

**SELECT LANGUAGE****ENGLISH****2****SLOVENSKY****9****ČESKY****DEUTSCH****16****POLSKI****23****MAGYAR****30****ITALIAN****FRANÇAIS**

Investor:

**UMAKOV group, a.s.,
Galvaniho 7/D,
82104 Bratislava - Ružinov district**

STATIC REPORT

**GLASS HANDRAILS ON POINT HANDLES -
BUILD A/0747-FLEX1-B**

Responsible designer: Ing. Belo Kačo

Prepared by: Ing. Martin Lavko, Jr.

in Košice, in July 2023

Paré number:

Content

1	Project description	3
1.1	Received documents	3
2	Used materials	3
3	Loads	3
3.1	Constant load	3
3.2	Payload	3
4	Static diagram	4
5	Numerical analysis	4
5.1	Material characteristics in the numerical model	4
5.2	4 ks point handles	5
5.2.1	Voltage	5
5.2.2	Deformation	6
6	Conclusion	6
7	Standards and used software	7

1 Project description

The subject of the assessment is glass handrails anchored on point handles. The report supposes

the use of handrails in buildings of categories A, B, Cl, C2, C3, C4.

1.1 Received documents

Drawing of the detail of laying and anchoring the handrails

Handrail assembly model in editable format

Material characteristics and specifications of materials from manufacturers

2 Materials used

Steel:

Point handles: AISI 304

Screws: 4pcs 010 8.8

Glass:

2x8 mm + 0.76 mm PVB foil Heat-tempered glass

3 Loads

3.1 constant load

Handrail height 1,100 mm above floor level. Weight of glass plate 2x8 mm + PVB 0.76 mm, height 1.39 m.

$g_k = 0.56 \text{ kN/m}$

3.2 Payload

Horizontal for categories A, B, Cl

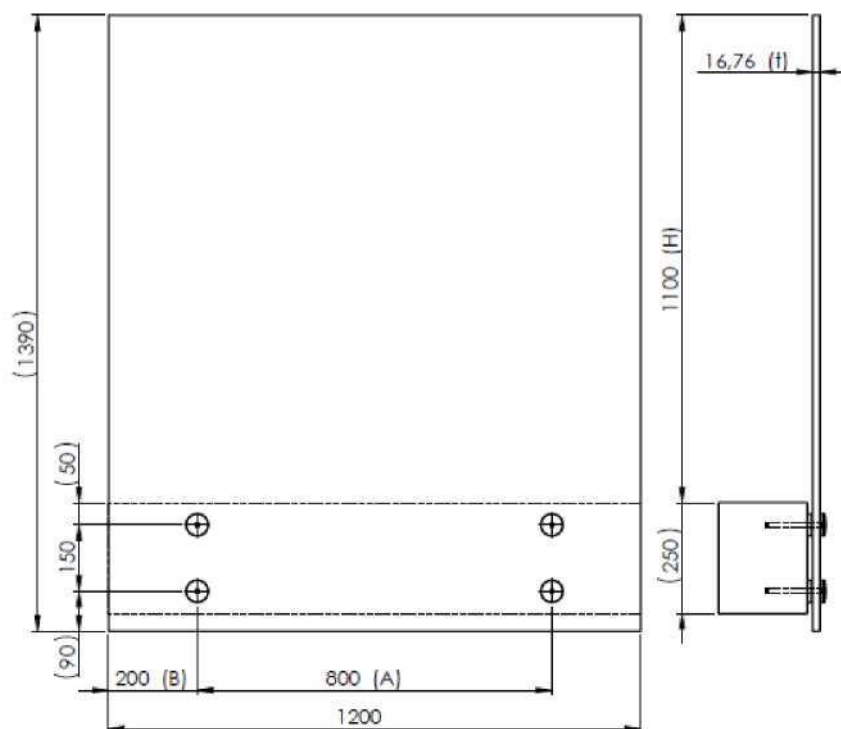
Horizontal for categories C2, C3, C4

$q_k = 0.5 \text{ kN/m}$ $q_k = 1.0 \text{ kN}$

4 Static diagram

Loaded assembly

A/0747-FLEX1-B



5 Numerical analysis

Anchoring the glass pane, see Static diagram

5.1 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

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

STAINLESS STEEL

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		
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	205	MPa
25	Compressive Yield Strength	205	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	505	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	0	Pa

Maximum permissible voltage on the profile: $f_0 = 205 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1.0$; $f_{0,d} = f_0/\gamma_M = 205/1.0 = 205 \text{ MPa}$

PLASTIC WASHERS

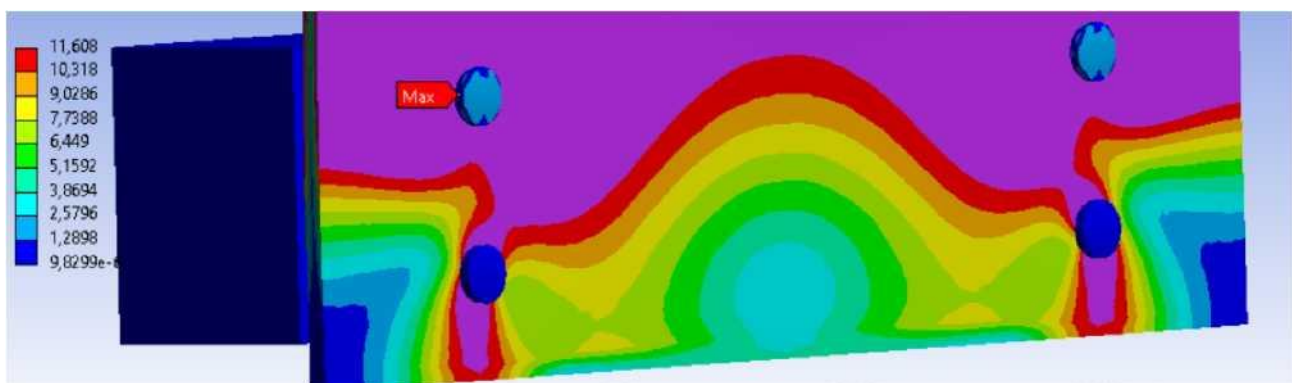
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	Tensile Yield Strength	45	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	49	MPa
13	Isotropic Thermal Conductivity	0,258	J m ⁻¹ s ⁻¹ C ⁻¹
14	Specific Heat, C _p	1720	J kg ⁻¹ C ⁻¹
15	Isotropic Resistivity	9,95E+13	ohm m

5.2 4 point handles

5.2.1 Voltage

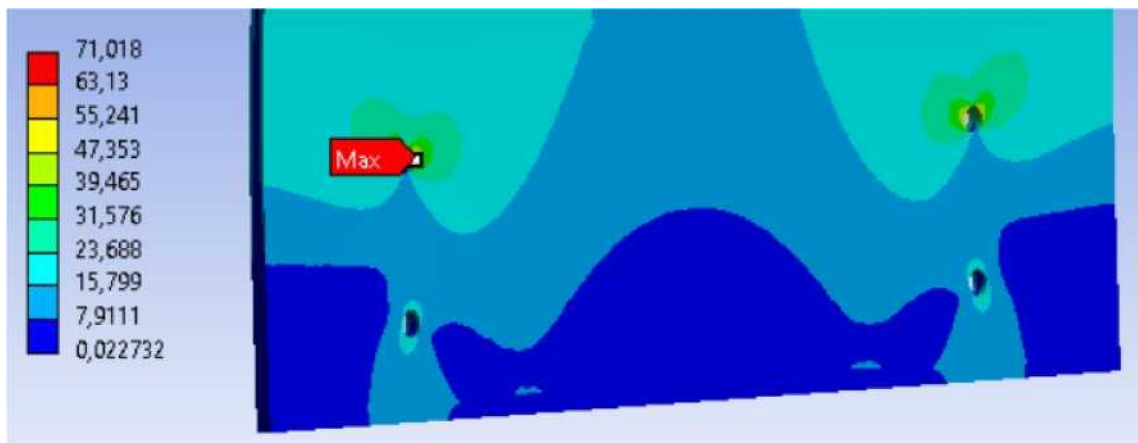
Equivalent (von-Mises) voltage [MPa]

Dartboards



The maximum voltage on the targets is 11.61 MPa.

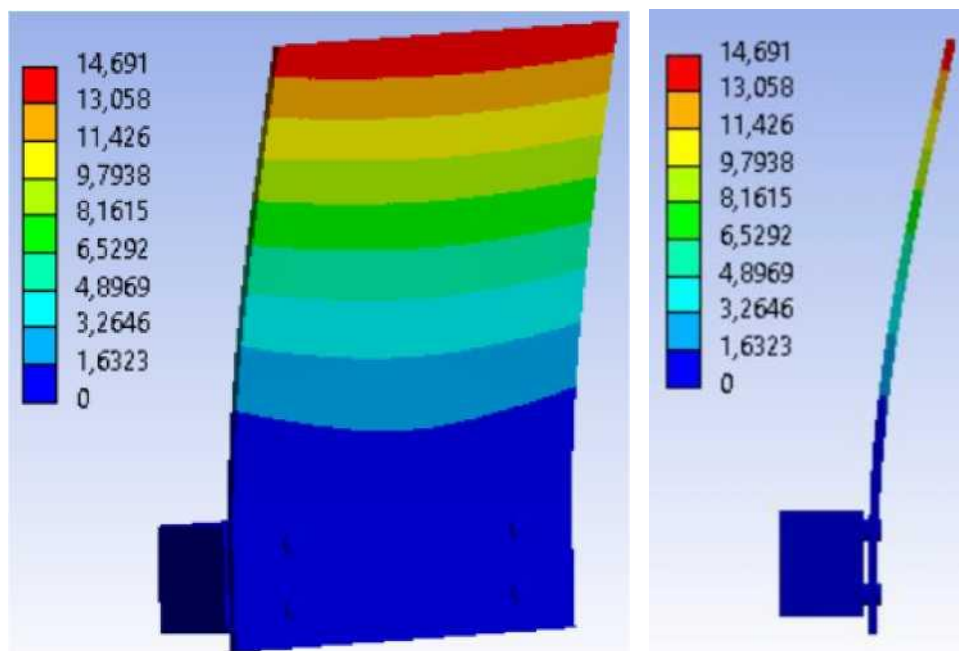
Glass



The maximum tensile stress on the glass is 71.02 MPa.

5.2.2 Deformation

Total deformation [mm] at a characteristic load of 1.00 kN/m acting on the upper edge of the glass.



The maximum deformation of the upper edge of the glass is 14.69 mm.

6 Conclusion

Limit deflection deflection of the handrail glass $W_{lim} = 25 \text{ mm} > 14.69 \text{ mm} \Rightarrow \text{SATISFACTORY}$

Maximum permissible stress on the handrail glass $f_{g,d} = 84.75 \text{ MPa} > 71.02 \text{ MPa} \Rightarrow \text{SATISFACTORY}$

Maximum permissible stress in steel targets $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 11.61 \text{ MPa} \Rightarrow \text{SATISFACTORY}$

THE GLASS HANDRAIL in the ASSEMBLY A/0747-FLEX1-B (OFFERED BY THE ASSEMBLY MANUFACTURER) VERIFIED BY NUMERICAL CALCULATION SHOWS SUFFICIENT LOAD-BEARING CAPACITY WHEN LOADED WITH HORIZONTAL

HORIZONTAL LOAD in the UPPER EDGE of the GLASS with a SIZE of 1.00 kN/m' FOR GLASS HEIGHTS of 1.39 m (1.10 m ABOVE FLOOR LEVEL).

VERIFICATION OF THE NUMERICAL MODEL AND PRIOR TO PLACING THE GLASS HANDRAIL ON THE MARKET, IT IS NECESSARY TO PERFORM AN EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE AFOREMENTIONED HANDRAIL. THE PRESENTED RESULTS ARE OF AN INFORMATIVE NATURE. ANCHORS HAVE NOT BEEN ASSESSED, THE CHOICE OF ANCHOR AND ITS USE MUST BE APPROVED BY THE ANCHOR MANUFACTURER.

7 Standards and used software

- [1] STN EN 1990 - Principles of structural design
- [2] STN EN 1999 - Design of aluminium structures
- [3] STN 74 3305 - Protective handrails
- [4] STN EN 1993 - Design of steel structures

Ing. Martin Lavko, Jr.

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

STATICKÝ POSUDOK

SKLENENÉHO ZÁBRADLIA NA BODOVÝCH ÚCHYTOCH -
ZOSTAVA A/0747-FLEX1-B



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

Košice, júl 2023

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	4
5.1	Materiálové charakteristiky v numerickom modeli	4
5.2	4 ks bodových úchyto	5
5.2.1	Napätie	5
5.2.2	Deformácia	6
6	Záver.....	6
7	Normy a použitý software.....	7

1 Popis projektu

Predmetom posúdenia je sklenené zábradlie kotvené na bodových úchytoch. V posudku je predpokladané použitie zábradlia v budovách kategórie A, B, C1, C2, C3, C4.

1.1 Prijaté podklady

- Výkres detailu uloženia a kotvenia zábradlia
- Model zostavy zábradlia v editovateľnom formáte
- Materiálové charakteristiky a špecifikácie materiálov od výrobcov

2 Použité materiály

Oceľ:

Bodové úchyty: AISI 304

Skrutky: 4ks $\varnothing 10$ 8.8

Sklo:

2x8 mm + 0,76 mm PVB fólia Tepelne tvrdené sklo

3 Zaťaženie

3.1 Stále zaťaženie

Výška zábradlia 1,100 m nad úroveň podlahy. Ťiaž sklenenej dosky 2x8 mm + PVB 0,76 mm, výška 1,39 m.

$g_k = 0,56 \text{ kN/m'}$

3.2 Úžitkové zaťaženie

Horizontálne pre kategórie A, B, C1

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

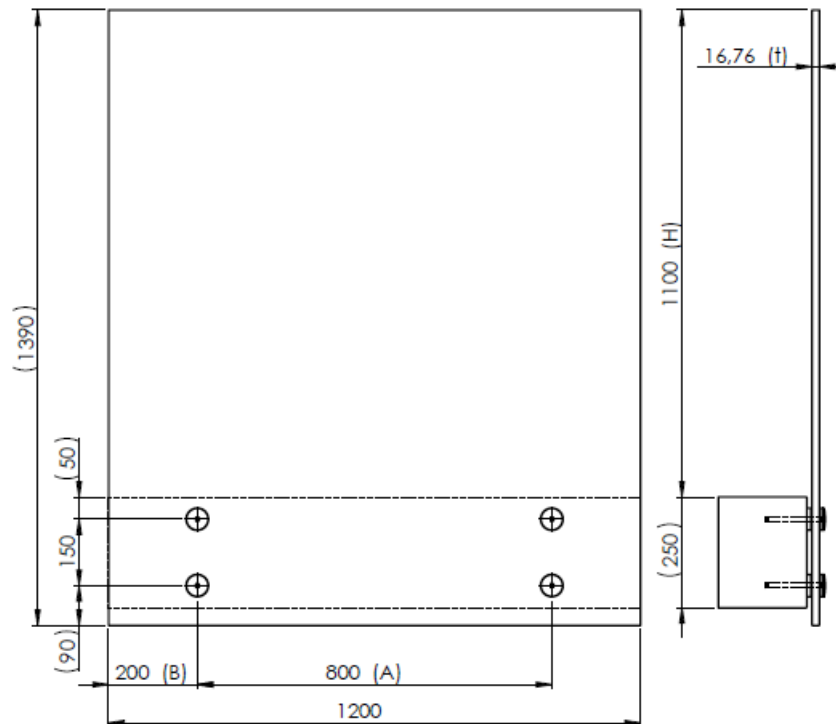
Horizontálne pre kategórie C2, C3, C4

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

4 Statické schéma

Zaťažovaná zostava

A/0747-FLEX1-B



5 Numerická analýza

Kotvenie sklenenej tabule vid'. Statické schéma.

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	7850	kg m ⁻³
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	205	MPa
25	Compressive Yield Strength	205	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	505	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	0	Pa

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

PLASTOVÉ PODLOŽKY

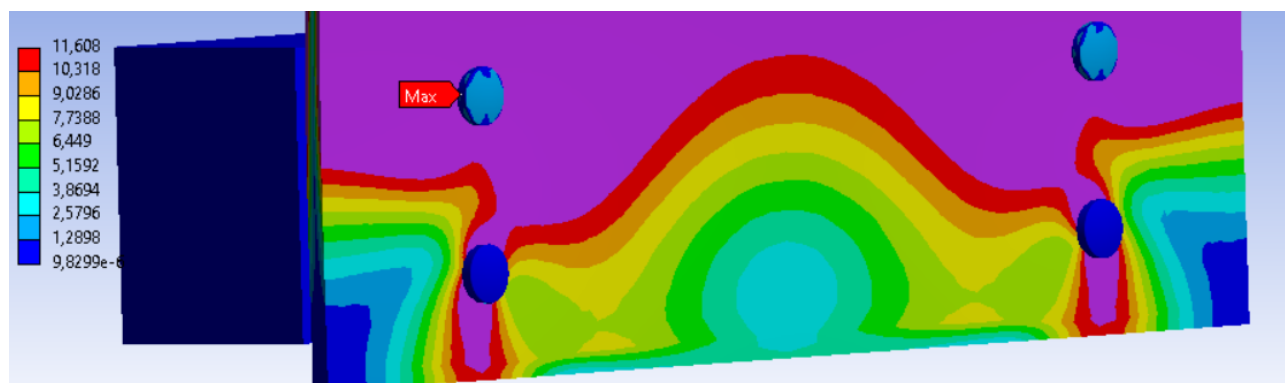
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	Tensile Yield Strength	45	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	49	MPa
13	Isotropic Thermal Conductivity	0,258	J m ⁻¹ s ⁻¹ C ⁻¹
14	Specific Heat, C _p	1720	J kg ⁻¹ C ⁻¹
15	Isotropic Resistivity	9,95E+13	ohm m

5.2 4 ks bodových úchyto

5.2.1 Napätie

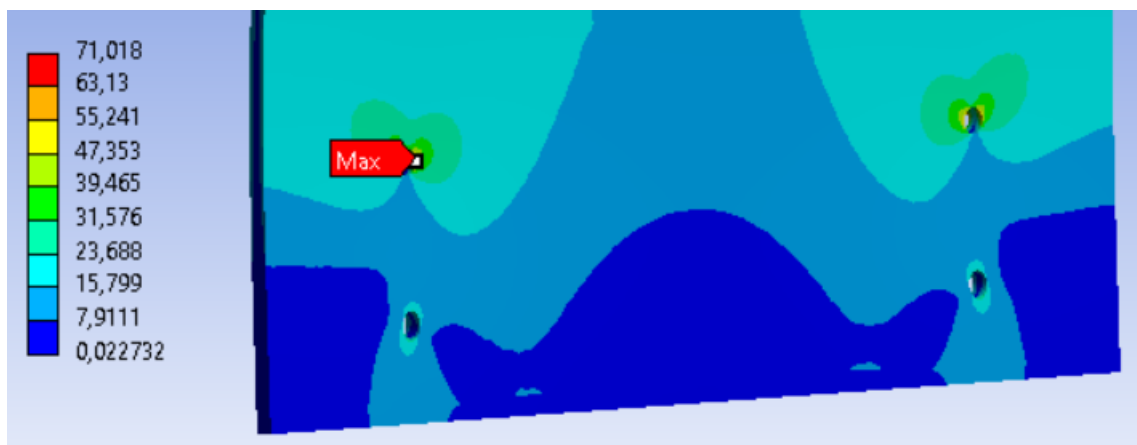
Ekvivalentné (von-Mises) napätie [MPa]

Terče



Maximálne napätie na terčoch je 11,61 MPa.

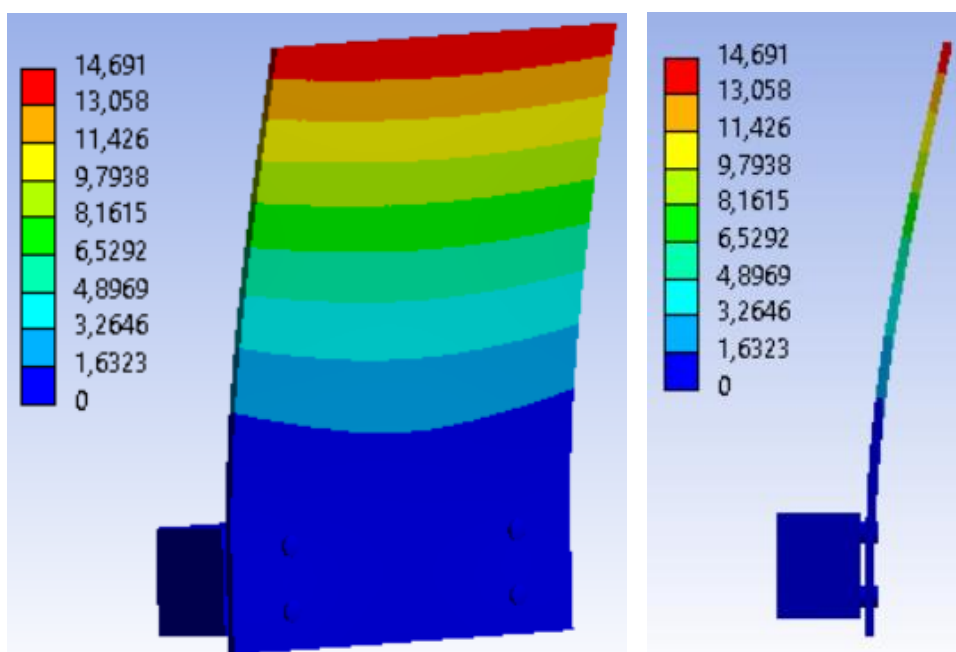
Sklo



Maximálne ťahové napätie na skle je 71,02 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 14,69 mm.

6 Záver

Limitný prieťah prieťah skla zábradlia $w_{lim} = 25 \text{ mm} > 14,69 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Maximálne prípustné napätie na skle zábradlia $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa} > 71,02 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Maximálne prípustné napätie v oceľových terčoch $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 11,61 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

SKLENENÉ ZÁBRADLIE V ZOSTAVE A/0747-FLEX1-B (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 1,39 m (1,10 m NAD ÚROVEŇ PODLAHY).

OVERENIE NUMERICKÉHO MODELU A PRED UVEDENÍM SKLENENÉHO ZÁBRADLIA NA TERČOCH NA TRH JE NUTNÉ VYKONAŤ EXPERIMENTÁLNU ANALÝZU SPOMÍNANÝCH ZÁBRADLÍ. PREZENTOVANÉ VÝSLEDKY MAJÚ INFORMATÍVNY CHARAKTER. KOTVY NEBOLI POSUDZOVANÉ, VÝBER KOTVY A JEJ POUŽITIE MUSÍ BYŤ ODSÚHLASENÉ VÝROBCOM KOTVY.

7 Normy a použitý software

- [1] STN EN 1990 – Zásady navrhovania konštrukcií
- [2] STN EN 1999 – Navrhovanie hliníkových konštrukcií
- [3] STN 74 3305 – Ochranné zábradlia
- [4] STN EN 1993 – Navrhovanie oceľových konštrukcií



Ing. Martin Lavko, ml.

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

STATISCHER NACHWEIS

**DES GLASGELÄNDERS MIT PUNKTHALTEN –
BAUGRUPPE A/0747-FLEX1-B**

**Verantw. Projektant: Ing. Belo Kačo
Erarbeitet von: Ing. Martin Lavko, der Jüngere**

Košice, Juli 2023

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.....	4
5.1	Materialcharakterisierung im numerischen Modell	4
5.2	4 Stück Punkthalter	5
5.2.1	Spannung	5
5.2.2	Verformung.....	6
6	Schlussfolgerung	6
7	Normen und verwendete Software	7

1 Projektbeschreibung

Gegenstand der Beurteilung ist ein mit Punkthaltern verankertes Glasgeländer. 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 und der Verankerung des Geländers
- Modell der Baugruppe des Geländers im editierbaren Format
- Materialcharakterisierungen und Materialspezifikationen von den Herstellern

2 Verwendete Materialien

Stahl:

Punkthalter:	AISI 304
Schrauben:	4 St. $\varnothing 10$ 8.8

Glas:

2x8 mm + 0,76 mm PVB-Folie	Thermisch gehärtetes Glas
----------------------------	---------------------------

3 Belastung

3.1 Ständige Belastung

Höhe des Geländers 1,100 m über der Fußbodenebene. Schwere der Glasplatte 2x8 mm + PVB 0,76 mm, Höhe 1,39 m.

$$g_k = 0,56 \text{ kN/m'}$$

3.2 Nutzlast

Horizontal für die Kategorien A, B, C1

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

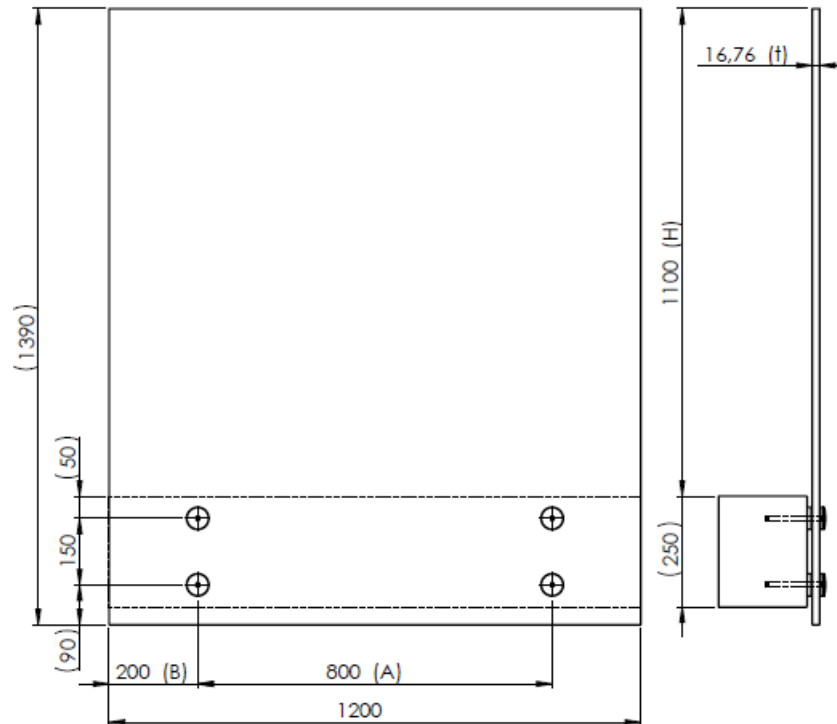
Horizontal für die Kategorien C2, C3, C4

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

4 Statisches Schema

Die zu belastende Baugruppe

A/0747-FLEX1-B



5 Numerische Analyse

Verankerung der Glasscheibe siehe Statisches Schema.

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

NICHT ROSTENDER STAHL

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		
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	205	MPa
25	Compressive Yield Strength	205	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	505	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	0	Pa

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

KUNSTSTOFFSCHEIBEN

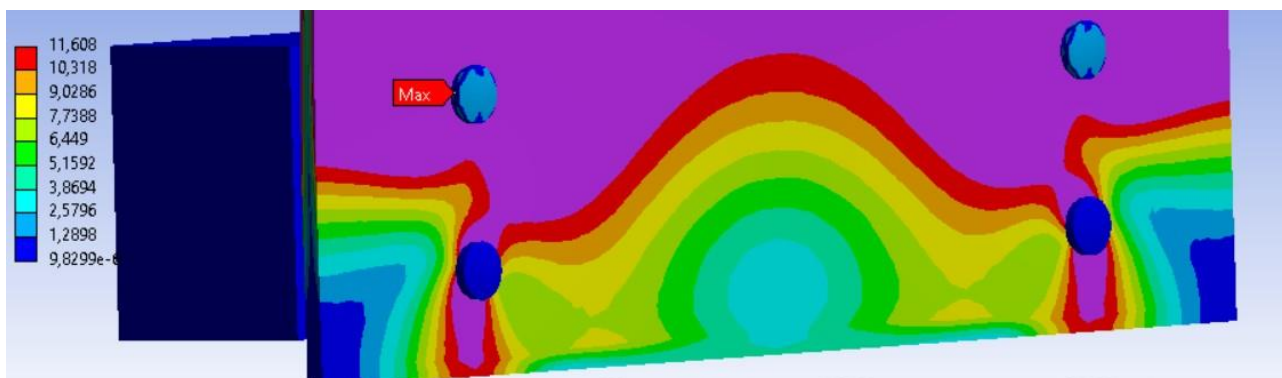
1	Property	Value	Unit
2	Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹
5	Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an...	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	Tensile Yield Strength	45	MPa
12	Tensile Ultimate Strength	49	MPa
13	Isotropic Thermal Conductivity	0,258	J m ⁻¹ s ⁻¹ C ⁻¹
14	Specific Heat, C _p	1720	J kg ⁻¹ C ⁻¹
15	Isotropic Resistivity	9,95E+13	ohm m

5.2 4 Stück Punkthalter

5.2.1 Spannung

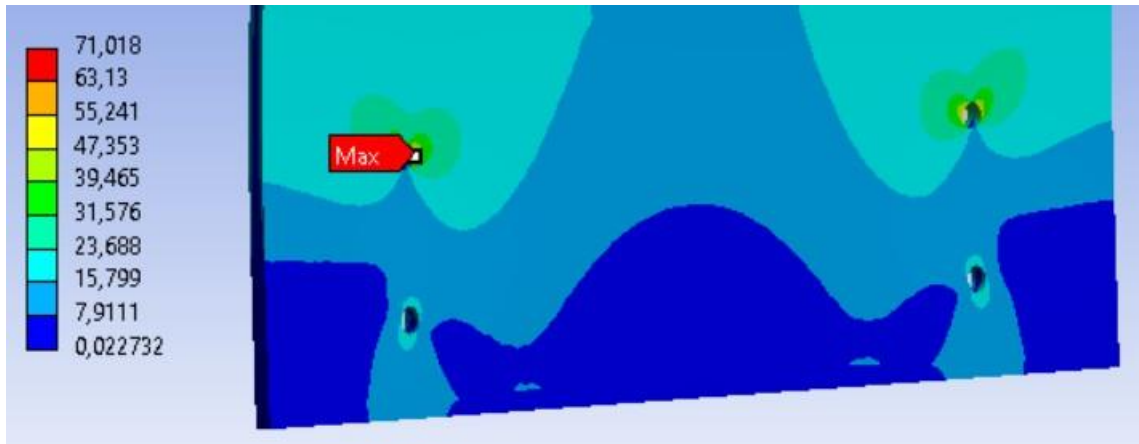
(von-Mises-)Vergleichsspannung [MPa]

Punkthalter



Die maximale Spannung an den Punkthaltern beträgt 11,61 MPa.

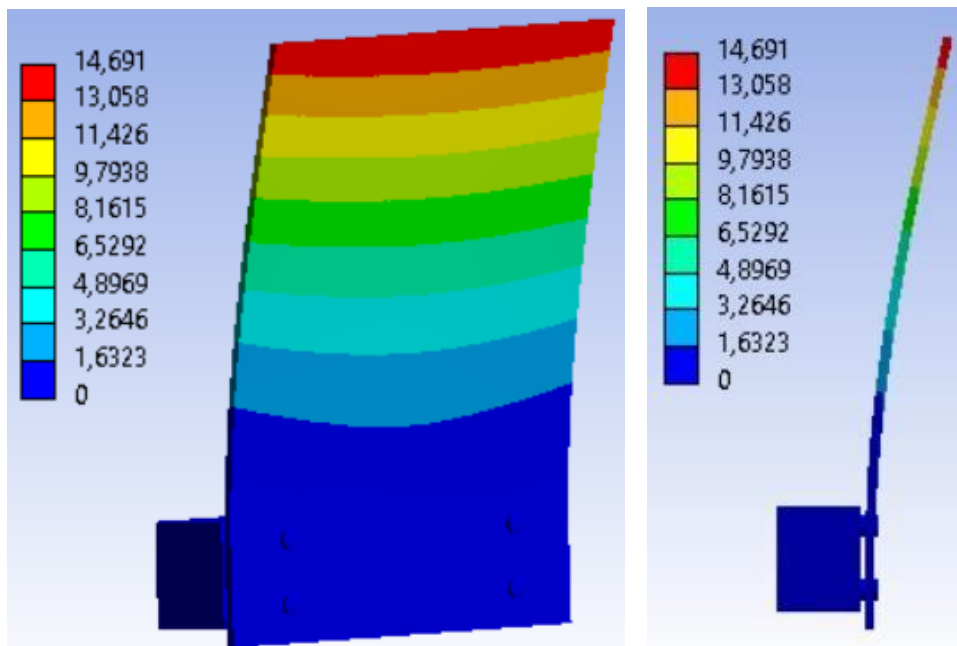
Glas



Die maximale Zugspannung am Glas beträgt 71,02 MPa.

5.2.2 Verformung

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



Die maximale Verformung der Glasoberkante beträgt 14,69 mm.

6 Schlussfolgerung

Der Grenzwert der Durchbiegung des Glases des Geländers $w_{lim} = 25 \text{ mm} > 14,69 \text{ mm} \Rightarrow$ GENÜGT

Die maximal zulässige Spannung am Glas des Geländers $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa} > 71,02 \text{ MPa} \Rightarrow$ GENÜGT

Die maximal zulässige Spannung in den Stahl-Punkthaltern $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 11,61 \text{ MPa} \Rightarrow$ GENÜGT

DAS (VOM MONTAGEHERSTELLER ANGEBOtene) GLASGELÄNDER IN DER BAUGRUPPE A/0747-FLEX1-B, DURCH NUMERISCHE BERECHNUNG ÜBERPRÜFT, WEIST EINE AUSREICHENDE TRAGFÄHIGKEIT BEI WAAGERECHTER HORIZONTALER BELASTUNG IN DER GLASOBERKANTE VON

1,00 kN/m' FÜR DIE GLASHÖHEN VON 1,39 m (1,10 m ÜBER DER FUSSBODENEbene) AUS.

ÜBERPRÜFUNG DES NUMERISCHEN MODELLS UND VOR DER MARKTEINFÜHRUNG DES GLASGELÄNDERS MIT PUNKTHALTEN IST ES NOTWENDIG, EINE EXPERIMENTELLE ANALYSE DER ERWÄHNTEN GELÄNDER 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 BESTÄTIGT WERDEN.

7 Normen und verwendete Software

[1] STN EN 1990 – Grundlagen der Tragwerksplanung

[2] STN EN 1999 – Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

[3] STN 74 3305 – Schutzgeländer

[4] STN EN 1993 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

Ing. Martin Lavko, der Jüngere

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

RAPORT STATYCZNY

**DLA BALUSTRADY SZKLANEJ NA UCHWYTACH
PUNKTOWYCH - ZESTAW A/0747-FLEX1-B**

Projektant odpowiedzialny: inż. Belo Kačo

Opracował: inż. Martin Lavko, młodszy

Košice, czerwiec 2023

Nr kopii

Spis treści

1	Opis projektu	3
1.1	Przyjęte 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	4
5.2	4 szt. uchwytów punktowych.....	5
5.2.1	Naprężenie	5
5.2.2	Odkształcenie	6
6	Podsumowanie.....	6
7	Normy i zastosowane software.....	7

1 Opis projektu

Przedmiotem raportu jest balustrada szklana kotwiona na uchwytych punktowych. W raporcie zakłada się wykorzystanie balustrady w budynkach kategorii A, B, C1, C2, C3, C4.

1.1 Przyjęte dokumenty

- Rysunek szczegółu ułożenia i kotwienia balustrady
- Model zestawu balustrady w edytowalnym formacie
- Charakterystyki materiałowe i specyfikacje materiałów pochodzące od producentów

2 Zastosowane materiały

Stal:

Uchwyty punktowe: AISI 304

Śruby: 4 szt. Φ 10, 8.8

Szyba:

2x8 mm + 0,76 mm folia PVB Szkło termohartowane

3 Obciążenie

3.1 Obciążenie stałe

Wysokość balustrady sięga 1,100 m nad poziom podłogi. Ciężar tafli szklanej 2x8 mm + PVB 0,76 mm, wysokość 1,39 m.

$g_k = 0,56 \text{ kN/m}$

3.2 Obciążenie użytkowe

Poziome dla kategorii A, B, C1

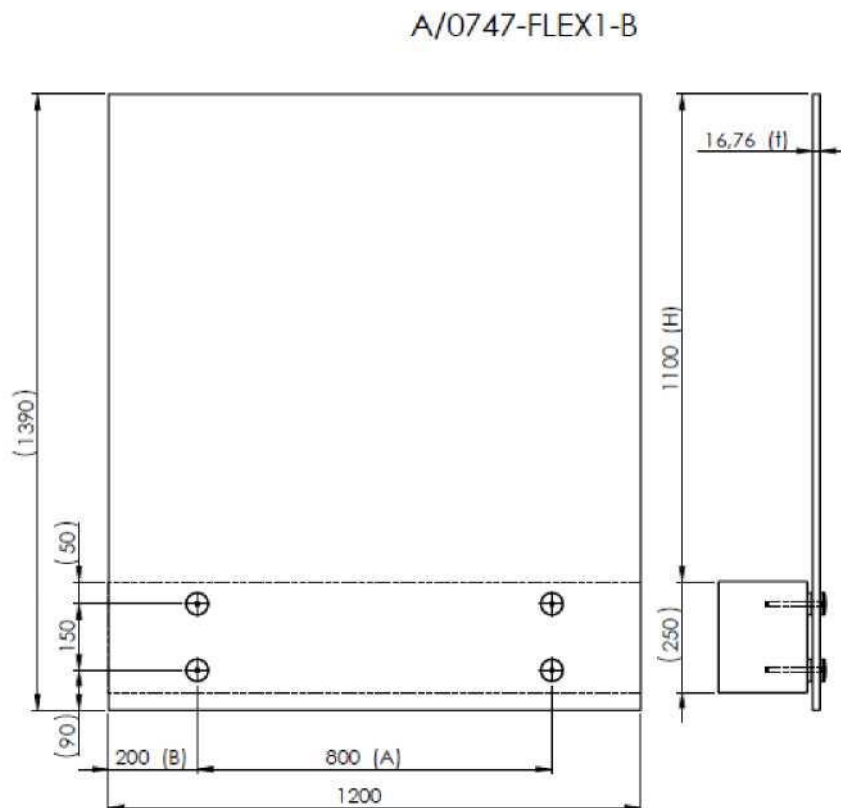
$q_k = 0,5 \text{ kN/m}$

Poziome dla kategorii C2, C3, C4

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

4 Schemat statyczny

Układ obciążenia



5 Analiza numeryczna

Kotwienie taflí szklanej, patrz schemat statyczny.

5.1 Charakterystyki materiałowe w modelu numerycznym

SZYBA

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

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

STAL NIERDZEWNA

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		
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	205	MPa
25	Compressive Yield Strength	205	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	505	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	0	Pa

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

PODKŁADKI PLASTIKOWE

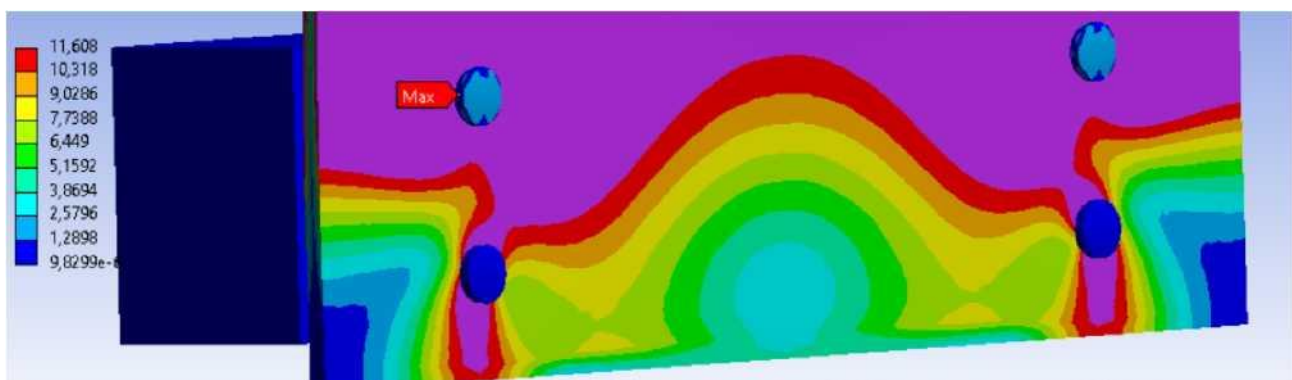
1	Property	Value	Unit
2	fel Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	fel Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹ L
5	fel Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an... L	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	fel Tensile Yield strength	45	MPa
12	fel Tensile ultimate strength	49	MPa
13	fel Isotropic Thermal Conductivity	0,258	J m ⁻¹ s ⁻¹ C ⁻¹
14	fel Specific Heat, c ₂	1720	J kg ⁻¹ C ⁻¹
15	fel Isotropic Resistivity	9,95E+13	ohm m

5.2 4 szt. uchwytów punktowych

5.2.1 Naprężenie

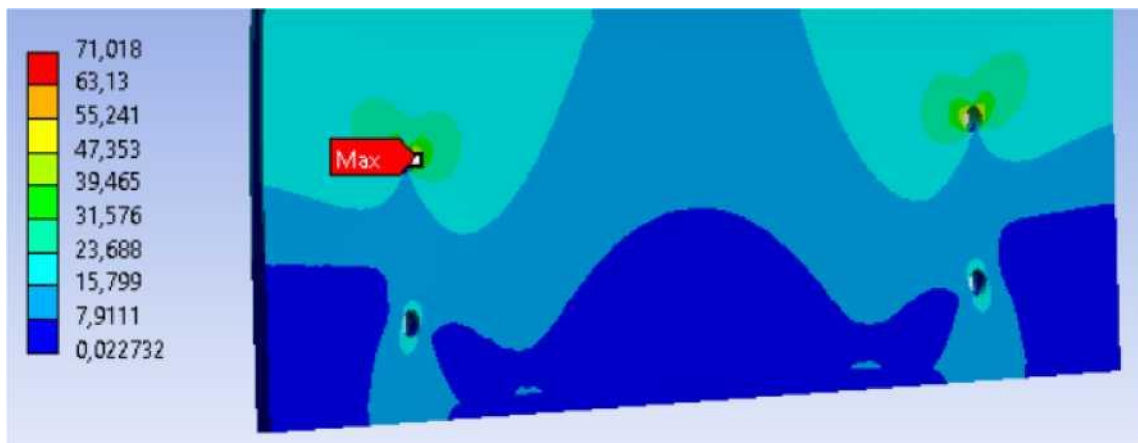
Naprężenie ekwiwalentne von Misesa [MPa]

Tarcza



Maksymalne naprężenie w tarczach wynosi 11,61 MPa.

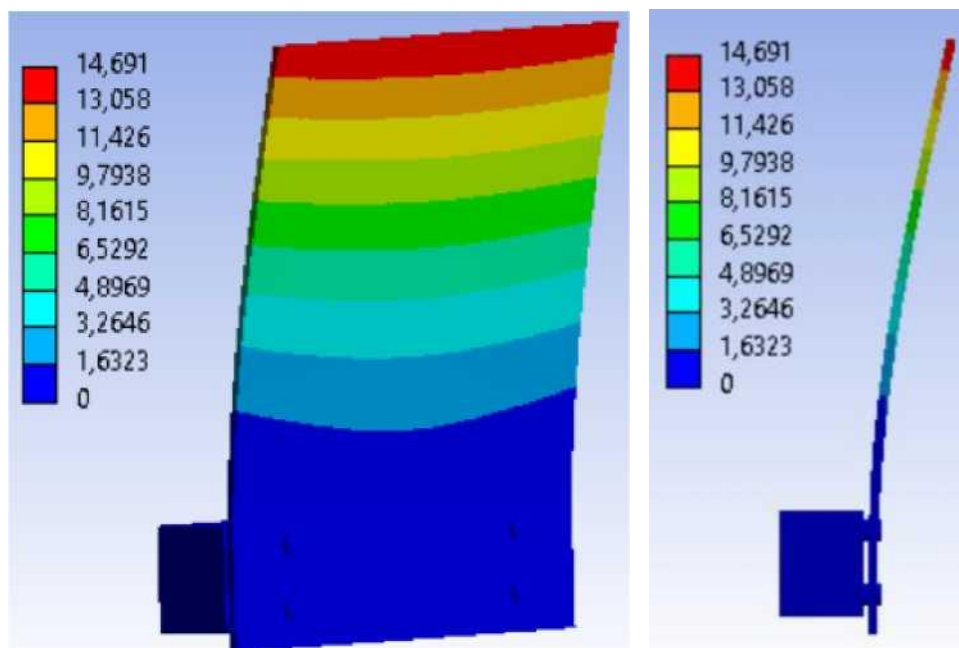
Szyba



Maksymalne naprężenie rozciągające w szkłe wynosi 71,02 MPa.

5.2.2 Odkształcenie

Odkształcenie całkowite [mm] przy obciążeniu charakterystyczny 1,00 kN/m działającym na górnej krawędzi szyby.



Maksymalne odkształcenie górnej krawędzi szyby wynosi 14,69 mm.

6 Podsumowanie

Limitujące ugięcie szyby balustrady $W_{lim} = 25 \text{ mm} > 14,69 \text{ mm} \Rightarrow$ **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Maksymalne dopuszczalne naprężenie w szybie $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa} > 71,02 \text{ MPa} \Rightarrow$ **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Maksymalne dopuszczalne naprężenie w tarczach stalowych $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 11,61 \text{ MPa} \Rightarrow$ **SPEŁNIA WYMAGANIA**

BALUSTRADA SZKLANA w ZESTAWIE A/0747-FLEX1-B (OFEROWANYM PRZEZ PRODUCENTA ZESTAWU) SPRAWDZONA OBLICZENIEM NUMERYCZNYM WYKAZUJE DOSTATECZNĄ NOŚNOŚĆ

PRZY OBCIĄŻENIU POZIOMYM w GÓRNEJ KRAWĘDZI SZKŁA O WIELKOŚCI 1,00 kN/m DLA WSZYSTKICH SZYB 1,39 m (1,10 m NAD POZIOMEM PODŁOGI).

SPRAWDZENIE MODELU NUMERYCZNEGO A PRZED WPROWADZENIEM BALUSTRADY SZKLANEJ MOCOWANEJ ZA POMOCĄ TARCZ NA RYNEK TRZEBA WYKONAĆ ZA POMOCĄ EKSPERYMENTALNEJ ANALIZY WSPOMNIANYCH BALUSTRAD. PREZENTOWANE WYNIKI MAJĄ CHARAKTER INFORMACYJNY. KOTWY NIE BYŁY BADANE, DOBÓR KOTWY I JEJ ZASTOSOWANIE MUSI BYĆ ZATWIERDZONE PRZEZ PRODUCENTA KOTWY.

7 Normy i zastosowane software

- [1] STN EN 1990 - Zasady projektowania konstrukcji
- [2] STN EN 1999 – Projektowanie konstrukcji aluminiowych
- [3] STN 74 3305 – Balustrady ochronne
- [4] STN EN 1993 - Projektowanie konstrukcji stalowych

Inż. Martin Lavko, młodszy

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

STATIKAI SZAKVÉLEMÉNY

**PONTMEGFOGÁSOS ÜVEGKORLÁTRA -
A/0747-FLEX1-B összeállítás**

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

Kassa, július 2023

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	4
5.1	Anyagjellemzők a számszerű modellben	4
5.2	4 db pontfogó.....	5
5.2.1	Feszültség	5
5.2.2	Deformáció	6
6	Összegzés	6
7	Szabványok és felhasznált szoftver	7

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

Részletraajz a korlát felszereléséről és rögzítéséről

A korlátszerkezet modellje szerkeszthető formátumban

Anyagjellemzők és anyagspecifikációk a gyártóktól

2 Felhasznált anyagok

Acél:

Pontfogók: AISI 304

Csavarok: 4db $\varnothing 10$ 8.8

Üveg:

2x8 mm + 0,76 mm PVB fólia Termikusan edzett üveg

3 Terhelés

3.1 Állandó terhelés

A korlát magassága 1,100 m a padlószint felett. Üveglemez súlya 2x8 mm + PVB 0,76 mm, magassága

1,39 m.

$g_k = 0,56 \text{ kN/m'}$

3.2 Hasznos terhelés

Vízszintes az A, B, C1 kategóriák esetében

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

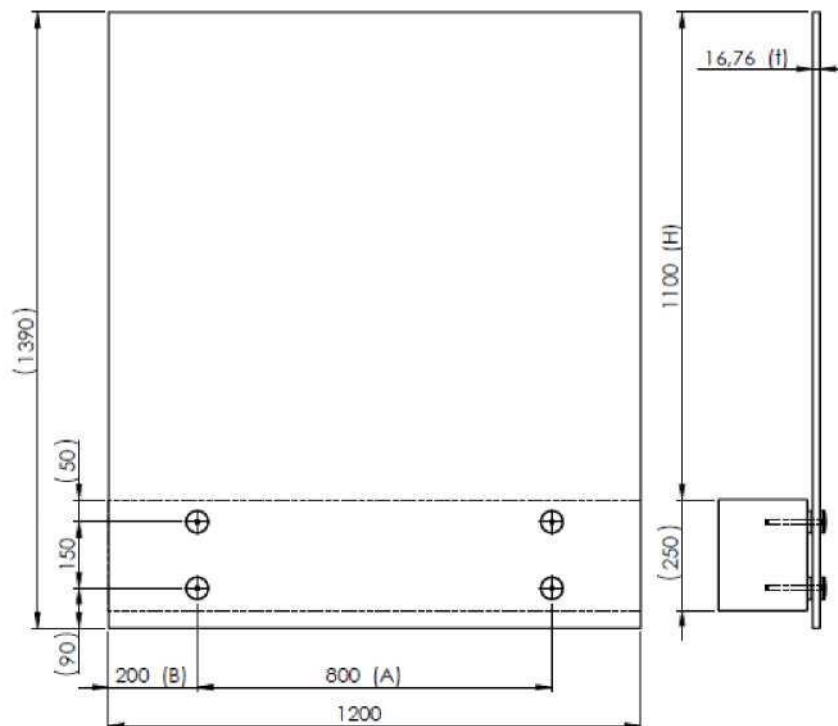
Vízszintes a C2, C3, C4 kategóriák esetében

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

4 Statikai ábra

Terhelt összeállítás

A/0747-FLEX1-B



5 Számszerű elemzés

Az üvegtábla rögzítése lásd. Statikai ábra.

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

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

Az üveg megengedett legnagyobb feszültsége: $f_{g,k} = 120$ MPa; $f_{g,d} = 84,74$ MPa

ROZSDAMENTES ACÉL

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		
12	Strain-Life Parameters		
20	S-N Curve	Tabular	
24	Tensile Yield Strength	205	MPa
25	Compressive Yield Strength	205	MPa
26	Tensile Ultimate Strength	505	MPa
27	Compressive Ultimate Strength	0	Pa

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

MŰANYAG ALÁTÉT

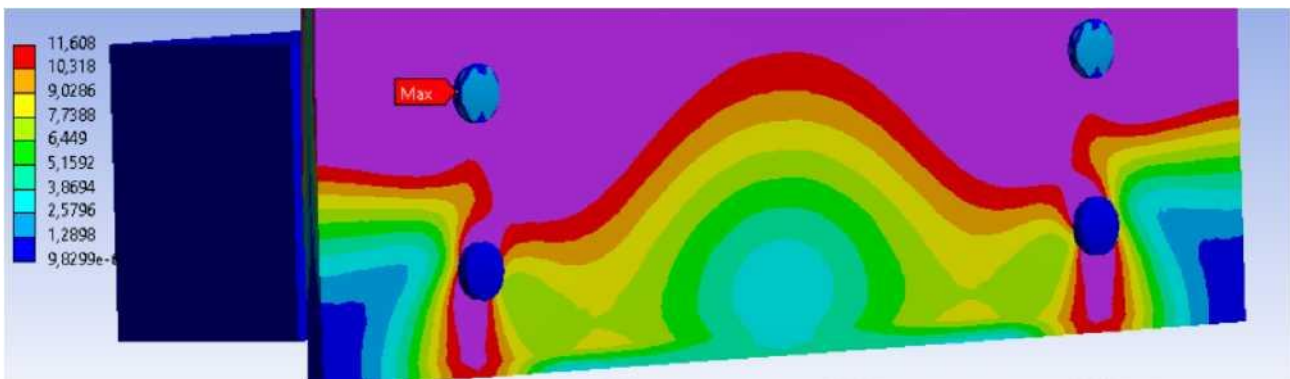
1	Property	Value	Unit
2	fel Density	1040	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
4	fel Coefficient of Thermal Expansion	9,54E-05	C ⁻¹ L
5	fel Isotropic Elasticity		
6	Derive from	Young's Modulus an... L	
7	Young's Modulus	2,15E+09	Pa
8	Poisson's Ratio	0,399	
9	Bulk Modulus	3,5479E+09	Pa
10	Shear Modulus	7,6841E+08	Pa
11	fel Tensile Yield strength	45	MPa
12	fel Tensile ultimate strength	49	MPa
13	fel Isotropic Thermal Conductivity	0,258	Jr ⁻¹ ·15 ⁰ ·1C ⁻¹ ·1
14	fel Specific Heat, c ₂	1720	Jkg ⁻¹ ·1C ⁻¹ ·1
15	fel Isotropic Resistivity	9,95E+13	ohm m

5.2 4 db pontfogó

5.2.1 Feszültség

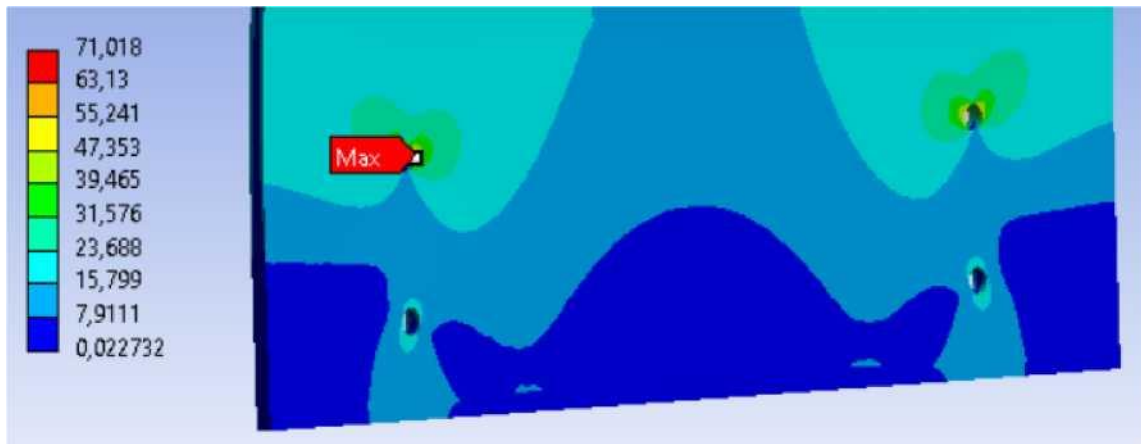
Ekvivalens (von-Mises) feszültség [MPa]

Célpontok



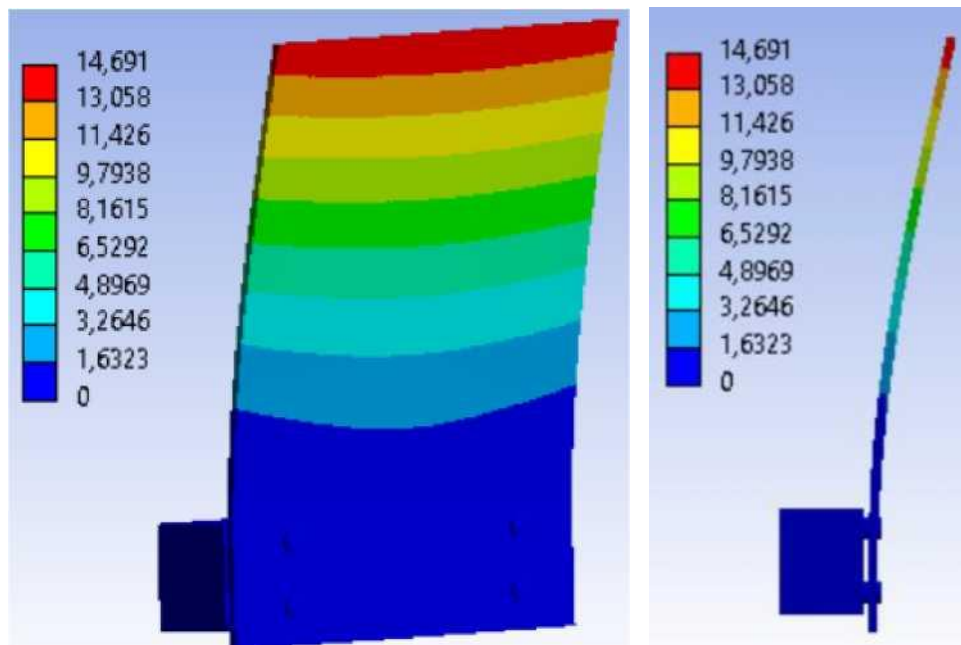
A célpontok maximális feszültsége 11,61 MPa.

Üveg



Az üveg maximális szakítófeszültsége 71,02 MPa.

5.2.2 Deformáció



Teljes deformáció [mm] az üveg felső szélére ható 1,00 kN/m jellemző terhelés esetén.
Az üveg felső szélének maximális deformációja 14,69 mm.

6 Összegzés

A korlát üvegének limit elhajlása $W_{lim} = 25 \text{ mm} > 14,69 \text{ mm} \Rightarrow$ **MEGFELEL**

A korlát üvegének megengedett legnagyobb feszültsége $f_{g,d} = 84,75 \text{ MPa} > 71,02 \text{ MPa} \Rightarrow$ **MEGFELEL**

Legnagyobb megengedett feszültség az acél céltárgyakban $f_{g,d} = 205 \text{ MPa} > 11,61 \text{ MPa} \Rightarrow$ **MEGFELEL**

AZ A/0747-FLEX1-B ÖSSZEÁLLÍTÁSBAN LÉVŐ (AZ ÖSSZEÁLLÍTÁS GYÁRTÓJA ÁLTAL KÍNÁLT) ÜVEGKORLÁT - SZÁMSZERŰ SZÁMÍTÁSSAL IGAZOLTAN - ELEGENDŐ TEHERBÍRÁST MUTAT,

AMIKOR AZ ÜVEG FELSŐ SZÉLÉNÉL VÍZSZINTES HORIZONTÁLIS TERHELÉssel TERHELT, AMELYNEK MÉRTÉKE 1,00 kN/m' 1,39 m-es ÜVEGMAGASSÁG (1,10 m-rel A PADLÓSZINT FELETT) ESETÉN. A CÉLTÁBLÁKON ELHELYEZETT ÜVEGKORLÁTOZÁS FORGALOMBA HOZATALA ELŐTT SZÜKSÉG VAN A FENT EMLÍTETT KORLÁTOK SZÁMSZERŰ MODELLJÉNEK ÉS KÍSÉRLETI ELEMZÉSÉNEK ELLENŐRZÉSÉRE.

A BEMUTATOTT EREDMÉNYEK TÁJÉKOZTATÓ JELLEGŰEK. A HORGONYOKAT NEM ÉRTÉKELTÉK, A HORGONY KIVÁLASZTÁSÁT ÉS HASZNÁLATÁT A HORGONY GYÁRTÓJÁVAL KELL EGYEZTETNI.

7 Szabványok és felhasznált szoftver

- [1] STN EN 1990 – A tartószerkezetek tervezésének alapja
- [2] STN EN 1999 - Alumínium szerkezetek tervezése.
- [3] STN 74 3305 – Biztonsági korlátok
- [4] STN EN 1993 - Acélszerkezetek tervezése