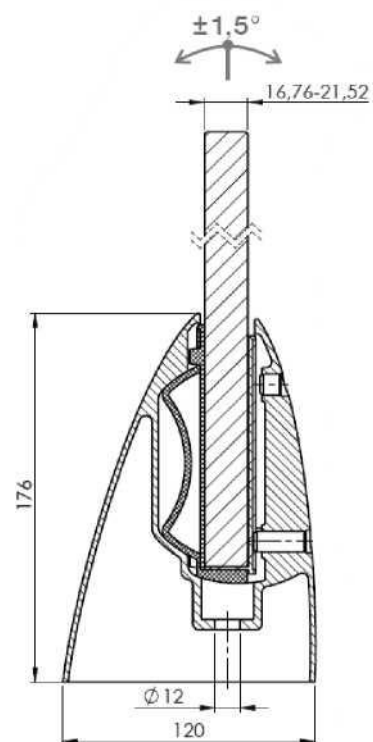
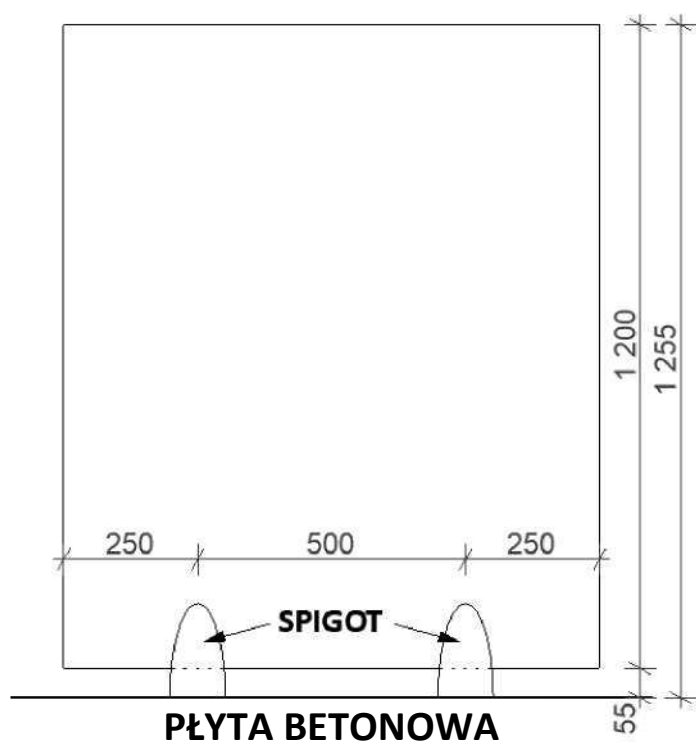
Poziome dla kategorii C2, C3, C4

$q_k = 1,0 \text{ kN}$

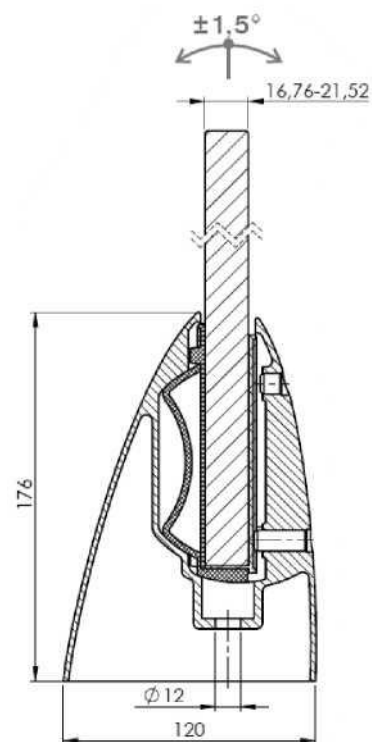
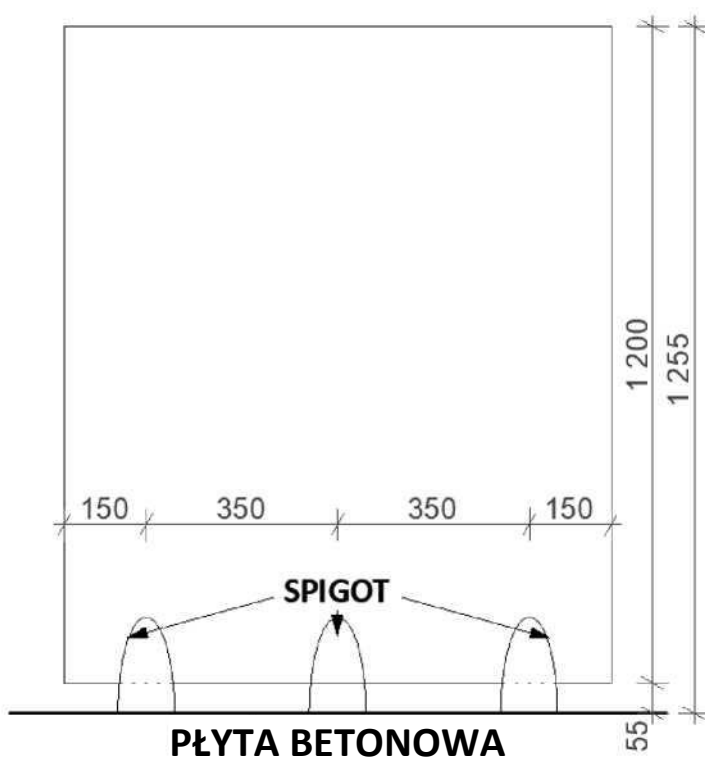
*obciążenie aplikowane na górnej krawędzi szyby

4 Schemat statyczny

Obciążony zestaw 2x SPIGOT



Obciążony zestaw 3x SPIGOT



5 Analiza numeryczna

Badane balustrady w zestawach A/6500-000 i A14/6501-000 były obciążone obciążeniem poziomym działającym na górnej krawędzi szyby o wielkości 1,00 kN/m. Było zastosowane uproszczenie modelu i to przez zastąpienie gwintów śrub rektyfikacyjnych połączeniem sztywnym. Śruby kotwiące nie były częścią modelu i zostały zastąpione sztywną podporą. Pozostałe parametry fizyczne i mechaniczne zestawu balustrady zostały zachowane w modelu numerycznym. Aplikowane obciążenie było krótkotrwałe, wpływ temperatury i promieniowania UV na folię PVB był pomijalny. Śruby rektyfikacyjne nie były wstępnie naprężone.

5.1 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 szkła: $f_{g,k} = 120$ MPa; $f_{g,d} = 84,75$ MPa

STAL NIERDZEWNA

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 profilu: $f_o = 205$ MPa; $\gamma_m = 1,0$; $f_{o,d} = f_o / \gamma_m = 205 / 1,0 = 205$ MPa

PODKŁADKI PLASTIKOWE

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

5.2 Balustrada szklana 2x SPIGOT

5.2.1 Naprężenie

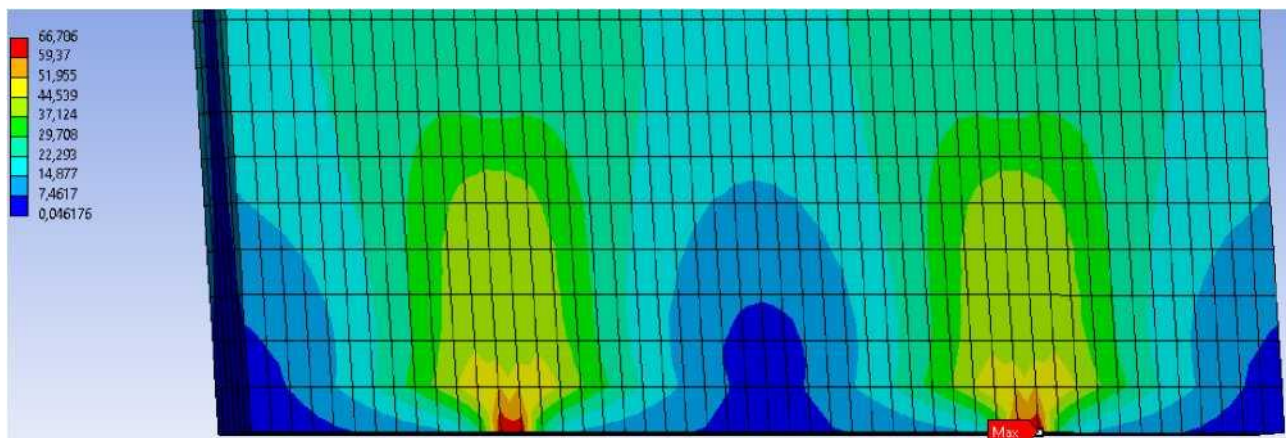
Naprężenie ekwiwalentne (von-Mises) [MPa]

Spigot



Maksymalne naprężenie w spigocie jest **208,59 MPa**. Maks. naprężenie w podkładce nierdzewnej jest **227,91 MPa**.

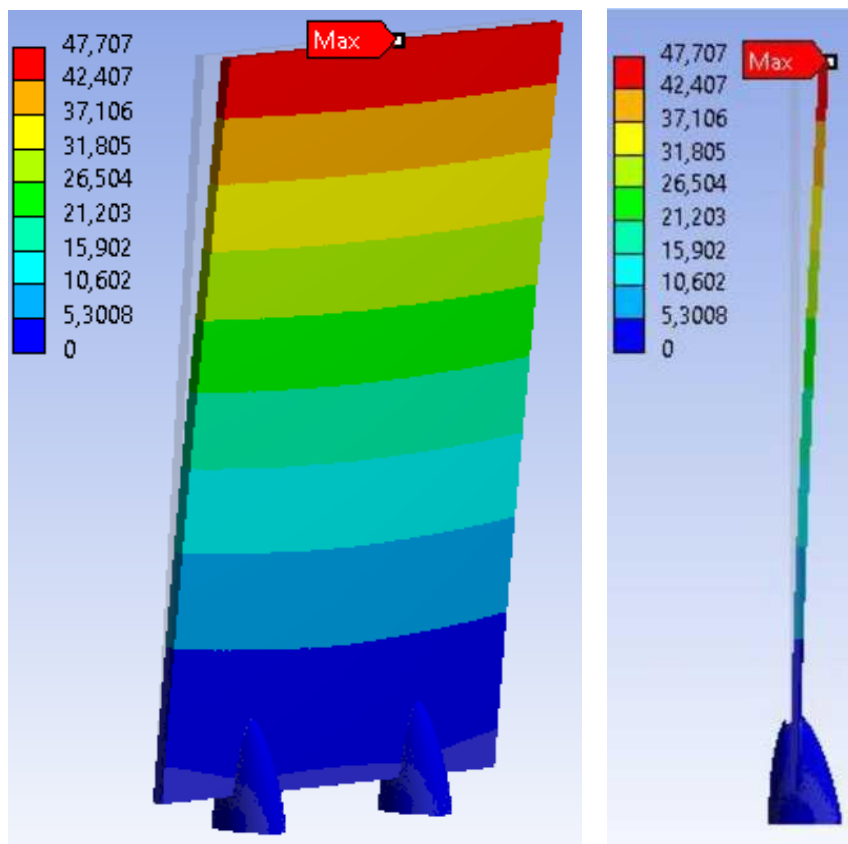
Szyba



Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest **66,79 MPa**.

5.2.2 Odształcenie

Całkowite odkształcenie [mm] przy obciążeniu charakterystycznym 1,00 kN/m działającym na górnej krawędzi szyby.



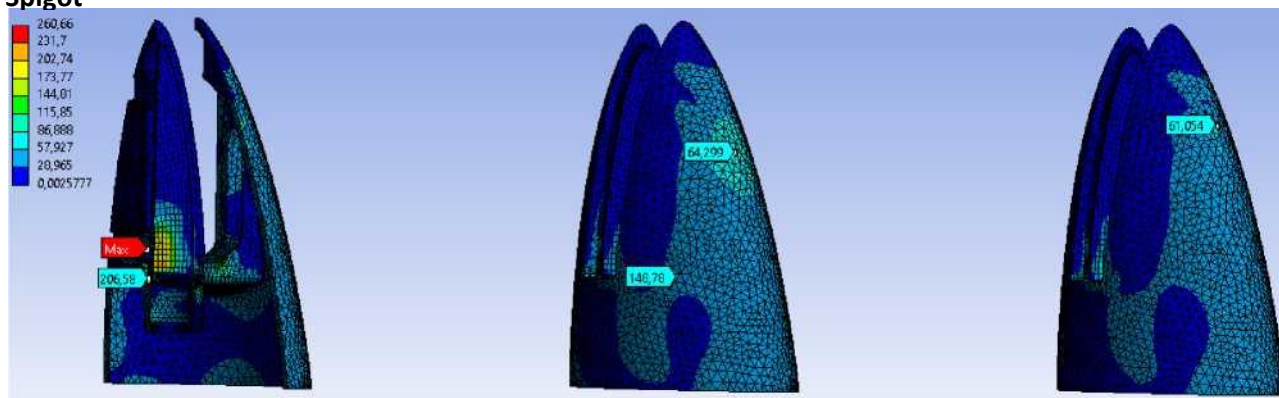
Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby wynosi **47,71 mm**.

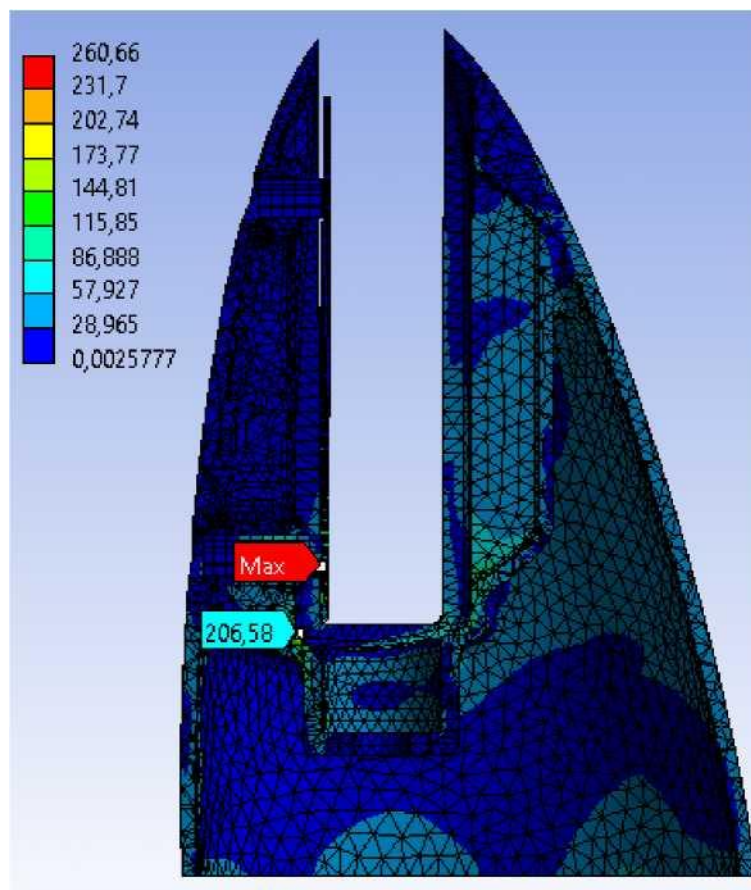
5.3 Balustrada szklana 3x SPIGOT

5.3.1 Napężenie

Napężenie ekwiwalentne (von-Mises) [MPa]

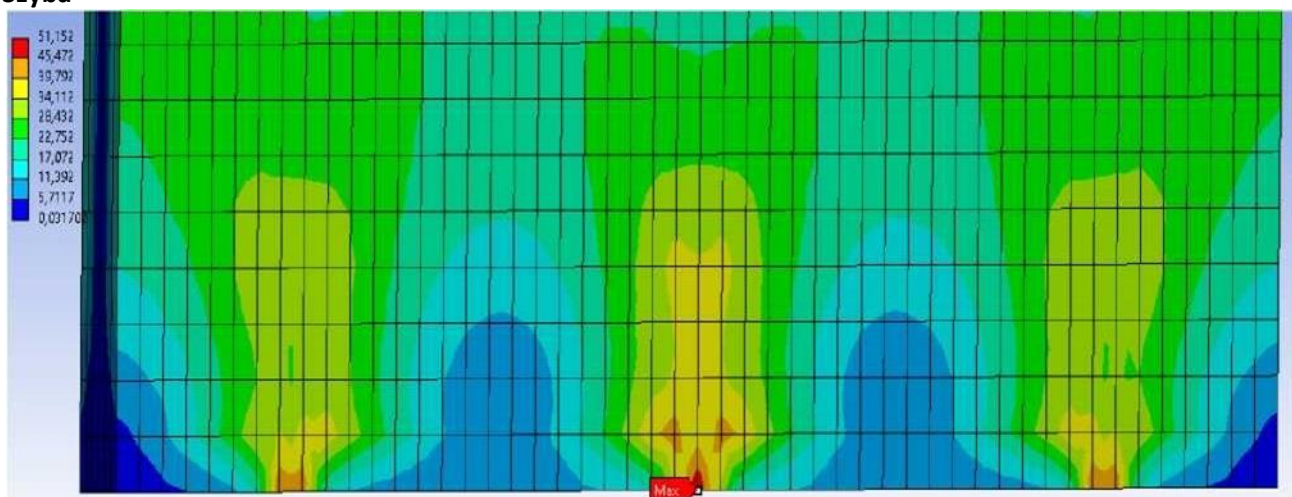
Spigot





Maksymalne naprężenie w spigocie jest **206,58 MPa**. Maksymalne naprężenie w podkładce nierdzewnej jest **215,22 MPa**. Maksymalne naprężenie **260,66 MPa** jest w śrubie nierdzewnej.

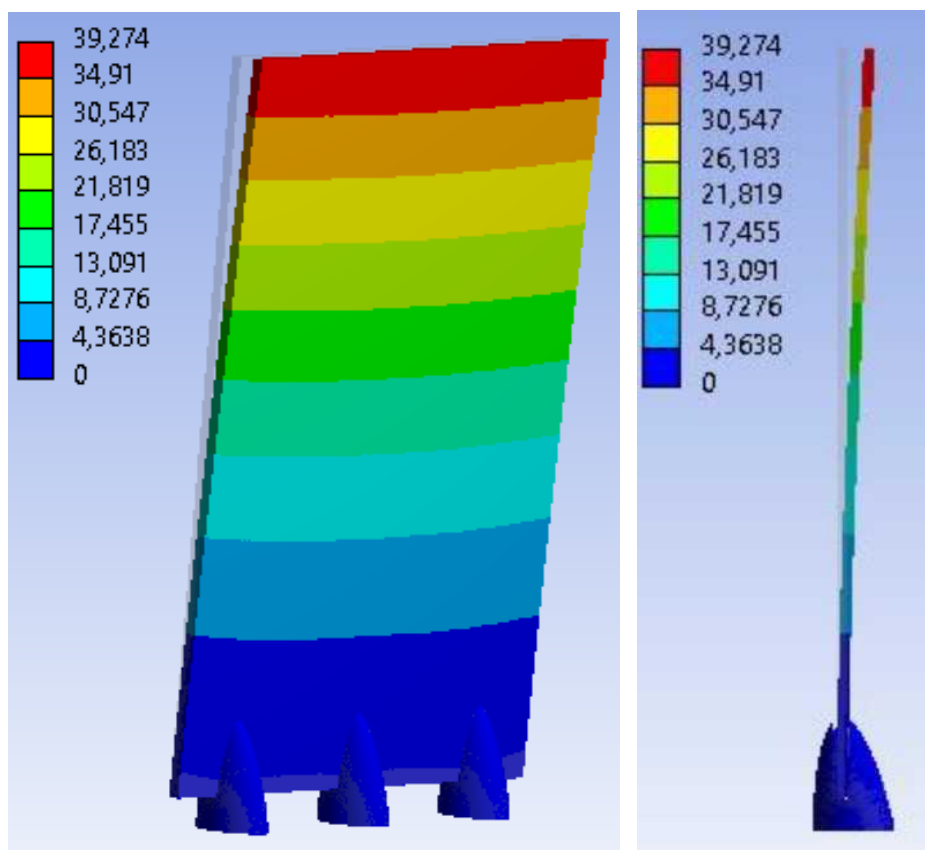
Szyba



Maksymalne naprężenie rozciągające w szybie jest **51,15 MPa**.

5.3.2 Odkształcenie

Całkowite odkształcenie [mm] przy obciążeniu charakterystycznym 1,00 kN/m działającym na górnej krawędzi szyby.



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby wynosi **39,27 mm**.

6 Podsumowanie

6.1 Balustrada szklana 2x SPIGOT

- Limitujące ugięcie szyby balustrady $W_{lim} = 25 \text{ mm} > 47,71 \text{ mm} \Rightarrow$ **NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ**
- Maksymalne dopuszczalne naprężenie w szybie balustrady $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 66,79 \text{ MPa} \Rightarrow$ **SPEŁNIA WYMAGANIA**
- Maksymalne dopuszczalne naprężenie w uchwytach punktowych „SPIGOT” $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 208,59 \text{ MPa} \Rightarrow$ **DOCHODZI DO SPLATYZOWANIA PRZEKROJU**

BALUSTRADA SZKLANA w ZESTAWIE A/6500-000 i A14/6500-000 (OFEROWANE PRZEZ PRODUCENTA ZESTAWU) SPRAWDZONYM OBLICZENIEM NUMERYCZNYM WYKAZUJE DOSTATECZNĄ NOŚNOŚĆ PRZY OBCIĄŻENIU POZIOMYM OBCIĄŻENIEM na GÓRNEJ KRAWĘDZI SZYBY o WIELKOŚCI **0,50 kN/m** DLA WYSOKOŚCI SZYBY 1,20 m (1,255 m NAD POZIOMEM PODŁOGI).

6.2 Balustrada szklana 3x SPIGOT

- Limitujące ugięcie szyby balustrady $W_{lim} = 25 \text{ mm} > 39,27 \text{ mm} \Rightarrow$ **NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ**
- Maksymalne dopuszczalne naprężenie w szybie balustrady $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 51,15 \text{ MPa} \Rightarrow$ **SPEŁNIA WYMAGANIA**

- Maksymalne dopuszczalne naprężenie w uchwytach punktowych „SPIGOT” $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 215,22 \text{ MPa}$

=> DOCHODZI DO SPLATYZOWANIA PRZĘKROJU

BALUSTRADA SZKLANA v ZESTAWIE A/6500-000 i A14/6500-000 (OFEROWANE PRZEZ PRODUCENTA ZESTAWU) SPRAWDZONYM OBLICZENIEM NUMERYCZNYM WYKAZUJE DOSTATECZNĄ NOŚNOŚĆ PRZY OBCIĄŻENIU POZIOMYM OBCIĄŻENIEM na GÓRNEJ KRAWĘDZI SZYBY o WIELKOŚCI **1,00 kN/m** DLA WYSOKOŚCI SZYBY 1,20 m (1,255 m NAD POZIOMEM PODŁOGI).

7 Normy i wykorzystane software

- [1] STN EN 1990 - Zasady projektowania konstrukcji
- [2] STN EN 1993 - Projektowanie konstrukcji stalowych
- [3] STN 74 3305 – Balustrady ochronne

Inż. Martin Lavko młodszy

**Befektető: UMAKOV Group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
82104 Pozsony – Főrév városrész**

STATIKAI SZAKVÉLEMÉNY

**PONTMEGFOGÁSOS ÜVEGKORLÁTRA -
SPIGOT A6500 és SPIGOT A6501**

**Felelős tervező: Ing. Kačo Belo
Kidolgozta: Ifj. Ing. Lavko Martin**



Kelt: Kassa, 2024 április

Pár 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
4	Statikai ábra	4
5	Számszerű elemzés	5
5.1	Anyagjellemzők a számszerű modellben.....	5
5.2	Üvegkorlát 2x SPIGOT	6
5.2.1	Feszültség	6
5.2.2	Deformáció.....	7
5.3	Üvegkorlát 3x SPIGOT	7
5.3.1	Feszültség	7
5.3.2	Deformáció.....	8
6	Végző	9
6.1	Üvegkorlát 2x SPIGOT	9
6.2	Üvegkorlát 3x SPIGOT	9
7	Szabványok és felhasznált szoftver	10

1 Projekt leírása

Az értékelés tárgya egy pontfogókkal rögzített üvegkorlát. Az értékelés feltételezi, hogy a korlátot A, B, C1, C2, C3, C4 kategóriájú épületekben használják.

1.1 Átvett dokumentumok

- Részletrajz a korlát felszereléséről és rögzítéséről
- A korlátszerkezet modellje szerkeszthető formátumban
- Anyagjellemzők és anyagspecifikációk a gyártóktól

2 Felhasznált anyagok

Acél:

Pontfogók:	AISI 304 (1.4301) és AISI316 (1.4401)
Csavarok:	4db Ø 10 8.8

Üveg:

2x8 mm + 1,52 mm PVB fólia	termikusan edzett üveg
----------------------------	------------------------

3 Terhelés

3.1 Állandó terhelés

A korlát magassága 1,255 m a padlószint felett. Üveglemez 2x8 mm + PVB 1,52 mm súlya, és magassága 1,200 m.

$g_k = 0,48 \text{ kN/m'}$

3.2 Hasznos terhelés

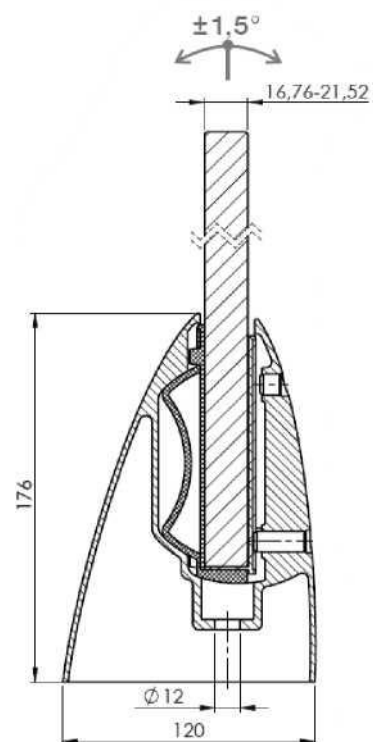
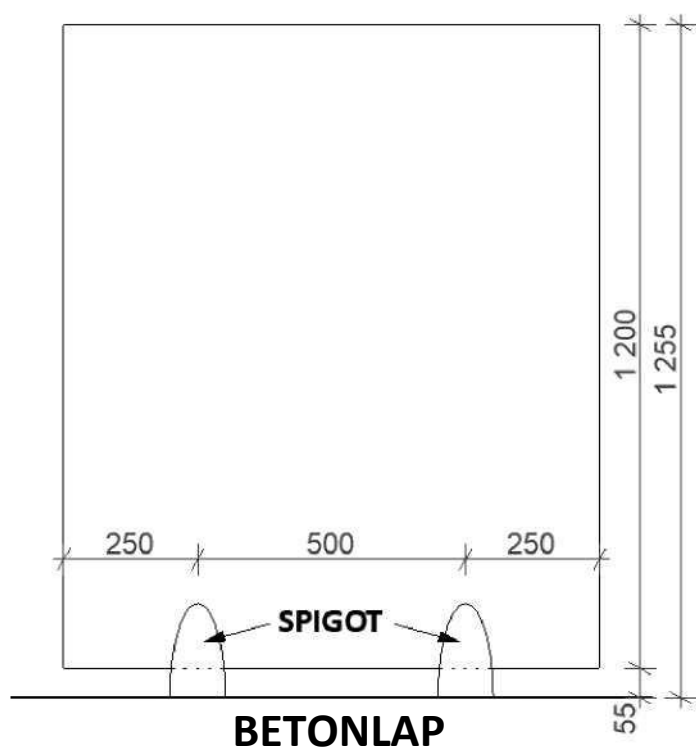
Vízszintes az A, B, C1 kategóriák esetében
 $q_k = 0,5 \text{ kN/m'}$

Vízszintes a C2, C3, C4 kategóriák esetében
 $q_k = 1,0 \text{ kN}$

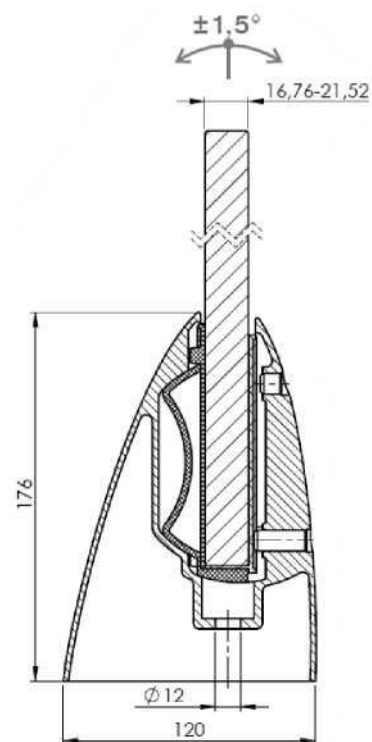
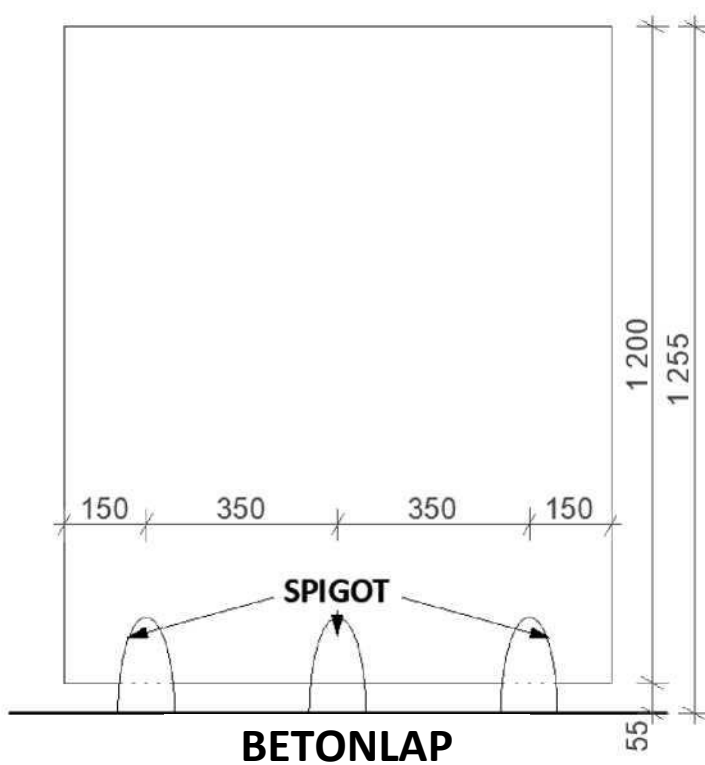
* az üveg felső szélére ható terhelés

4 Statikai ábra

Terhelt összeállítás 2x SPIGOT



Terhelt összeállítás 3x SPIGOT



5 Számszerű elemzés

Az A/6500-000 és az A14/6501-000 korlátszerkezeteket az üveg felső szélénél 1,00 kN/m' vízszintes terhelésnek lett kitéve. A modell egyszerűsítése során egyszerűsítették a rektifikációs csavarok menetét, és merev kötéssel helyettesítették azokat. A horgonycsavarok nem képezték a modell részét, és merev tartóval lettek helyettesítve. A numerikus modellben megmaradtak a védőkorlát-szerelvény egyéb fizikai és mechanikai paraméterei. Az alkalmazott terhelések rövid távúak voltak, a hőmérséklet és az UV-sugárzás PVB-fóliára gyakorolt hatásait nem vettük figyelembe. A rektifikációs csavarok nem voltak előfeszítve.

5.1 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

Az üveg megengedett legnagyobb feszültsége: $f_{g,k} = 120$ MPa; $f_{g,d} = 84,75$ MPa

ROZSDAMENTES ACÉL

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

A profilon megengedett legnagyobb feszültség: $f_0 = 205$ MPa; $\gamma_M = 1,0$; $f_{0,d} = f_0 / \gamma_M = 205 / 1,0 = 205$ MPa

MŰANYAG ALÁTÉTEK

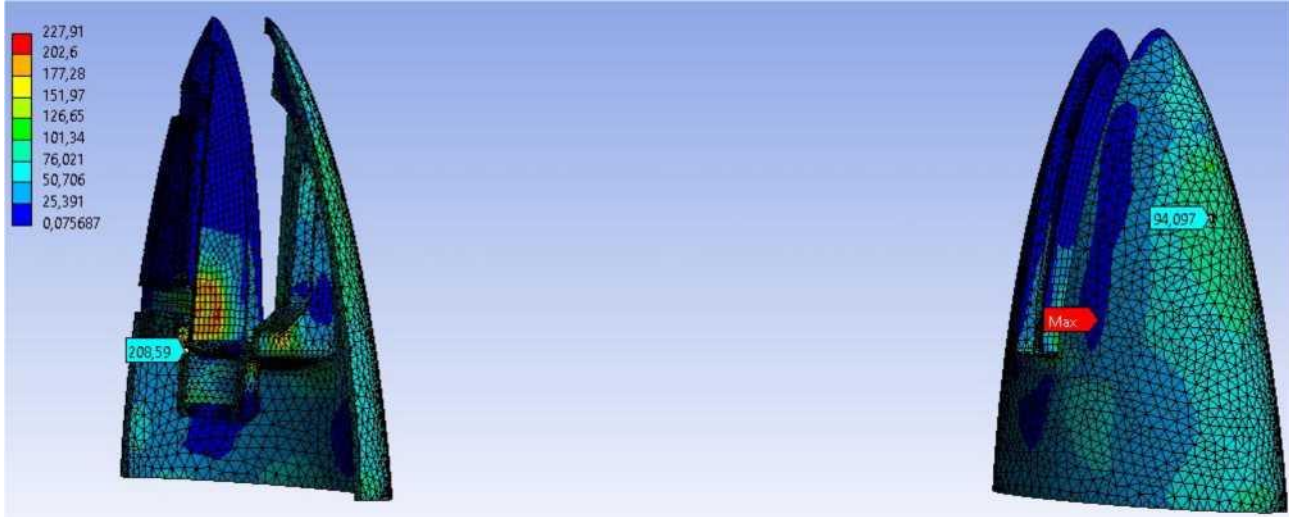
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear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

5.2 Üvegkorlát 2x SPIGOT

5.2.1 Feszültség

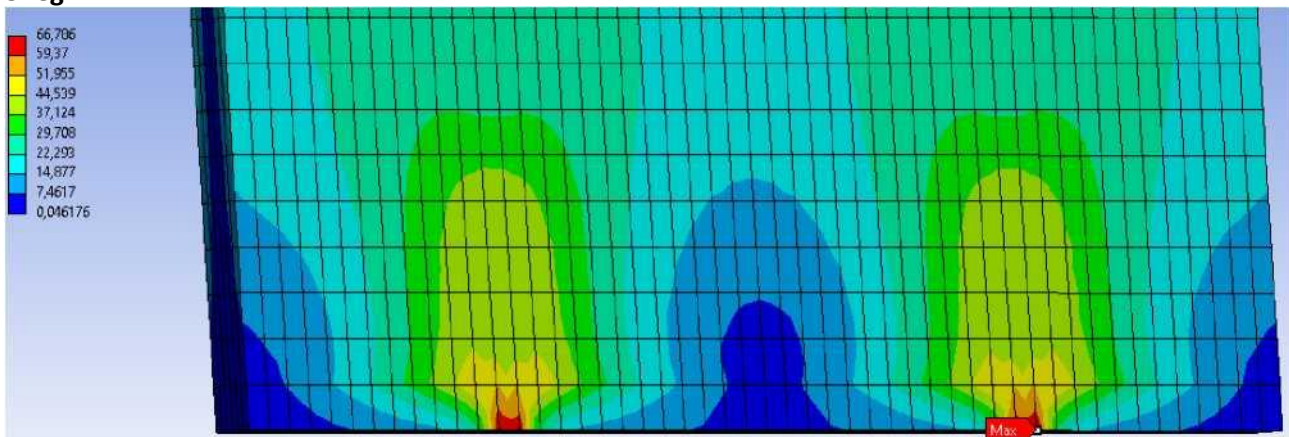
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Üvegtartó konzol - Spigot



A korláttartó konzol -spigot maximális feszültsége **208,59 MPa**. Max. feszültség a rozsdam. acél alátétén **227,91 MPa**

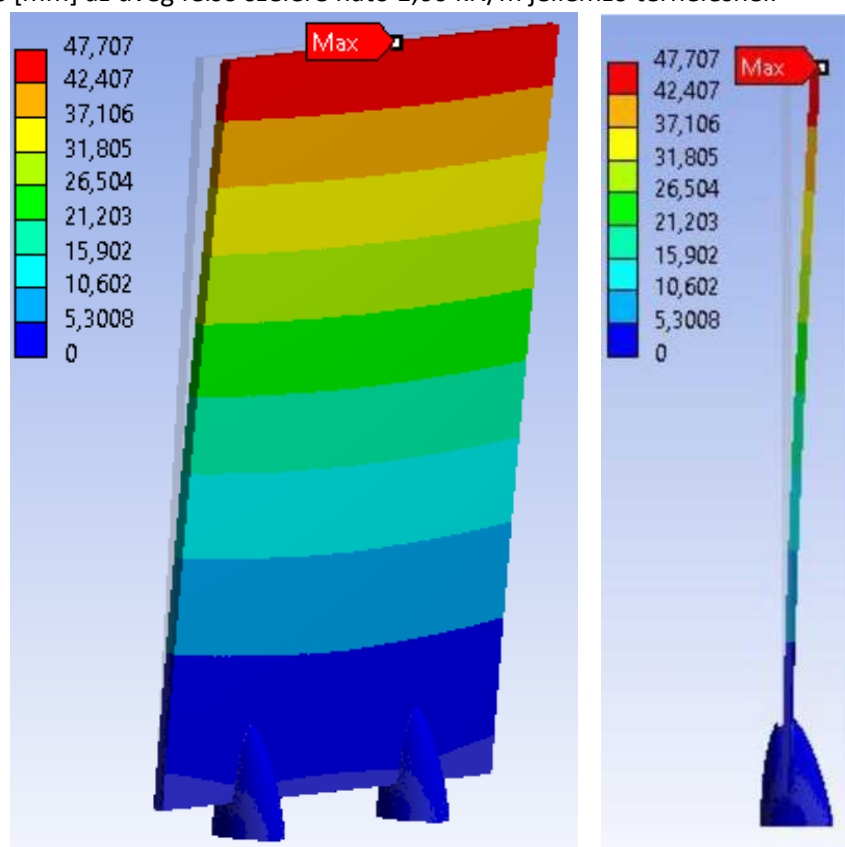
Üveg



Az üvegre ható maximális szakítófeszültség **66,79 MPa**.

5.2.2 Deformáció

Teljes alakváltozás [mm] az üveg felső szélére ható 1,00 kN/m jellemző terhelésnél.



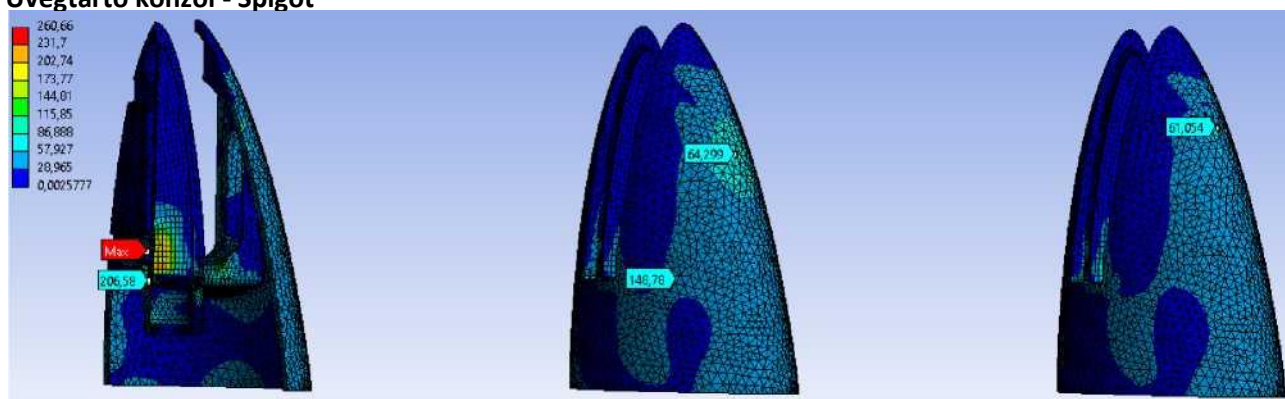
Az üveg felső szélének maximális alakváltozása **47,71 mm**.

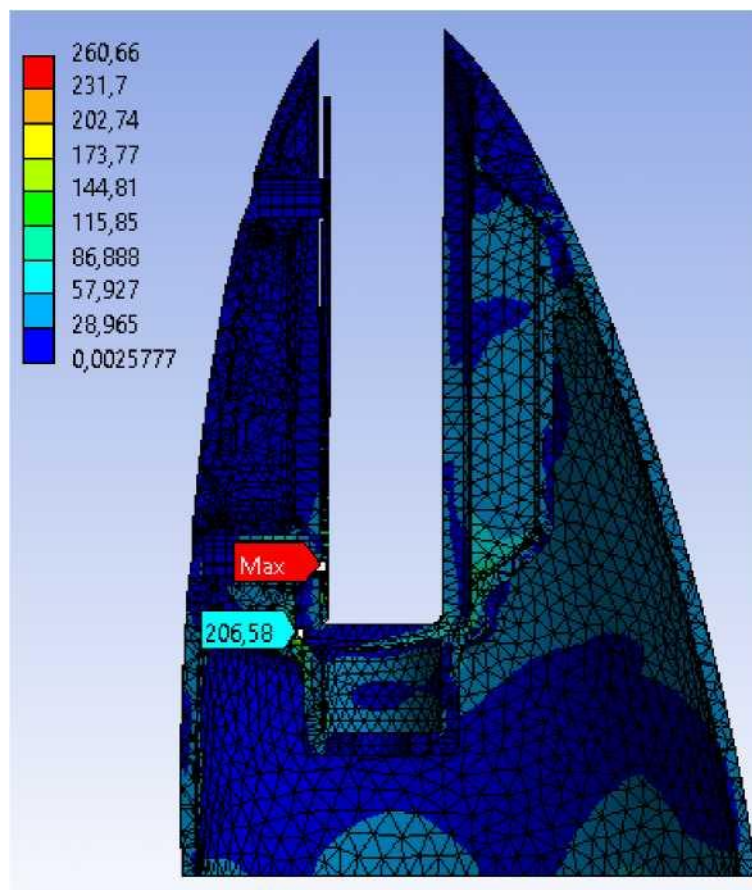
5.3 Üvegkorlát 3x SPIGOT

5.3.1 Feszültség

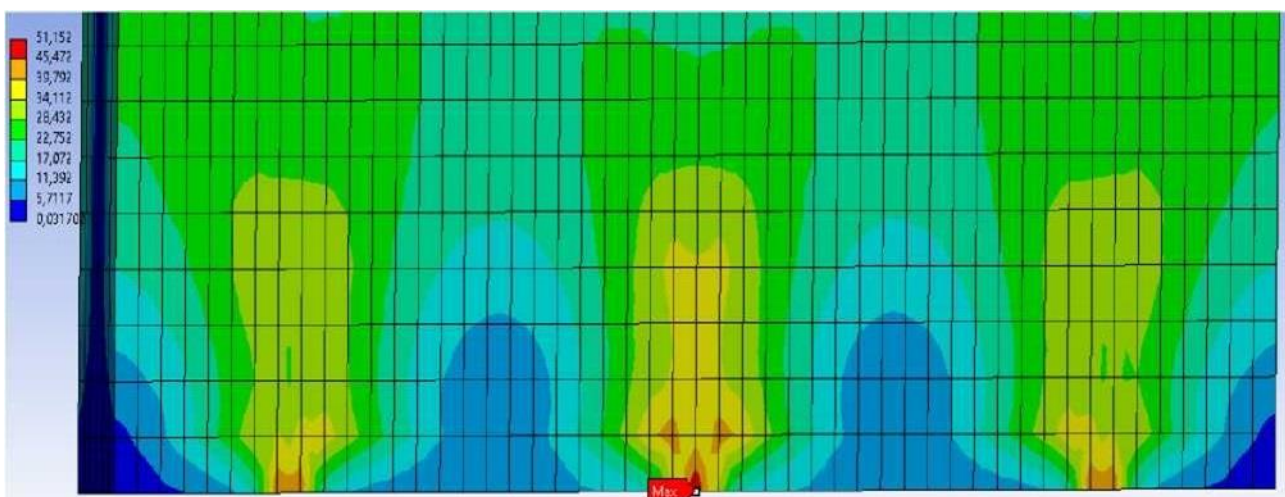
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Üvegtartó konzol - Spigot





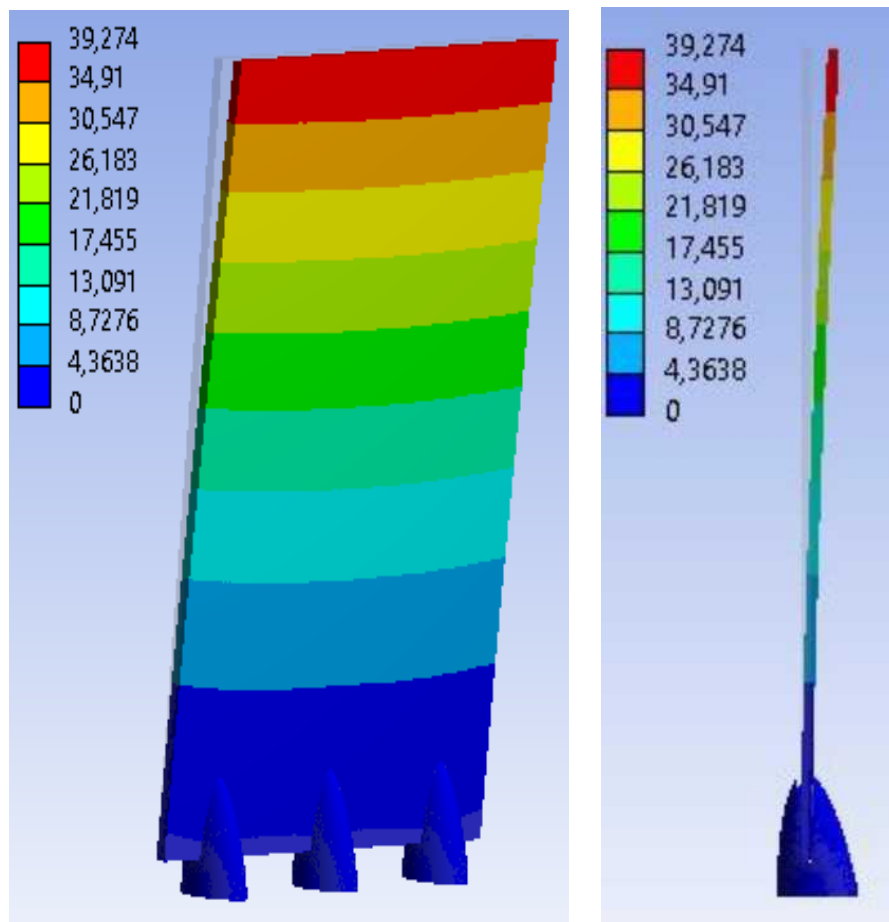
A korláttartó konzol -spigot maximális feszültsége **206,58 MPa**. Max. feszültség a rozsdamentes acél alátétén **215,22 MPa**. A maximális **260,66 MPa** feszültség a rozsdamentes acélsavaron van.



Az üvegre ható maximális szakítófeszültség **51,15 MPa**.

5.3.2 Deformáció

Teljes alakváltozás [mm] az üveg felső szélére ható 1,00 kN/m jellemző terhelésnél.



Az üveg felső szélének maximális alakváltozása **39,27 mm**.

6 Végszó

6.1 Üvegkorlát 2x SPIGOT

- A korlát üvegének határhajlíthatósága $W_{lim} = 25 \text{ mm} > 47,71 \text{ mm} \Rightarrow$ **NEM FELEL MEG**
- A korlát üvegének megengedett legnagyobb feszültsége $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 66,79 \text{ MPa} \Rightarrow$ **MEGFELEL**
- A „SPIGOT” pontfogantyúk maximálisan megengedett feszültsége $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 208,59 \text{ MPa}$

$\Rightarrow$ A KERESZTMETSZETI TERÜLET ELLAPOSODIK

AZ A/6500-000 ÉS A14/6500-000 ÖSSZEÁLLÍTÁSBAN LÉVŐ (AZ ÖSSZEÁLLÍTÁS GYÁRTÓJA ÁLTAL KÍNÁLT) ÜVEGKORLÁT - SZÁMSZERŰ SZÁMÍTÁSSAL IGAZOLTAN - ELEGENDŐ TEHERBÍRÁST MUTAT, AMIKOR AZ ÜVEG FELSZŐ SZÉLÉNÉL VÍZSZINTES HORIZONTÁLIS TERHELÉSSSEL TERHELT, AMELYNEK MÉRTÉKE **0,50 kN/m'** 1,20 m-es ÜVEGMAGASSÁG (1,255 m-rel A PADLÓSZINT FELETT) ESETÉN.

6.2 Üvegkorlát 3x SPIGOT

- A korlát üvegének határhajlíthatósága $W_{lim} = 25 \text{ mm} > 39,27 \text{ mm} \Rightarrow$ **NEM FELEL MEG**
- A korlát üvegének megengedett legnagyobb feszültsége $f_{g,k} = 120 \text{ MPa} > 51,15 \text{ MPa} \Rightarrow$ **MEGFELEL**

- A „SPIGOT” pontfogantyúk max. megengedett feszültsége $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 215,22 \text{ MPa}$

=> A KERESZTMETSZETI TERÜLET ELLAPOSODIK

AZ A/6500-000 ÉS A14/6500-000 ÖSSZEÁLLÍTÁSBAN LÉVŐ (AZ ÖSSZEÁLLÍTÁS GYÁRTÓJA ÁLTAL KÍNÁLT) ÜVEGKORLÁT - SZÁMSZERŰ SZÁMÍTÁSSAL IGAZOLTAN - ELEGENDŐ TEHERBÍRÁST MUTAT, AMIKOR AZ ÜVEG FELSŐ SZÉLÉNÉL VÍZSZINTES HORIZONTÁLIS TERHELÉSSSEL TERHELT, AMELYNEK MÉRTÉKE **1,00 kN/m'** 1,20 m-es ÜVEGMAGASSÁG (1,255 m-rel A PADLÓSZINT FELETT) ESETÉN.

7 Szabványok és felhasznált szoftver

- [1] STN EN 1990 - A tartószerkezetek tervezésének alapja
- [2] STN EN 1993 - Acélszerkezetek tervezése
- [3] STN 74 3305 – Biztonsági korlátok

Ifj. Ing. Lavko Martin