



SELECT LANGUAGE

**ENGLISH****2****SLOVENSKY****14****ČESKY****DEUTSCH****POLSKI****27****MAGYAR****39****ITALIAN****FRANÇAIS**

TEST PROTOCOL NO. 03/23

Name and address of the customer:

UMAKOV Group, a.s.
Galvaniho 7/D
821 04 Bratislava

Order No.:

230VOP0100000159

Contract No.:

P-105-0023/23

Type of tested material:

Aluminum and glass

Product:

Glass railing with AL/0004-PRO profile

Test samples

Description:

4x Glass railing with glass 2x8 mm VSG/ESG + 0.76 mm PVB foil and aluminum anchor profile AL/0004-PRO, High-performance steel anchor HAZ M8, threaded rod MIO, Chemical anchor GEBOFIX PRO T300 VE-SF

Supplied by:

UMAKOV Group, a.s., Bratislava

Sample takeover date:

March 2023

Sample storage:

In a standard laboratory environment (20±2°C, 50±5%)

Test

Name of the test, or tested property and the number of a standard or other identification data of the test method:

1. Horizontal load tests for the maximum load-bearing value $q_k = 3.0$ kN/m, subsequent load relief
2. Horizontal load tests for the maximum load-bearing value $q_k = 1.67$ kN/m, subsequent load relief to $q_k = 0.00$ kN/m, reloading to $q_k = 3.0$ kN/m
3. Horizontal load tests until the load-bearing capacity of the railing is exhausted
4. Wind load until the load-bearing capacity of the railings is exhausted

Test Date:

28.03.2023 - 13.4.2023

Test Location:

Center for Research and Innovation in the Construction Industry,
Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

Ambient temperature:

20±2°C

Ambient humidity:

50±2%

Deviations:

No non-standard procedures and devices were used.

Name of the test, or tested property and the number of a standard or other identification data of the test method, procedure:

STN EN 1991-1-1: Eurocode 1. Actions on structures.

Part 1-1: General actions. Densities, self-weight, imposed loads for buildings

STN EN 1991-1-4: Eurocode 1. Actions on structures.

Part 1-4: General actions. Wind actions.

ČSN EN 74 3305: 2017 Guard railings

ČSN EN 74 3305 CORRECTION 1: 2018 Guard railings

Used Test Equipment; Its Metrological Continuity:

Name of measuring device	Scale range
Hydraulic press	
Horex Caliper	0 - 250 mm
Inductive sensor	0 - 120 mm
Inductive sensor	0 - 120 mm
Inductive sensor	0-120 mm
Inductive sensor	0- 120 mm
Inductive sensor	0 - 300 mm
Inductive sensor	0 - 300 mm
QuantumX Data Acquisition System	8-channel
Force meter	(0 to ± 10) kN
Air bag - pressure gauge	

Ambient temperature: 20 $\pm$ 2°C

Ambient humidity: 45 $\pm$ 5%

Sample shape: Aluminum profile AL/0004-PRO, length 1250 mm, aluminum alloy type EN AW-6063 T6; Laminated glass panel 1000 x 1200 mm, 2x8 mm ESG+0.76 PVB foil; Aluminum profile AL/0004-PRO, length 1250 mm, aluminum alloy type EN AW-6063 T6; Laminated glass panel 1000 x 1200 mm, 2x8 mm ESG+0.76 PVB foil; Glass in the profile - assembly A19/FLEX1-017-SET-05.0 consisting of EPDM rubber seals, plastic washers A19/FLEX1-P1, A19/FLEX1-P2 and A19/FLEX1-017-P3 made of ABS, plastic eccentric A19/FLEX1-017-P4 made of ABS. The individual samples were anchored into a 160 mm thick reinforced concrete panel according to the manufacturer's instructions; after the chemical injection mortar (AL04-W) had hardened, MIO profiles and screws were installed and tightened with a torque wrench to a torque of 55 Nm; mechanical anchors HAZ M8 (AL04-1) were tightened to a torque of 30 Nm; five plastic inserts and wedges were inserted between the glass and the aluminum profile at an axial distance of 250 mm; sealing rubber was inserted on the upper edge of the aluminum profile at the point of contact between the glass and the aluminum profile; the set was assembled according to the manufacturer's instructions. Samples AL04-2 and AL04-3 were anchored to the reinforced concrete panel with continuous MIO threaded rods through the entire panel thickness.

Designation of samples: AL04-1, AL04-2, AL04-3, AL04-W

Sample modification: the samples were not modified, and the railing assembly was assembled before the

Deviations: No non-standard procedures and devices were used.
No deviations from the standard method were detected.

Part 1, 2, and 3 - horizontal load for the maximum load-bearing value of 3kN/m and until the load-bearing capacity of the railing is exhausted

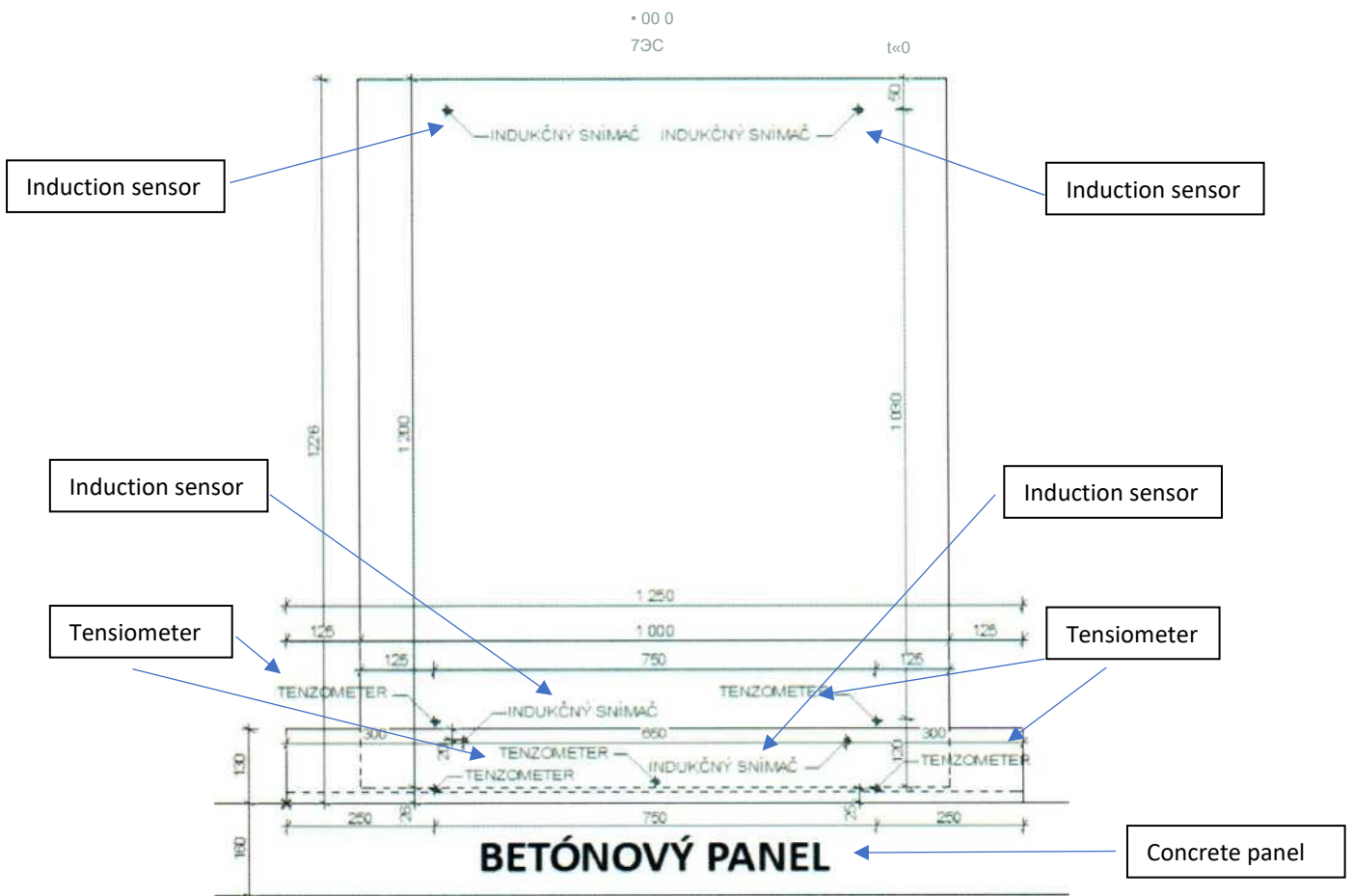
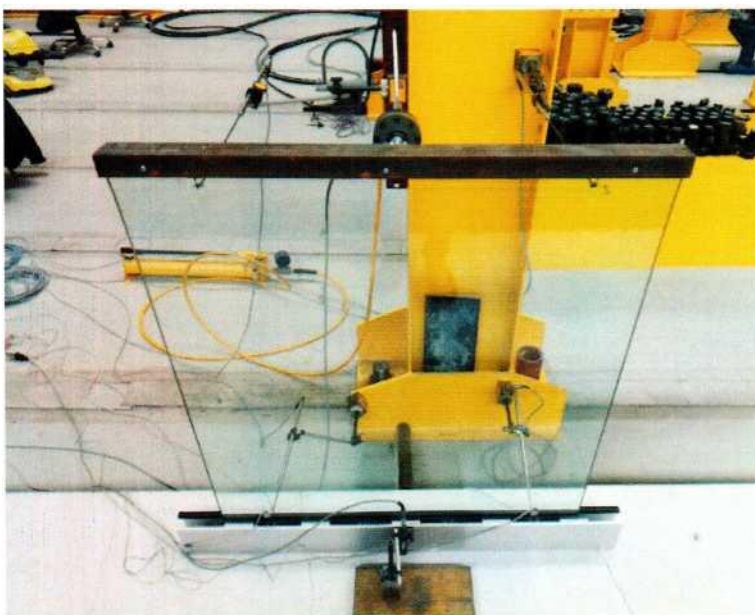
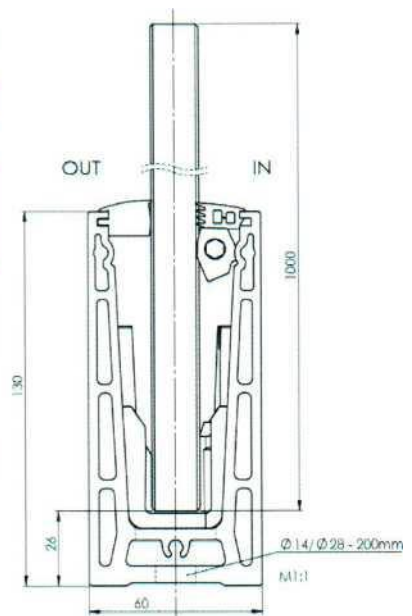


Diagram of AL/0004-PRO assembly



AL04 - 1



Measured values:

Modulus of glass elasticity $E = 70.0 \text{ GPa}$

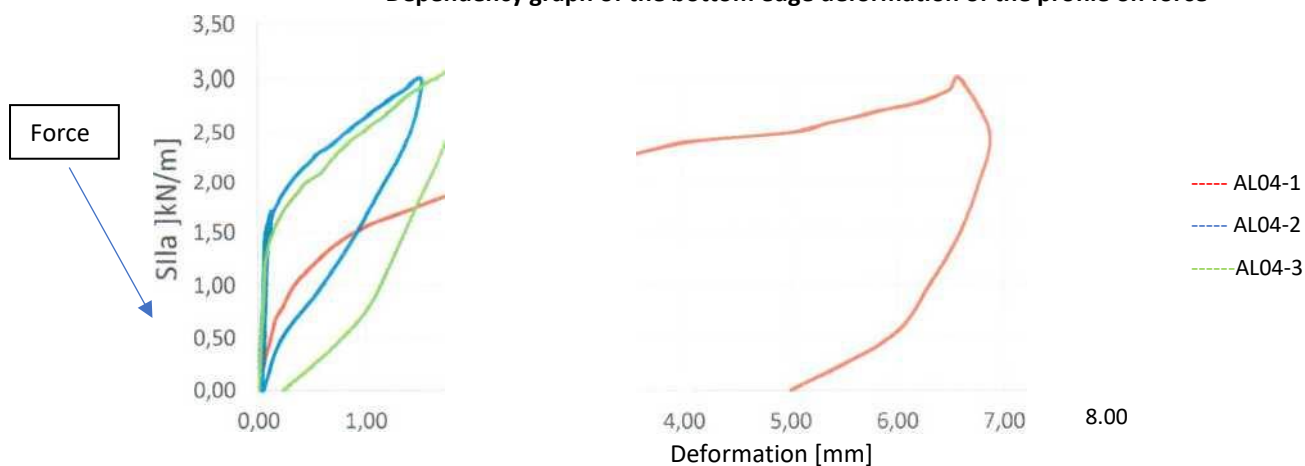
Modulus of aluminum elasticity $E = 68.3 \text{ GPa}$

Force meter	AL04-1			AL04-2			AL04-3		
	Deformation - the upper edge of the profile	Deformation - glass	Deformation - lifting the bottom edge of the profile	Deformation - the upper edge of the profile	Deformation - glass	Deformation - lifting the bottom edge of the profile	Deformation - the upper edge of the profile	Deformation - glass	Deformation - lifting the bottom edge of the profile
kN/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00				0,00	0,00	0,00			
0,05				0,02	2,55	0,00			
0,10				0,04	5,60	0,00			
0,15				0,06	9,21	0,00			
0,20				0,09	13,01	0,01			
0,30				0,17	18,70	0,01			
0,40				0,26	24,55	0,02			
0,50				0,34	30,43	0,02			
0,60				0,42	36,03	0,03			
0,70				0,52	41,90	0,03			
0,80				0,62	47,90	0,04			
0,90				0,73	53,88	0,04			
1,00				0,84	59,91	0,04			
1,10				0,96	66,45	0,05			
1,20				1,07	72,56	0,05			
1,30				1,19	78,92	0,05			
1,40				1,31	85,31	0,06			
1,50				1,43	91,63	0,07			
1,60				1,57	98,75	0,09			

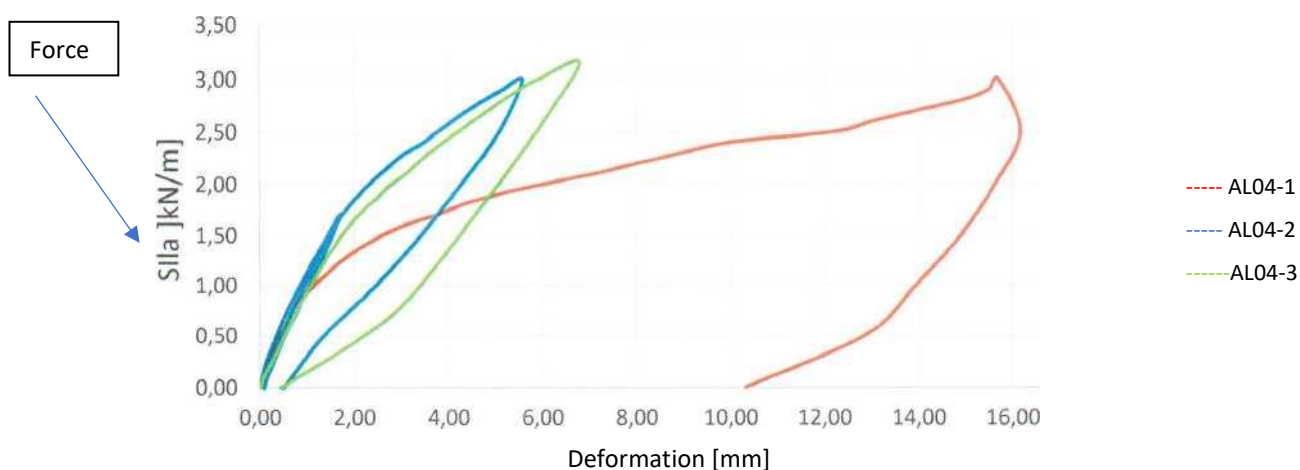
1,67					1,65	103,11	0,11				
1,70					1,71	106,25	0,12				
1,50					1,54	100,77	0,11				
1,40					1,44	97,18	0,09				
1,30					1,34	93,08	0,09				
1,20					1,25	89,15	0,08				
1,10					1,14	84,24	0,08				
1,00					1,04	79,80	0,07				
0,90					0,93	74,20	0,07				
0,80					0,84	69,39	0,07				
0,70					0,73	63,35	0,06				
0,60					0,62	56,91	0,06				
0,50					0,52	52,11	0,06				
0,40					0,43	47,60	0,05				
0,30					0,34	42,24	0,04				
0,20					0,24	35,57	0,04				
0,10					0,15	27,39	0,03				
0,00					0,08	19,22	0,03				
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	11,54	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,01	2,74	0,01	0,01	0,09	11,89	0,03	0,02	2,65	0,00	0,00
0,10	0,05	5,43	0,02	0,02	0,11	14,54	0,03	0,07	5,80	0,00	0,00
0,20	0,14	12,79	0,04	0,04	0,17	20,34	0,03	0,19	12,44	0,01	0,01
0,30	0,23	19,69	0,06	0,06	0,26	26,04	0,04	0,30	18,81	0,01	0,01
0,40	0,32	26,02	0,09	0,09	0,36	31,80	0,04	0,41	24,77	0,02	0,02
0,50	0,42	32,27	0,11	0,11	0,44	36,82	0,05	0,51	30,34	0,02	0,02
0,60	0,52	38,82	0,14	0,14	0,53	42,43	0,05	0,61	35,95	0,03	0,03
0,70	0,64	46,05	0,17	0,17	0,63	48,17	0,05	0,72	42,00	0,04	0,04
0,80	0,79	53,27	0,23	0,23	0,73	53,71	0,06	0,82	48,43	0,04	0,04
0,90	0,95	60,97	0,27	0,27	0,83	59,62	0,06	0,95	55,29	0,05	0,05

1,00	1,14	68,63	0,33	0,93	65,52	0,06	1,07	62,14	0,05
1,10	1,38	77,60	0,42	1,05	71,77	0,06	1,19	68,79	0,06
1,20	1,62	85,46	0,52	1,15	77,32	0,07	1,32	75,51	0,06
1,30	1,89	93,45	0,62	1,25	82,66	0,07	1,44	82,05	0,08
1,40	2,23	102,37	0,75	1,36	89,04	0,08	1,58	89,16	0,10
1,50	2,61	111,60	0,90	1,48	94,94	0,09	1,74	96,38	0,13
1,60	3,11	122,37	1,10	1,61	101,51	0,12	1,90	103,26	0,18
1,70	3,78	135,69	1,38	1,75	107,45	0,15	2,10	110,66	0,23
1,80	4,33	146,63	1,60	1,91	113,64	0,19	2,32	118,39	0,29
1,90	5,05	159,40	1,90	2,10	120,26	0,24	2,55	126,08	0,37
2,00	6,04	174,90	2,30	2,31	127,66	0,30	2,78	133,27	0,44
2,10	7,10	192,17	2,77	2,54	134,76	0,37	3,08	146,00	0,58
2,20	8,02	206,23	3,18	2,80	143,02	0,46	3,32	152,90	0,65
2,30	8,96	220,73	3,58	3,06	150,46	0,55	3,57	159,90	0,73
2,40	10,01	237,04	4,03	3,45	160,22	0,71	3,87	167,77	0,84
2,50	12,23	270,48	5,00	3,74	167,87	0,81	4,18	175,76	0,96
2,60	13,05	283,36	5,41	4,05	176,10	0,93	4,49	184,20	1,09
2,70	13,98	297,25	5,81	4,37	184,29	1,05	4,82	192,60	1,21
2,80	14,97	308,24	6,26	4,73	192,61	1,19	5,13	200,90	1,32
2,90	15,51	308,69	6,50	5,12	201,26	1,34	5,48	210,38	1,46
3,00	15,71	308,61	6,60	5,58	213,30	1,52	5,89	219,61	1,63
3,11	-	-	-	-	-	-	6,77	228,46	2,00
2,50	16,19	301,52	6,87	5,07	206,86	1,41	-	-	-
2,00	15,65	304,03	6,77	4,26	184,42	1,17	-	-	-
1,50	14,92	304,03	6,60	3,41	158,41	0,91	-	-	-
1,00	13,94	304,05	6,30	2,44	126,03	0,59	3,39	253,41	1,14
0,50	12,87	272,33	5,93	1,34	85,76	0,22	2,20	225,18	0,78
0,00	10,31	272,33	5,00	0,49	34,95	0,04	0,42	47,53	0,22
Exceeding the maximum load capacity of the glass-glass fracture									

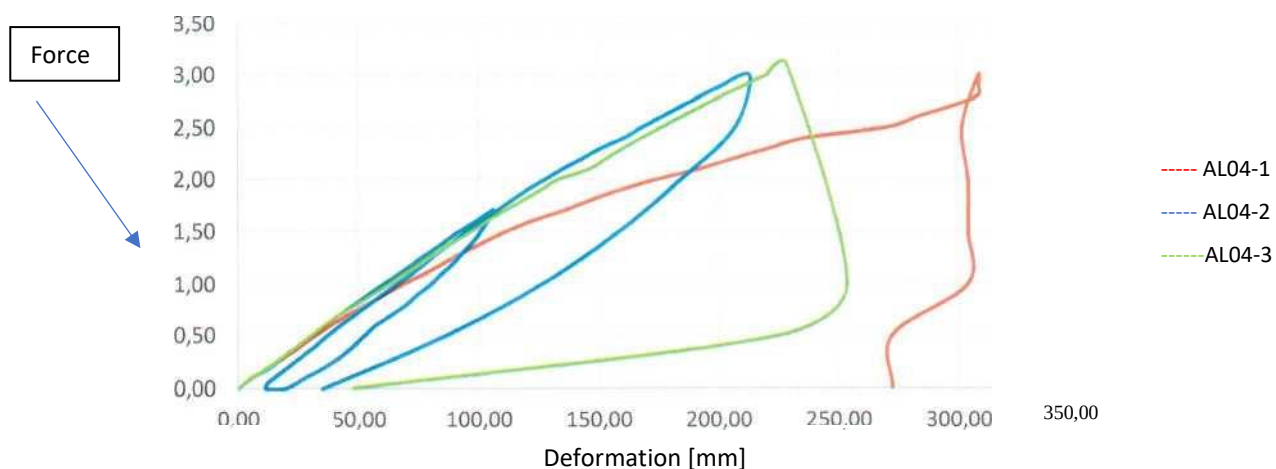
Dependency graph of the bottom edge deformation of the profile on force



Dependency graph of the upper edge deformation of the profile on the force



Dependency graph of glass deformation on the force





AL04 - 1



AL04 - 2



AL04 - 3

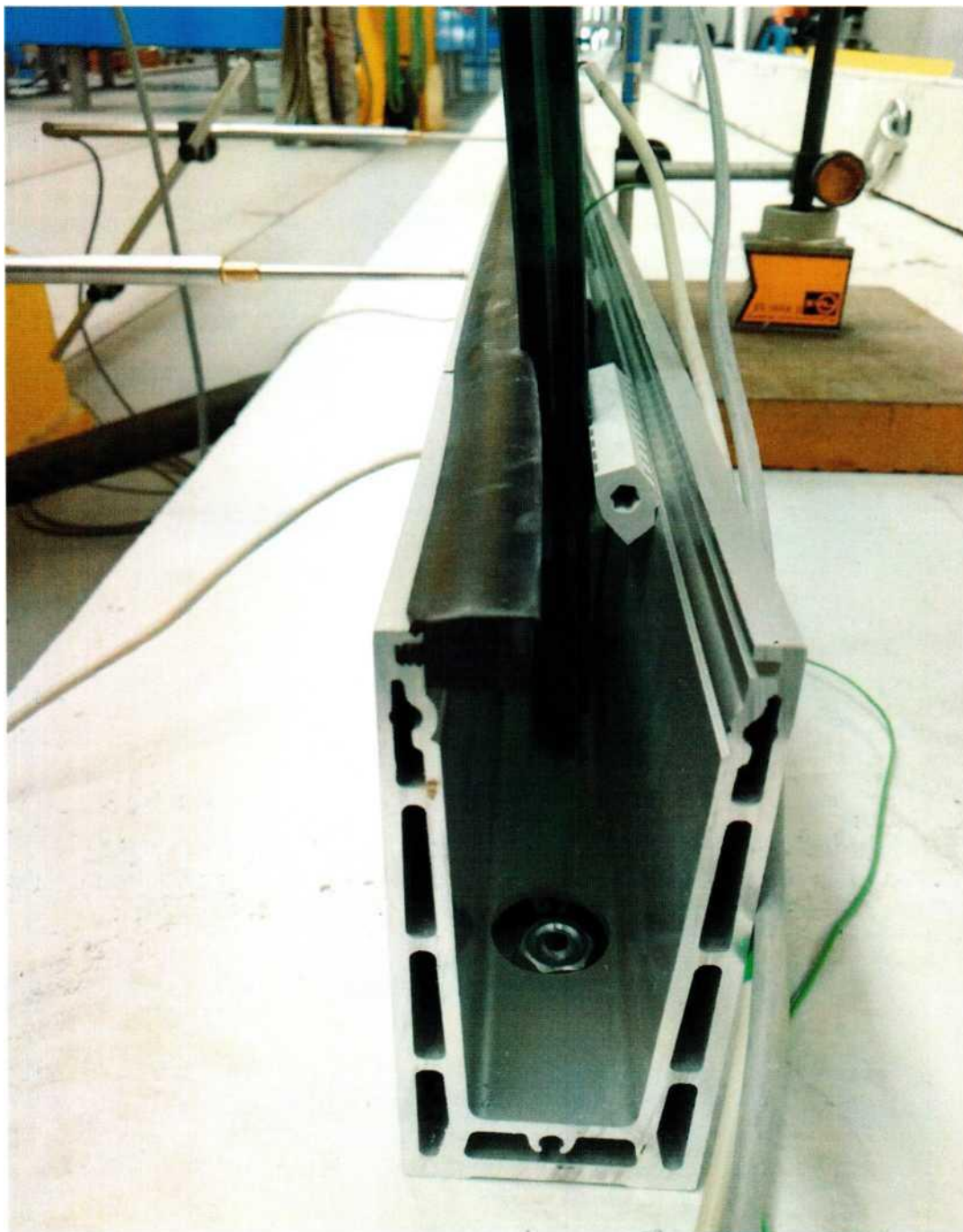
Deformed railing at the maximum load in the given test

Sample AL04-1 - pulling out mechanical anchors



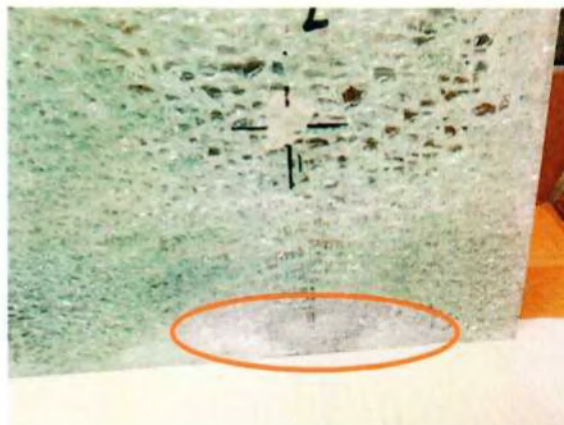
Sample AL04-2 - residual deformation of the profile after the plasticization of part of the profile in the area of the screws and the insertion of the eccentrics into the profile

The insertion of the eccentrics deeper into the profile (displacement relative to the installation position) makes it impossible for the glass to return to its original position before loading

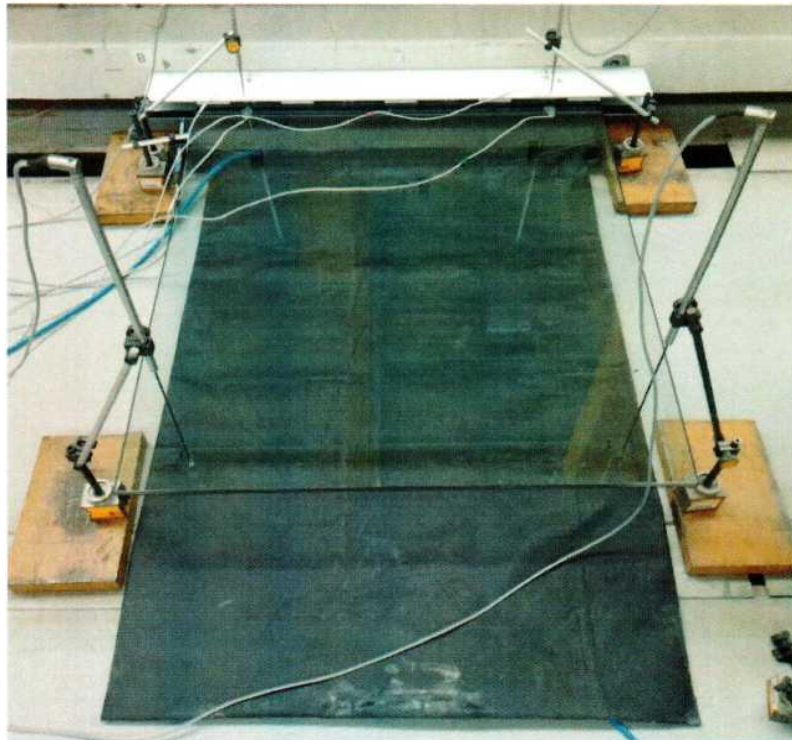


Sample AL04-3 - exceeding the maximum load-bearing capacity of the glass

Formation of an initiation crack in the area of glass storage in the plastic washer A19/FLEX1-017-P3



Part 4. - Area load by wind until the load-bearing capacity is exhausted

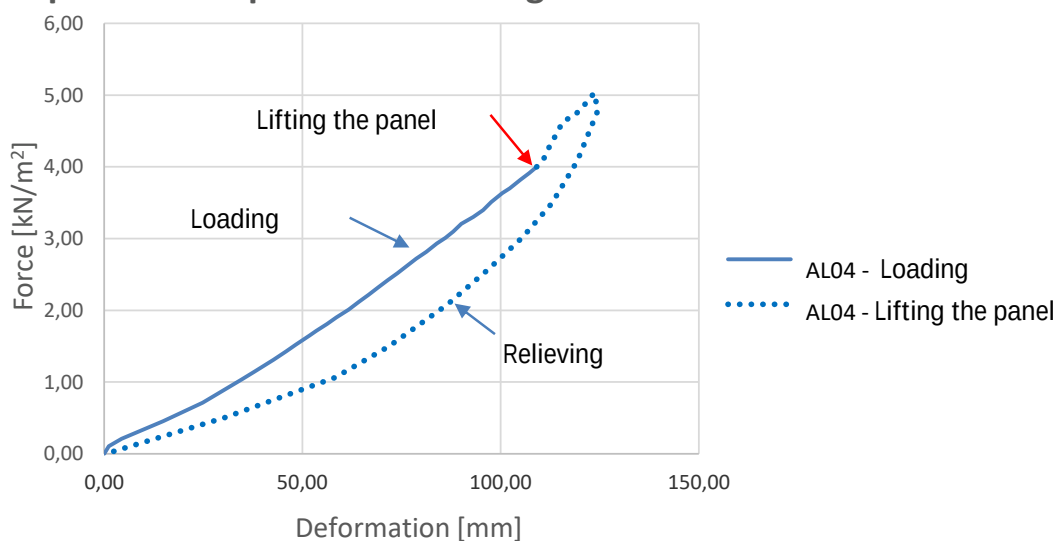


AL04 - w

Measured values:

Load	Deformation -the upper edge of the profile	Deformation -the bottom edge of the profile	Deformation - glass	Load stress - profile	Load stress - glass
kN/m ²	mm	mm	mm	MPa	MPa
0	0	0	0	-0,01	-0,02
0,11	0	0	1,18	-0,36	-0,99
0,21	0,07	0,01	4,44	-1,22	-2,97
0,45	0,55	0,03	14,86	-2,66	-7,31
0,71	0,82	0,06	24,83	-4,14	-12,4
1,03	0,91	0,07	34,54	-7,50	-19,36
1,15	0,94	0,09	37,91	-9,03	-21,8
1,31	1,05	0,1	42,72	-11,49	-25,26
1,43	1,19	0,11	45,92	-13,16	-27,5
1,52	1,21	0,12	48,36	-14,45	-29,21
1,65	1,24	0,13	51,79	-16,19	-31,56
1,72	1,33	0,13	53,52	-16,96	-32,74
1,81	1,35	0,14	56,2	-18,22	-34,57
1,9	1,41	0,14	58,57	-19,39	-36,19
2,01	1,48	0,15	61,64	-20,92	-38,26
2,12	1,53	0,15	64,17	-22,16	-39,98
2,22	1,6	0,16	66,66	-23,44	-41,69
2,32	1,66	0,16	69,05	-24,69	-43,3
2,42	1,68	0,17	71,5	-25,92	-44,99
2,52	1,73	0,17	73,94	-27,15	-46,65
2,63	1,8	0,18	76,66	-28,57	-48,46
2,72	1,87	0,18	78,68	-29,57	-49,84
2,82	1,92	0,19	81,29	-30,87	-51,54
2,93	2	0,19	83,86	-32,13	-53,23
3,01	2,05	0,19	86,07	-33,21	-54,61
3,1	2,09	0,2	88	-34,07	-55,86
3,21	2,16	0,2	90,05	-34,85	-57,06
3,3	2,23	0,2	93,13	-36,15	-58,86
3,4	2,3	0,21	95,58	-37,23	-60,37
3,51	2,35	0,21	97,62	-38,12	-61,64
3,63	2,43	0,22	100,38	-39,41	-63,29
3,7	2,48	0,22	102,27	-40,20	-64,45
3,82	2,56	0,22	105,03	-41,42	-66,07
3,91	2,61	0,23	107,17	-42,33	-67,35
4	2,68	0,23	109,05	-43,08	-68,46

Graph of the dependence of the glass transformation on the force



Deformed railing at a surface load of 5 kN/m² - at a load of 4 kN/m² there was a lifting of the concrete panel and thus an increased increment in deformation of the upper edge of the glass



Note:

- Test results relate to the subject of the test and do not replace other documents required by state supervisory authorities according to specific regulations.
- The test was performed according to the stated standards following the stated procedures.
- The test protocol may only be reproduced in its entirety. The written consent of the testing laboratory is required to reproduce part of the protocol.
- **According to the Building Act of the Slovak Republic, the AL/0004-PRO EN AW-6063 T6 profile itself, when using glass up to a height of 1200 mm, meets the application requirements for categories with a degree of resistance up to 1.50 kN/m'. Concerning a glass height of up to 1000 mm, the maximum permissible horizontal load is 2.00 kN/m'. The use of the profile is limited in categories above the specified limit loads up to a horizontal load of 3.00 kN/m'.**
- **WARNING! HAZ M8 anchors meet the requirements for the safety of products used on the construction site when used in a given construction of a railing with a glass height of 1200 mm up to a maximum horizontal load of 1.00 kN/m'.**

Date of Issue: 28.04.2023

The test was performed by: Ing. Martin Lavko, Jr. and Ing. Daniel Dubecký, Ph.D.

The protocol was prepared by: Ing. Martin Lavko, Jr.

The protocol was checked and approved by:

prof. Ing. Vincent Kvočák, Ph.D.





PROTOKOL O SKÚŠKE č. 03/23

Názov a adresa zákazníka: UMAKOV Group, a.s.
Galvaniho 7/D
821 04 Bratislava

Objednávka č.: 23OVOP0100000159
Zákazka č.: P-105-0023/23
Druh skúšaného materiálu: Hliník a sklo
Výrobok: Sklenené zábradlie s profilom AL/0004-PRO

Skúšobné vzorky

Popis: 4x Sklenené zábradlie so sklom 2x8 mm VSG/ESG + 0,76 mm PVB fólia a hliníkový kotviaci profil AL/0004-PRO, Vysokovýkonná oceľová kotva HAZ M8, závitová tyč M10, Chemická kotva GEBOFIX PRO T300 VE-SF
Dodal: UMAKOV Group, a.s., Bratislava
Dátum prevzatia vzoriek : marec 2023
Uloženie vzoriek: V bežnom laboratórnom prostredí ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $50\pm 5\%$)

Skúška

Názov skúšky, resp. skúšanej vlastnosti a číslo normy, resp. iný identifikačný údaj skúšobnej metódy, postupu:

1. Horizontálne zaťažovacie skúšky na max. únosnú hodnotu $q_k = 3,0 \text{ kN/m}$, následné odľahčenie
2. Horizontálne zaťažovacie skúšky na max. únosnú hodnotu $q_k = 1,67 \text{ kN/m}$, následné odľahčenie na $q_k = 0,00 \text{ kN/m}$, opätovné zaťaženie na hodnotu $q_k = 3,0 \text{ kN/m}$
3. Horizontálne zaťažovacie skúšky do vyčerpania únosnosti zábradlia
4. Zaťaženie vetrom do vyčerpania únosnosti zábradlí

Dátum skúšky: 28.03.2023 – 13.4.2023
Miesto skúšky: Centrum výskumu a inovácií v stavebníctve, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice
Teplota prostredia: $20\pm 2^{\circ}\text{C}$
Vlhkosť prostredia: $50\pm 2\%$
Odchýlky: Neboli použité žiadne nenormové postupy a prístroje.

Názov skúšky, resp. skúšanej vlastnosti a číslo normy, resp. iný identifikačný údaj skúšobnej metódy, postupu: STN EN 1991-1-1: Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií.
Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov

STN EN 1991-1-4: Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií.

Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia vetrom

ČSN EN 74 3305 : 2017 Ochranná zábradlíČSN EN 74 3305 OPRAVA 1 : 2018 Ochranná zábradlí**Použitý skúšobný prístroj, jeho metrologická nadväznosť:**

Názov meradla (zariadenia)	Rozsah meradla
Hydraulický lis	
Posuvné meradlo Horex	0 – 250 mm
Indukčný snímač	0 – 120 mm
Indukčný snímač	0 – 120 mm
Indukčný snímač	0 – 120 mm
Indukčný snímač	0 – 120 mm
Indukčný snímač	0 – 300 mm
Indukčný snímač	0 – 300 mm
Zbernica dát Quantum X	8 kanálová
Silomer	(0 až ±10) kN
Nafukovací vak – merač tlaku	

Teplota prostredia: 20±2°C**Vlhkosť prostredia:** 45±5%

Tvar vzorky: Hliníkový profil AL/0004-PRO, dĺžka 1250 mm, typ zliatiny hliníka EN AW-6063 T6; Laminovaná sklenená tabuľa 1000 x 1200 mm, 2x8 mm ESG+0,76 PVB fólia; Zostava uloženia skla v profile A19/FLEX1-017-SET-05.0 pozostávajúca z: gumových tesnení z EPDM, plastových podložiek A19/FLEX1-P1, A19/FLEX1-P2 a A19/FLEX1-017-P3 z ABS, plastového excenteru A19/FLEX1-017-P4 z ABS. Jednotlivé vzorky boli kotvené do betónového vystuženého panelu hr. 160 mm podľa pokynov výrobcu, po vytuhnutí chemickej injektážnej malty (AL04-w) boli osadené profily a skrutky M10 dotiahnuté momentovým kľúčom na moment 55 Nm, mechanické kotvy HAZ M8 (AL04-1) boli utiahnuté na moment 30 Nm, plastové vložky a klíny v počte 5ks boli vložené medzi sklo a hliníkový profil v osovej vzdialenosti 250 mm, na hornej hrane hliníkového profilu v mieste styku skla a hliníkového profilu bola vložená tesniaca guma, zostava bola zložená podľa pokynov výrobcu. Vzorky AL04-2 a AL04-3 boli kotvené k ŽB panelu priebežnými závitovými tyčami M10 skrz celú hrúbku panela.

Označenie vzoriek: AL04-1, AL04-2, AL04-3, AL04-w**Úprava vzorky :** vzorky neboli upravované, zostava zábradlia bola zložená pred skúškou**Odchýlky:** Neboli použité žiadne nenormové postupy a prístroje.
Neboli zistené žiadne odchýlky od normovej metódy.

Časť 1., 2. a 3. – horizontálne líniové zaťaženie vodorovným zaťažením o maximálnej veľkosti 3kN/m a do vyčerpania únosnosti

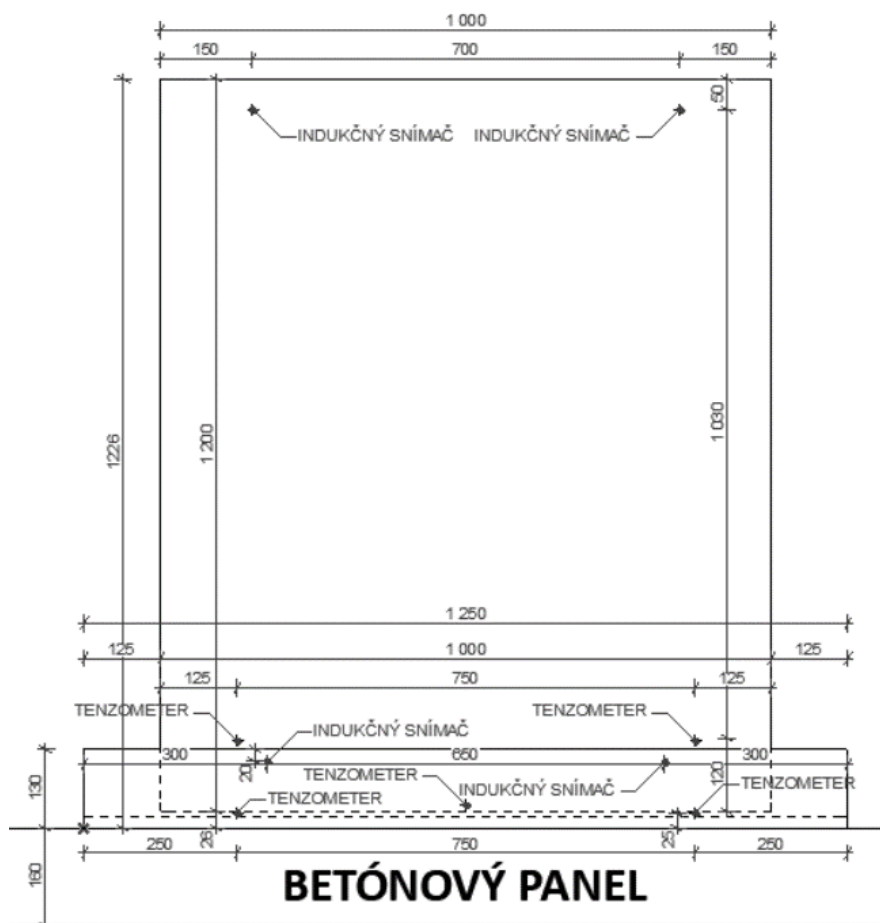
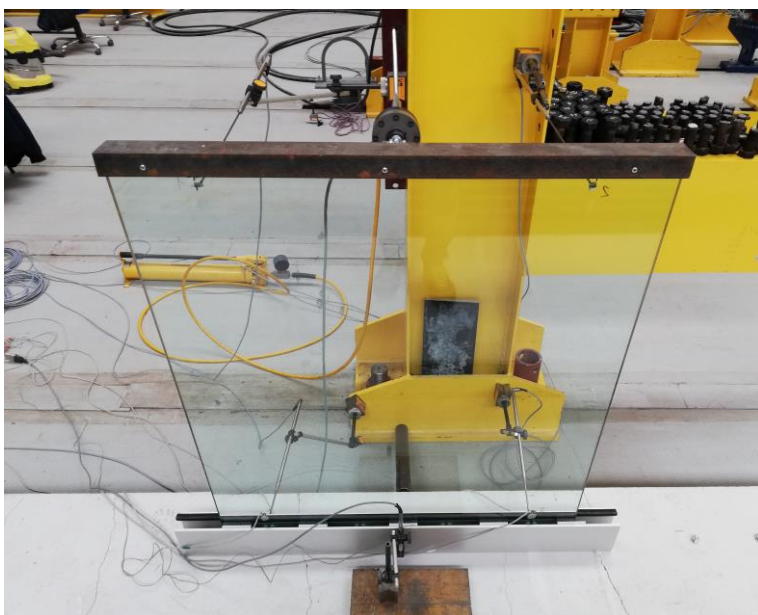
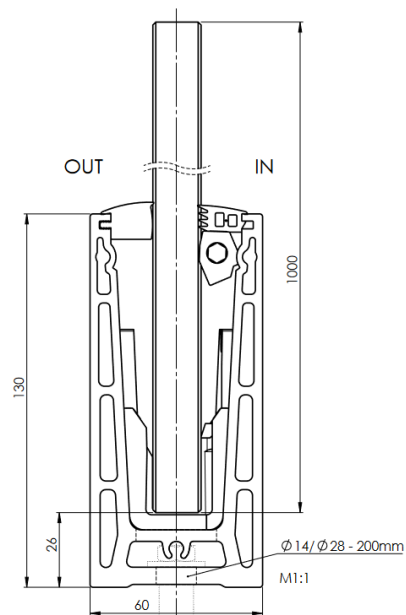


Schéma zostavy AL/0004-PRO



AL04 – 1





Namerané hodnoty:

Modul pružnosti skla $E = 70,0 \text{ GPa}$

Modul pružnosti hliníku $E = 68,3 \text{ GPa}$

Silomer	AL04-1			AL04-2			AL04-3		
	Deformácia - horná hrana profilu	Deformáci a - sklo	Deformácia - zdvíhanie spodnej hrany profilu	Deformácia - horná hrana profilu	Deformáci a - sklo	Deformácia - zdvíhanie spodnej hrany profilu	Deformácia - horná hrana profilu	Deformáci a - sklo	Deformácia - zdvíhanie spodnej hrany profilu
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
kN/m									
0,00				0,00	0,00	0,00			
0,05				0,02	2,55	0,00			
0,10				0,04	5,60	0,00			
0,15				0,06	9,21	0,00			
0,20				0,09	13,01	0,01			
0,30				0,17	18,70	0,01			
0,40				0,26	24,55	0,02			
0,50				0,34	30,43	0,02			
0,60				0,42	36,03	0,03			
0,70				0,52	41,90	0,03			
0,80				0,62	47,90	0,04			
0,90				0,73	53,88	0,04			
1,00				0,84	59,91	0,04			
1,10				0,96	66,45	0,05			
1,20				1,07	72,56	0,05			
1,30				1,19	78,92	0,05			
1,40				1,31	85,31	0,06			
1,50				1,43	91,63	0,07			
1,60				1,57	98,75	0,09			

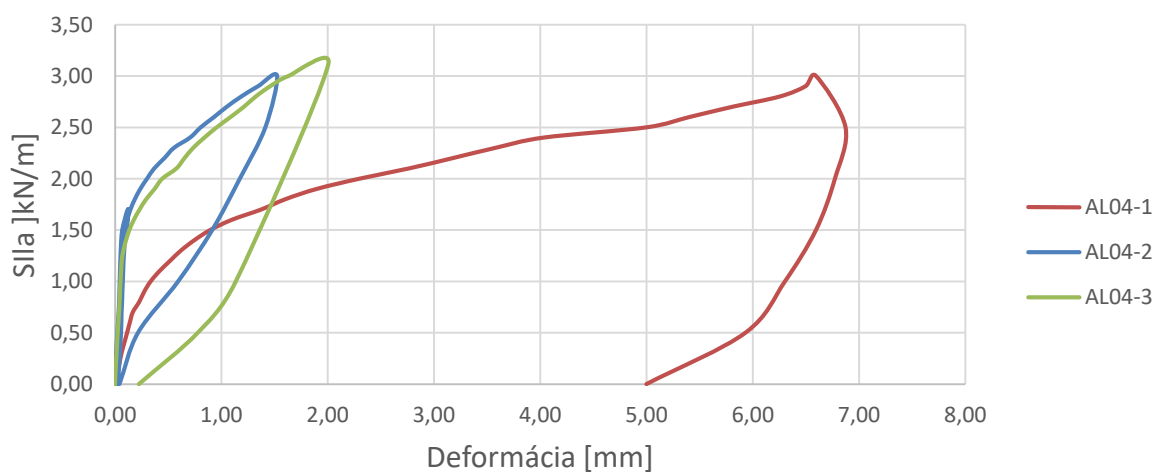
[illegible]



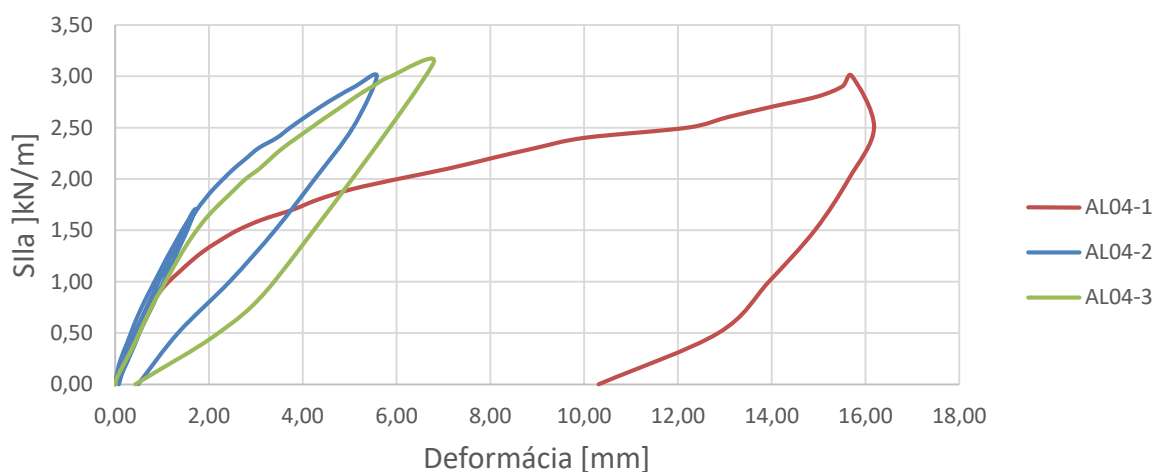
1,00	1,14	68,63	0,33	0,93	65,52	0,06	1,07	62,14	0,05
1,10	1,38	77,60	0,42	1,05	71,77	0,06	1,19	68,79	0,06
1,20	1,62	85,46	0,52	1,15	77,32	0,07	1,32	75,51	0,06
1,30	1,89	93,45	0,62	1,25	82,66	0,07	1,44	82,05	0,08
1,40	2,23	102,37	0,75	1,36	89,04	0,08	1,58	89,16	0,10
1,50	2,61	111,60	0,90	1,48	94,94	0,09	1,74	96,38	0,13
1,60	3,11	122,37	1,10	1,61	101,51	0,12	1,90	103,26	0,18
1,70	3,78	135,69	1,38	1,75	107,45	0,15	2,10	110,66	0,23
1,80	4,33	146,63	1,60	1,91	113,64	0,19	2,32	118,39	0,29
1,90	5,05	159,40	1,90	2,10	120,26	0,24	2,55	126,08	0,37
2,00	6,04	174,90	2,30	2,31	127,66	0,30	2,78	133,27	0,44
2,10	7,10	192,17	2,77	2,54	134,76	0,37	3,08	146,00	0,58
2,20	8,02	206,23	3,18	2,80	143,02	0,46	3,32	152,90	0,65
2,30	8,96	220,73	3,58	3,06	150,46	0,55	3,57	159,90	0,73
2,40	10,01	237,04	4,03	3,45	160,22	0,71	3,87	167,77	0,84
2,50	12,23	270,48	5,00	3,74	167,87	0,81	4,18	175,76	0,96
2,60	13,05	283,36	5,41	4,05	176,10	0,93	4,49	184,20	1,09
2,70	13,98	297,25	5,81	4,37	184,29	1,05	4,82	192,60	1,21
2,80	14,97	308,24	6,26	4,73	192,61	1,19	5,13	200,90	1,32
2,90	15,51	308,69	6,50	5,12	201,26	1,34	5,48	210,38	1,46
3,00	15,71	308,61	6,60	5,58	213,30	1,52	5,89	219,61	1,63
3,11	-	-	-	-	-	-	6,77	228,46	2,00
2,50	16,19	301,52	6,87	5,07	206,86	1,41	-	-	-
2,00	15,65	304,03	6,77	4,26	184,42	1,17	-	-	-
1,50	14,92	304,03	6,60	3,41	158,41	0,91	-	-	-
1,00	13,94	304,05	6,30	2,44	126,03	0,59	3,39	253,41	1,14
0,50	12,87	272,33	5,93	1,34	85,76	0,22	2,20	225,18	0,78
0,00	10,31	272,33	5,00	0,49	34,95	0,04	0,42	47,53	0,22

Prekročenie maximálnej únosnosti skla – prasknutie skla

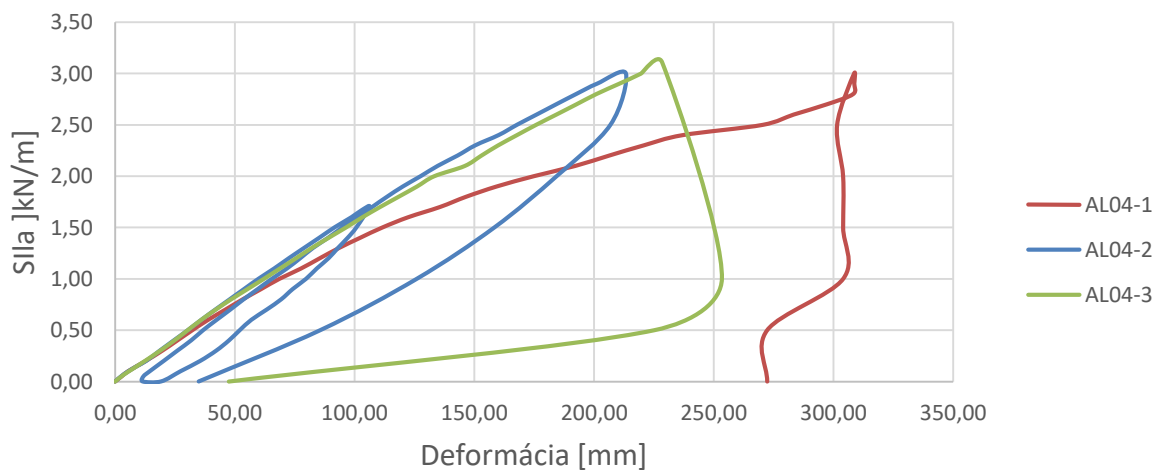
Graf závislosti pretvorenia spodnej hrany na sile



Graf závislosti pretvorenia hornej hrany profilu na sile



Graf závislosti pretvorenia skla na sile



Deformované zábradlie pri maximálnom zatažení v danej skúške



AL04 – 1



AL04 – 2



AL04 – 3

Vzorka AL04-1 – vytiahnutie mechanických kotiev



Vzorka AL04-2 – zostatková deformácia profilu po splastizovaní časti profilu v oblasti skrutiek a zapadnutie excenterov do profilu

Zapadnutie excenterov hlbšie do profilu (posun voči inštalačnej polohe) znemožňuje návrat skla do pôvodnej polohy pred začatím zaťažovania

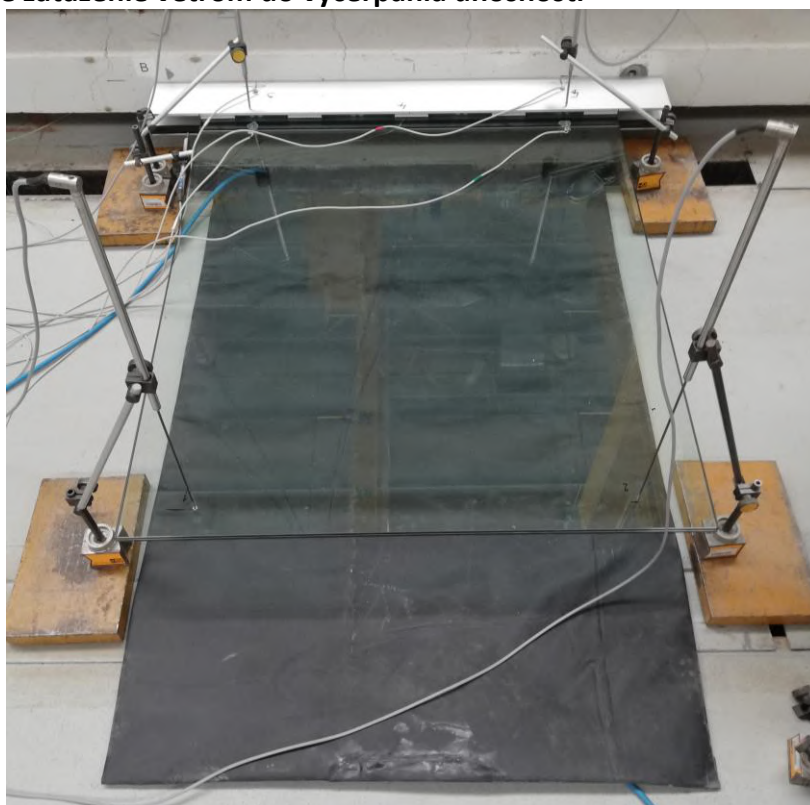


Vzorka AL04-3 – prekročenie maximálnej únosnosti skla

Vznik iniciačnej trhliny v oblasti uloženia skla v plastovej podložke A19/FLEX1-017-P3



Časť 4. – Plošné zaťaženie vetrom do vyčerpania únosnosti

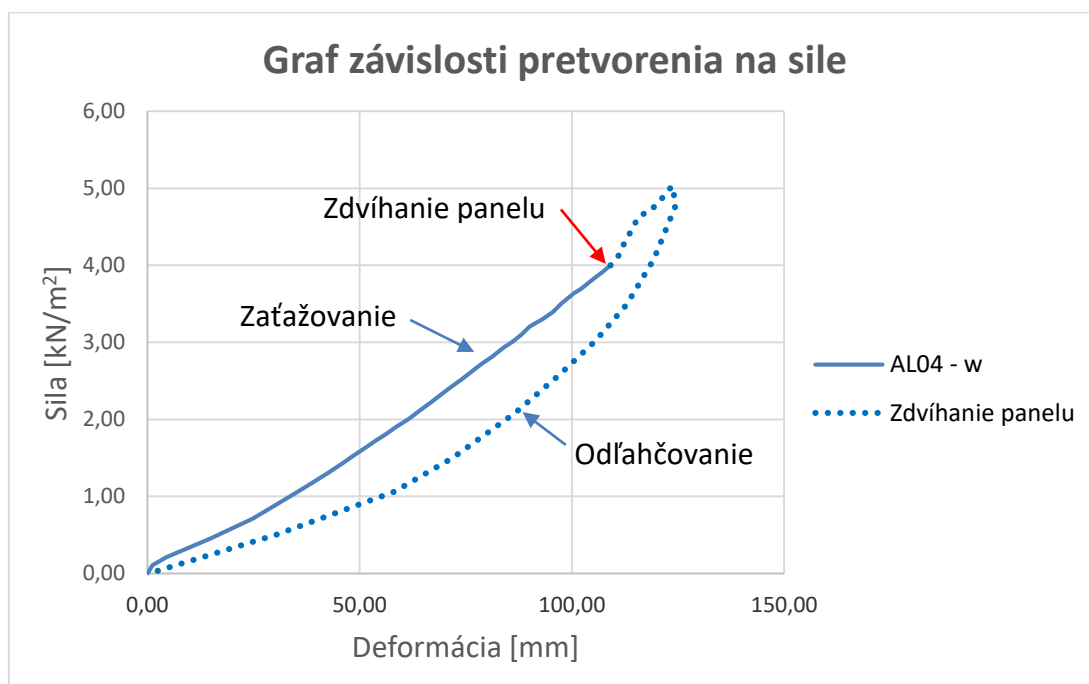


AL04 – w

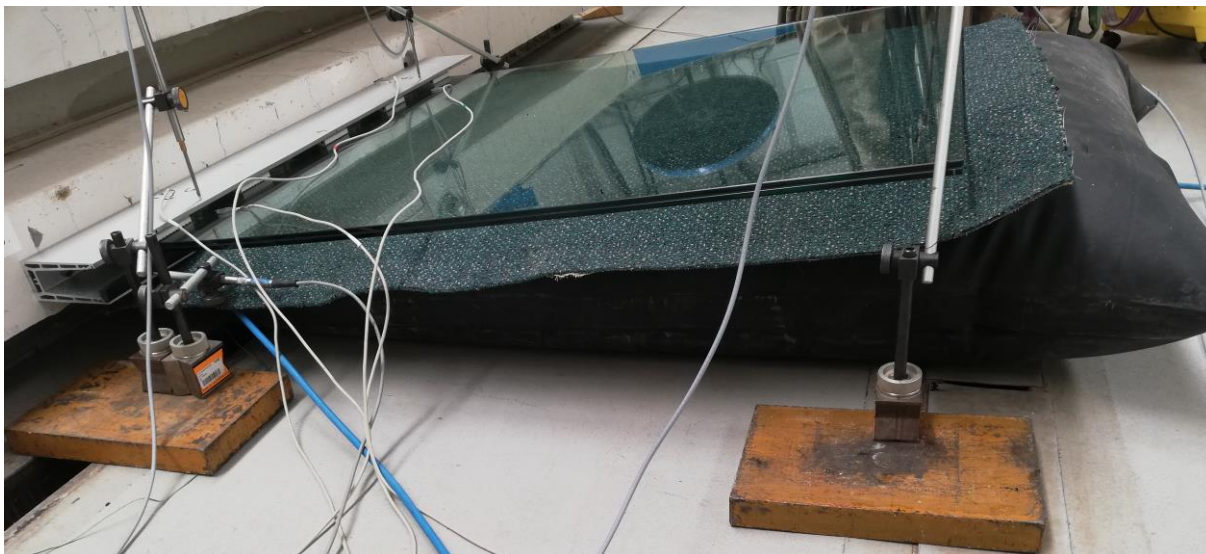
Namerané hodnoty:

Zaťaženie	Deformácia - horná hrana profilu	Deformácia - spodná hrana profilu	Deformácia - sklo	Napätie - profil	Napätie - sklo
kN/m ²	mm	mm	mm	MPa	MPa
0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,02
0,11	0,00	0,00	1,18	-0,36	-0,99
0,21	0,07	0,01	4,44	-1,22	-2,97
0,45	0,55	0,03	14,86	-2,66	-7,31
0,71	0,82	0,06	24,83	-4,14	-12,40
1,03	0,91	0,07	34,54	-7,50	-19,36
1,15	0,94	0,09	37,91	-9,03	-21,80
1,31	1,05	0,10	42,72	-11,49	-25,26
1,43	1,19	0,11	45,92	-13,16	-27,50
1,52	1,21	0,12	48,36	-14,45	-29,21
1,65	1,24	0,13	51,79	-16,19	-31,56
1,72	1,33	0,13	53,52	-16,96	-32,74
1,81	1,35	0,14	56,20	-18,22	-34,57
1,90	1,41	0,14	58,57	-19,39	-36,19
2,01	1,48	0,15	61,64	-20,92	-38,26
2,12	1,53	0,15	64,17	-22,16	-39,98
2,22	1,60	0,16	66,66	-23,44	-41,69
2,32	1,66	0,16	69,05	-24,69	-43,30
2,42	1,68	0,17	71,50	-25,92	-44,99
2,52	1,73	0,17	73,94	-27,15	-46,65
2,63	1,80	0,18	76,66	-28,57	-48,46
2,72	1,87	0,18	78,68	-29,57	-49,84
2,82	1,92	0,19	81,29	-30,87	-51,54
2,93	2,00	0,19	83,86	-32,13	-53,23
3,01	2,05	0,19	86,07	-33,21	-54,61
3,10	2,09	0,20	88,00	-34,07	-55,86
3,21	2,16	0,20	90,05	-34,85	-57,06
3,30	2,23	0,20	93,13	-36,15	-58,86
3,40	2,30	0,21	95,58	-37,23	-60,37
3,51	2,35	0,21	97,62	-38,12	-61,64
3,63	2,43	0,22	100,38	-39,41	-63,29
3,70	2,48	0,22	102,27	-40,20	-64,45
3,82	2,56	0,22	105,03	-41,42	-66,07
3,91	2,61	0,23	107,17	-42,33	-67,35
4,00	2,68	0,23	109,05	-43,08	-68,46
4,12	2,76	0,23	110,94	-44,03	-69,67
4,21	2,79	0,24	111,76	-44,48	-70,39
4,32	2,85	0,24	112,66	-45,09	-71,28
4,42	2,91	0,24	113,67	-45,85	-72,21
4,52	2,96	0,24	114,58	-46,35	-73,02

4,64	3,02	0,25	115,96	-47,14	-74,15
4,71	3,12	0,25	118,57	-48,33	-75,83
4,81	3,21	0,25	120,16	-49,12	-77,03
4,91	3,31	0,26	121,94	-50,16	-78,36
5,03	3,39	0,26	123,55	-50,86	-79,54
4,79	3,48	0,26	124,52	-47,93	-77,33
4,08	3,41	0,26	119,31	-42,87	-70,64
3,49	3,31	0,27	112,91	-37,14	-62,65
3,02	3,23	0,27	105,57	-32,09	-56,11
2,57	3,14	0,26	96,85	-27,10	-49,51
2,08	2,91	0,25	86,49	-21,50	-41,92
1,50	2,58	0,24	71,85	-14,56	-31,85
1,06	2,23	0,22	58,17	-8,86	-23,13
0,50	1,40	0,15	30,43	-1,75	-10,04
0,03	0,38	0,07	2,24	1,22	-1,27



Deformované zábradlie pri plošnom zaťažení 5,00 kN/m² – pri zaťažení 4,00 kN/m² došlo k zdvíhaniu betónového panelu a tým pádom k zvýšenému prírastku deformácie hornej hrany skla



Poznámka:

- Výsledky skúšok sa týkajú predmetu skúšky a nenahrádzajú iné dokumenty, ktoré sú požadované orgánmi štátneho odborného dozoru podľa špecifických predpisov.
- Skúška bola vykonaná podľa uvedených noriem v súlade s uvedenými postupmi.
- Protokol o skúške môže byť reprodukován iba ako celok. Na reprodukciu časti protokolu je potrebný písomný súhlas skúšobného laboratória.
- Podľa Slovenského stavebného zákona spĺňa samotný profil AL/0004-PRO EN AW-6063 T6, pri použití skla do výšky 1200 mm, požiadavky použitia pre kategórie so stupňom odolnosti do 1,50 kN/m. V kategórii od 1,50 kN/m do 3,00 kN/m je použitie profilu obmedzené.
- **POZOR!** Kotvy HAZ M8 nespĺňajú požiadavky na bezpečnosť produktov použitých na stavbe pri použití v danej konštrukcii zábradlia. Preto tento druh kotvenia nie je možné použiť pri montáži zábradlia.

Dátum vystavenia protokolu: 28.4.2023

Skúšku vykonali: Ing. Martin Lavko, ml. a Ing. Daniel Dubecký, PhD.

Protokol vypracoval: Ing. Martin Lavko, ml.



Protokol kontroloval a schválil:

prof. Ing. Vincent Kvočák, PhD.



PROTOKÓŁ BADAWCZY nr 03/23

Nazwa i adres klienta: UMAKOV Group, a.s.
Galvaniho 7/D
821 04 Bratislava

Zamówienie nr: 230VOP0100000159
Zlecenie nr: P-105-0023/23
Rodzaj badanego materiału: Aluminium i szkło
Wyrób: Balustrada szklana z profilem AL/0004-PRO

Próbki badawcze

Opis: 4x balustrada szklana z szybą 2x8 mm VSG/ESG + 0,76 mm folia PVB oraz kotwiący profil aluminiowy AL/0004-PRO, wysokowytrzymała kotwa stalowa HAZ M8, pręt gwintowany MIO, kotwa chemiczna GEBOFIX PRO T300 VE-SF

Dostarczył: UMAKOV Group, a.s., Bratislava
Data przyjęcia próbek marzec 2023
Przechowywanie próbek: W zwykłym środowisku laboratoryjnym ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$, $50\pm 5\%$)

Badanie

Nazwa badania, ewentualnie badanej właściwości i numer normy, ewentualnie inne dane identyfikacyjnej metody badawczej, procedury:

1. Próby obciążenia poziomego do maks. wartości dopuszczalnej $q_k = 3,0 \text{ kN/m}$, z późniejszym odciążeniem
2. Próby obciążenia poziomego do maks. wartości dopuszczalnej $q_k = 1,67 \text{ kN/m}$, z późniejszym odciążeniem na $q_k = 0,00 \text{ kN/m}$, ponowne obciążenie do wartości $q_k = 3,0 \text{ kN/m}$
3. Próby obciążenia poziomego do wyczerpania nośności balustrady

Data badania: 28.03.2023- 13.04.2023
Miejsce badania: Centrum Badań i Innowacji w Budownictwie, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice
Temperatura otoczenia: $20\pm 2^{\circ}\text{C}$
Wilgotność powietrza: $50\pm 2\%$
Odstępstwa: Nie były zastosowane żadne nienormowane procedury i przyrządy.

Nazwa badania, ewentualnie badanej właściwości i numer normy, ewentualnie inne dane identyfikacyjnej metody badawczej, procedury: STN EN 1991-1-1: Eurokod 1. Obciążenia konstrukcji.
Część 1-1: Obciążenia ogólne. Gęstość, ciężar własny i obciążenie użytkowe
budynek

STN EN 1991-1-4: Eurokod 1. **Obciążenia konstrukcji.**

Część 1-4: Obciążenia ogólne. Obciążenie wiatrem
ČSN EN 74 3305 : 2017 Balustrady ochronne
ČSN EN 74 3305 KOREKTA 1: 2018 Balustrady ochronne



Zastosowany przyrząd pomiarowy, jego ciągłość metrologiczna:

Nazwa miernika (urządzenia)	Zakres miernika
Prasa hydrauliczna	
Suwmiarka Horex	0 - 250 mm
Czujnik indukcyjny	0 - 120 mm
Czujnik indukcyjny	0 - 120 mm
Czujnik indukcyjny	0-120 mm
Czujnik indukcyjny	0- 120 mm
Czujnik indukcyjny	0 - 300 mm
Czujnik indukcyjny	0 - 300 mm
Magistrala danych Quantum x	8 kanałowa
Siłomierz	(0 do ± 10) kN
Worek nadmuchiwany – miernik ciśnienia	

Temperatura 20 $\pm$ 2°C

otoczenia:

Wilgotność 45 $\pm$ 5°/o

powietrza:

Kształt próbki:

Profil aluminiowy AL/0004-PRO, długość 1250 mm, typ stopu aluminium EN AW-6063 T6; Laminowana tafla szklana 1000 x 1200 mm, 2x8 mm ESG+0,76 folia PVB; zestaw do mocowania szyby w profilu A19/FLEX1-017-SET-05.0 składający się z: uszczeltek gumowych z EPDM, podkładek plastikowych A19/FLEX1-P1, A19/FLEX1-P2 i A19/FLEX1-017-P3 z ABS, mimośrodów plastikowego A19/FLEX1-017-P4 z ABS. Poszczególne próbki były kotwione do betonowego panelu zbrojonego o grubości 160 mm zgodnie z wymaganiami producenta, po utwardzeniu zaprawy iniekcyjnej (AL04-W) zostały osadzone profile, a śruby MIO były dokręcone kluczem dynamometrycznym z momentem 55 Nm, kotwy mechaniczne HAZ M8 (AL04-1) były dokręcone z momentem 30 Nm, wkładki plastikowe i kliny w liczbie 5 szt. były włożone między szybę, a profil aluminiowy w odległości osiowej 250 mm, na górnej krawędzi profilu aluminiowego, w miejscu styku szyby i profilu aluminiowego była włożona guma uszczelniająca, zestaw był złożony zgodnie z zaleceniami producenta. Próbki AL04-2 i AL04-3 były kotwione do panelu żelbetowego przelotowymi prętami gwintowanymi MIO przez całą grubość panelu

Oznaczenie próbek: AL04-1, AL04-2, AL04-3, AL04-W

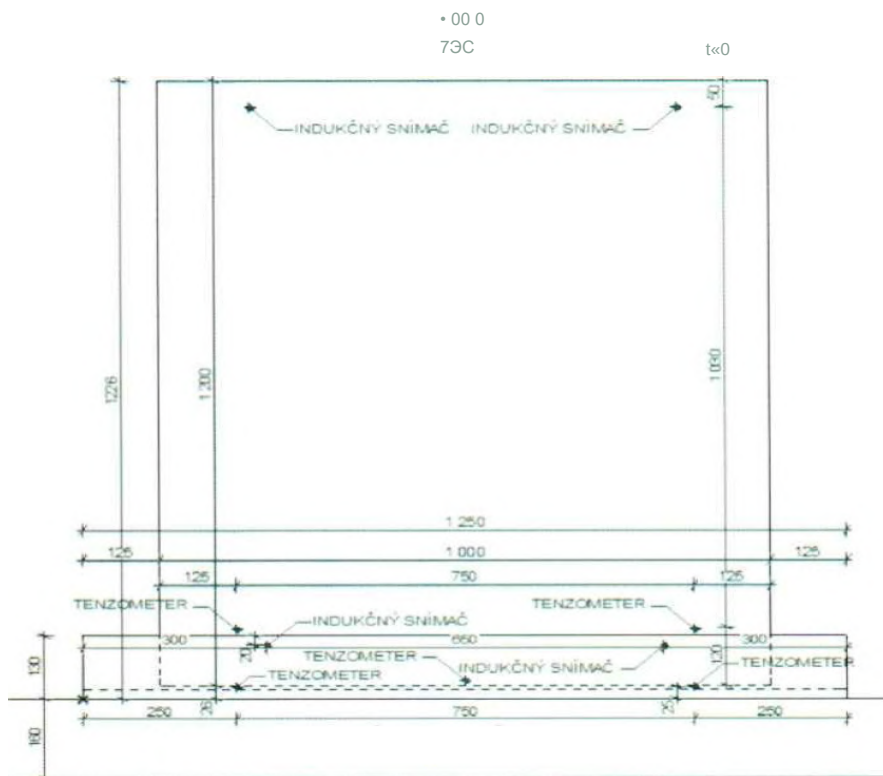
Przygotowanie próbek: Próbki nie były zmieniane, zestaw balustrady był złożony przed badaniem

Odstępstwa: Nie były zastosowane żadne nienormowane procedury i przyrządy.
Nie były stwierdzone żadne odstępstwa od znormalizowanej metody.

Część 1., 2. i 3. – poziome obciążenie liniowe obciążeniem poziomym o wartości maksymalnej 3kN/m i do wyczerpania nośności /CZUJNIK INDUKCYJNY CZUJNIK INDUKCYJNY/

/CZUJNIK INDUKCYJNY

CZUJNIK INDUKCYJNY/



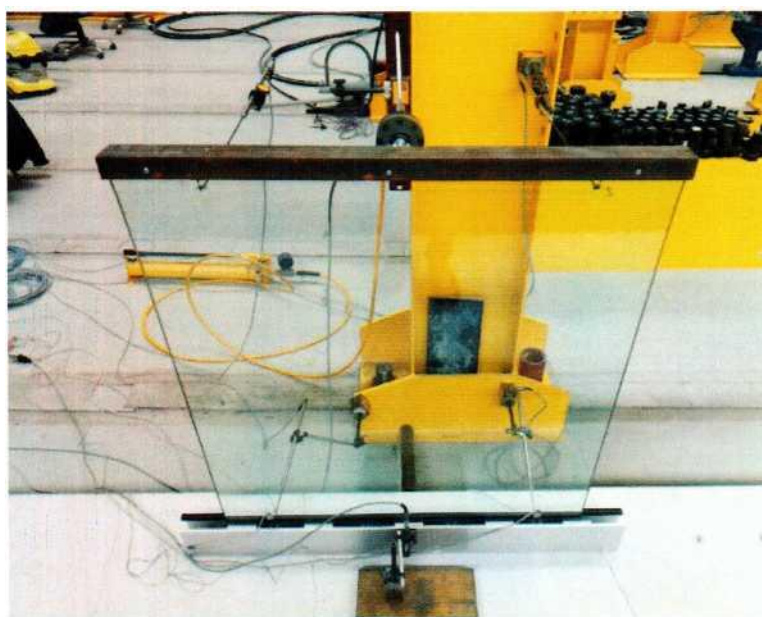
TENSOMETR

CZUJNIK INDUKCYJNY

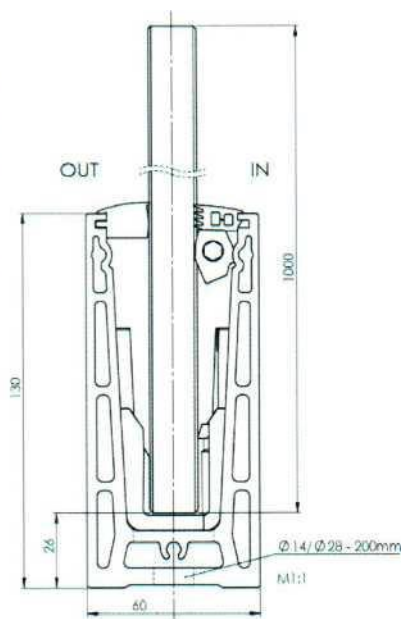
TENSOMETR

PANEL BETONOWY

Schemat zestawu AL/0004-PRO



AL04 - 1





Wartości zmierzone:

Moduł sprężystości szkła $E = 70,0 \text{ GPa}$

Moduł sprężystości aluminium $E = 68,3 \text{ GPa}$

	AL04-1			AL04-2			AL04-3		
	Odkształcenie - górna krawędź profilu	Odkształcenie - szyba	Odkształcenie - uniesienie dolnej krawędzi profilu	Odkształcenie - górna krawędź profilu	Odkształcenie - szyba	Odkształcenie - uniesienie dolnej krawędzi profilu	Odkształcenie - górna krawędź profilu	Odkształcenie - szyba	Odkształcenie - uniesienie dolnej krawędzi profilu
kN/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00				0,00	0,00	0,00			
0,05				0,02	2,55	0,00			
0,10				0,04	5,60	0,00			
0,15				0,06	9,21	0,00			
0,20				0,09	13,01	0,01			
0,30				0,17	18,70	0,01			
0,40				0,26	24,55	0,02			
0,50				0,34	30,43	0,02			
0,60				0,42	36,03	0,03			
0,70				0,52	41,90	0,03			
0,80				0,62	47,90	0,04			
0,90				0,73	53,88	0,04			
1,00				0,84	59,91	0,04			
1,10				0,96	66,45	0,05			
1,20				1,07	72,56	0,05			
1,30				1,19	78,92	0,05			
1,40				1,31	85,31	0,06			
1,50				1,43	91,63	0,07			
1,60				1,57	98,75	0,09			



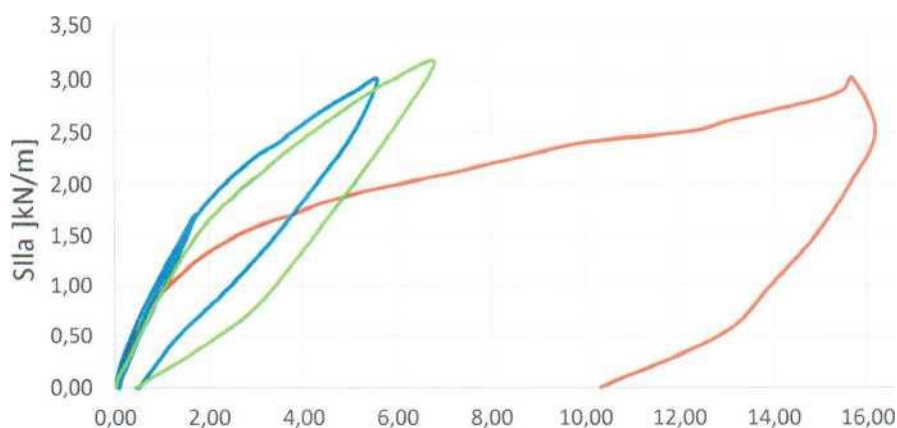
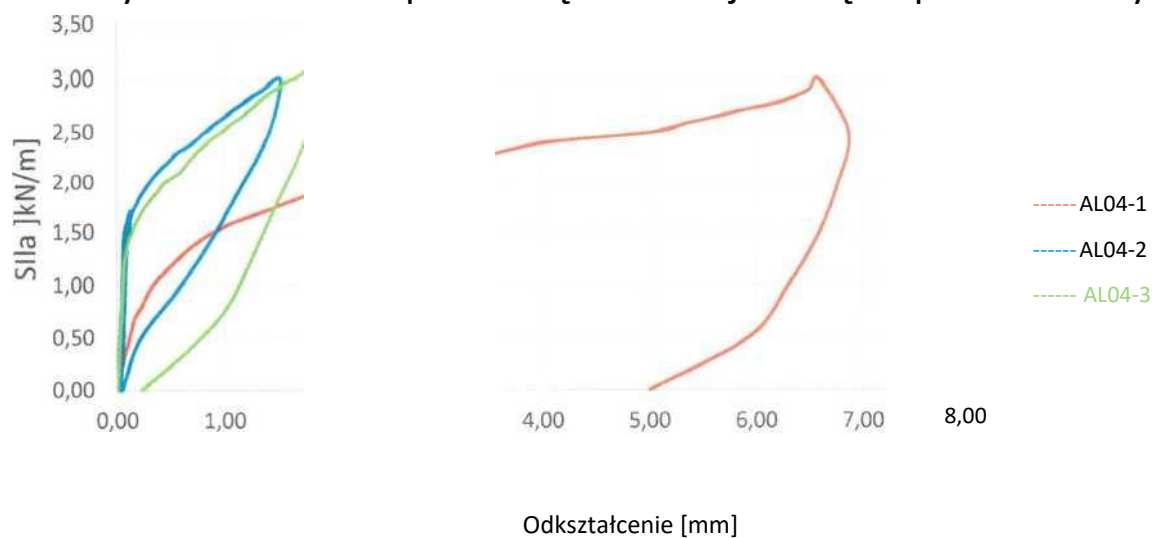
1,67					1,65	103,11	0,11					
1,70					1,71	106,25	0,12					
1,50					1,54	100,77	0,11					
1,40					1,44	97,18	0,09					
1,30					1,34	93,08	0,09					
1,20					1,25	89,15	0,08					
1,10					1,14	84,24	0,08					
1,00					1,04	79,80	0,07					
0,90					0,93	74,20	0,07					
0,80					0,84	69,39	0,07					
0,70					0,73	63,35	0,06					
0,60					0,62	56,91	0,06					
0,50					0,52	52,11	0,06					
0,40					0,43	47,60	0,05					
0,30					0,34	42,24	0,04					
0,20					0,24	35,57	0,04					
0,10					0,15	27,39	0,03					
0,00					0,08	19,22	0,03					
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	11,54	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,01	2,74	0,01	0,01	0,09	11,89	0,03	0,02	2,65	0,00	0,00	0,00
0,10	0,05	5,43	0,02	0,02	0,11	14,54	0,03	0,07	5,80	0,00	0,00	0,00
0,20	0,14	12,79	0,04	0,04	0,17	20,34	0,03	0,19	12,44	0,01	0,01	0,01
0,30	0,23	19,69	0,06	0,06	0,26	26,04	0,04	0,30	18,81	0,01	0,01	0,01
0,40	0,32	26,02	0,09	0,09	0,36	31,80	0,04	0,41	24,77	0,02	0,02	0,02
0,50	0,42	32,27	0,11	0,11	0,44	36,82	0,05	0,51	30,34	0,02	0,02	0,02
0,60	0,52	38,82	0,14	0,14	0,53	42,43	0,05	0,61	35,95	0,03	0,03	0,03
0,70	0,64	46,05	0,17	0,17	0,63	48,17	0,05	0,72	42,00	0,04	0,04	0,04
0,80	0,79	53,27	0,23	0,23	0,73	53,71	0,06	0,82	48,43	0,04	0,04	0,04
0,90	0,95	60,97	0,27	0,27	0,83	59,62	0,06	0,95	55,29	0,05	0,05	0,05



1,00	1,14	68,63	0,33	0,93	65,52	0,06	1,07	62,14	0,05
1,10	1,38	77,60	0,42	1,05	71,77	0,06	1,19	68,79	0,06
1,20	1,62	85,46	0,52	1,15	77,32	0,07	1,32	75,51	0,06
1,30	1,89	93,45	0,62	1,25	82,66	0,07	1,44	82,05	0,08
1,40	2,23	102,37	0,75	1,36	89,04	0,08	1,58	89,16	0,10
1,50	2,61	111,60	0,90	1,48	94,94	0,09	1,74	96,38	0,13
1,60	3,11	122,37	1,10	1,61	101,51	0,12	1,90	103,26	0,18
1,70	3,78	135,69	1,38	1,75	107,45	0,15	2,10	110,66	0,23
1,80	4,33	146,63	1,60	1,91	113,64	0,19	2,32	118,39	0,29
1,90	5,05	159,40	1,90	2,10	120,26	0,24	2,55	126,08	0,37
2,00	6,04	174,90	2,30	2,31	127,66	0,30	2,78	133,27	0,44
2,10	7,10	192,17	2,77	2,54	134,76	0,37	3,08	146,00	0,58
2,20	8,02	206,23	3,18	2,80	143,02	0,46	3,32	152,90	0,65
2,30	8,96	220,73	3,58	3,06	150,46	0,55	3,57	159,90	0,73
2,40	10,01	237,04	4,03	3,45	160,22	0,71	3,87	167,77	0,84
2,50	12,23	270,48	5,00	3,74	167,87	0,81	4,18	175,76	0,96
2,60	13,05	283,36	5,41	4,05	176,10	0,93	4,49	184,20	1,09
2,70	13,98	297,25	5,81	4,37	184,29	1,05	4,82	192,60	1,21
2,80	14,97	308,24	6,26	4,73	192,61	1,19	5,13	200,90	1,32
2,90	15,51	308,69	6,50	5,12	201,26	1,34	5,48	210,38	1,46
3,00	15,71	308,61	6,60	5,58	213,30	1,52	5,89	219,61	1,63
3,11	-	-	-	-	-	-	6,77	228,46	2,00
2,50	16,19	301,52	6,87	5,07	206,86	1,41	-	-	-
2,00	15,65	304,03	6,77	4,26	184,42	1,17	-	-	-
1,50	14,92	304,03	6,60	3,41	158,41	0,91	-	-	-
1,00	13,94	304,05	6,30	2,44	126,03	0,59	3,39	253,41	1,14
0,50	12,87	272,33	5,93	1,34	85,76	0,22	2,20	225,18	0,78
0,00	10,31	272,33	5,00	0,49	34,95	0,04	0,42	47,53	0,22

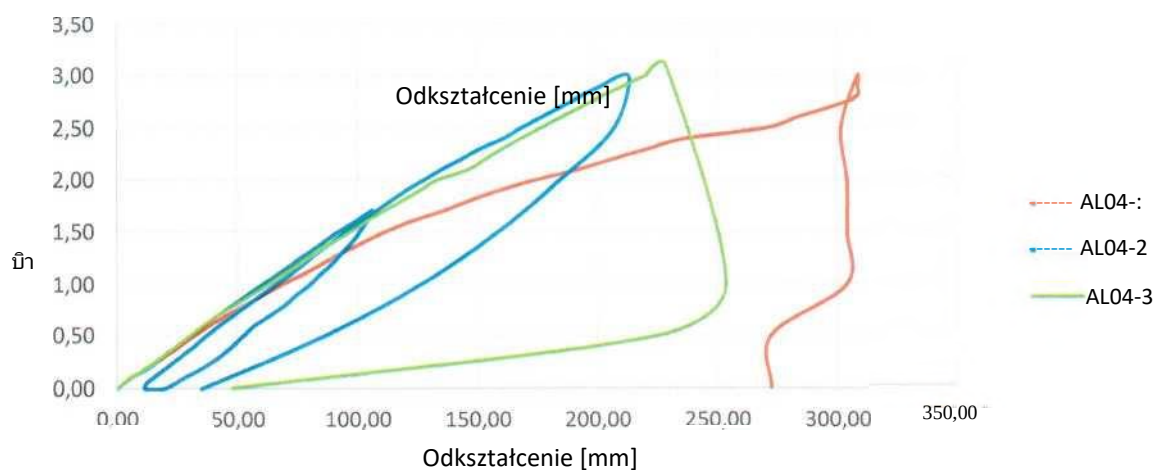
Przekroczenie maksymalnej nośności szyby - pęknięcie szyby

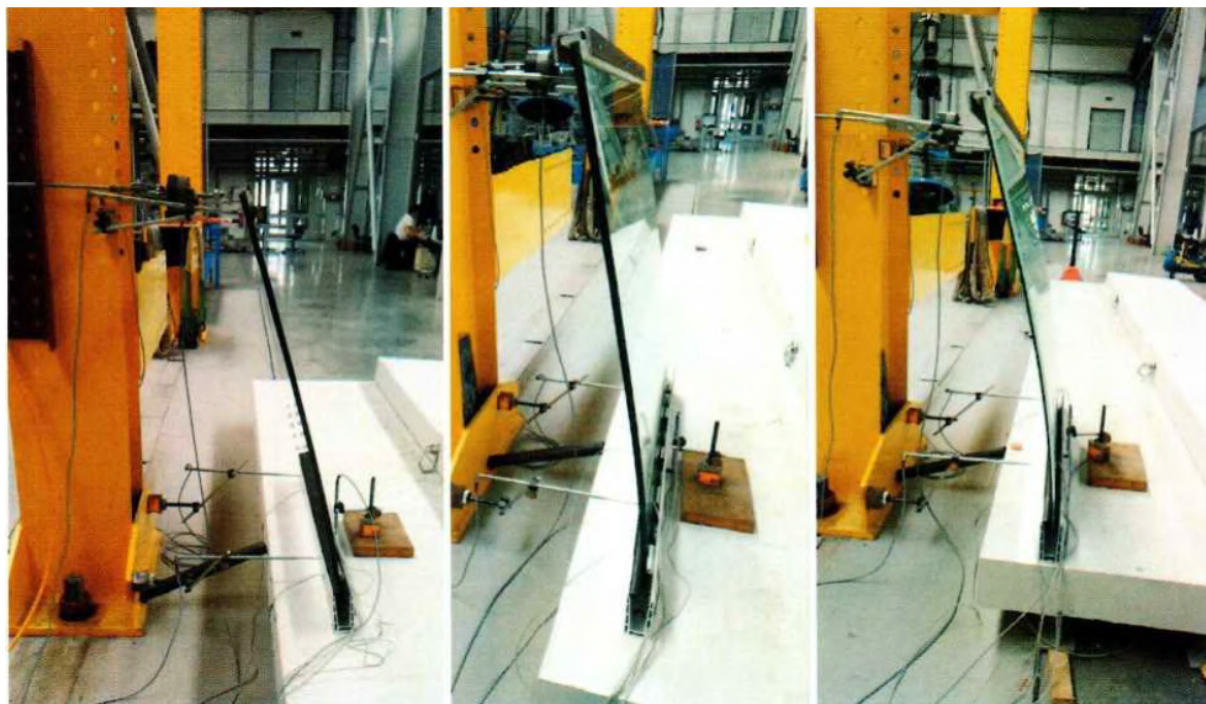
Wykres zależności przesunięcia dolnej krawędzi profilu od siły



Wykres zależności przesunięcia górnej krawędzi profilu od siły

Wykres zależności przesunięcia szyby od siły





AL04 - 1

AL04 - 2

AL04 - 3

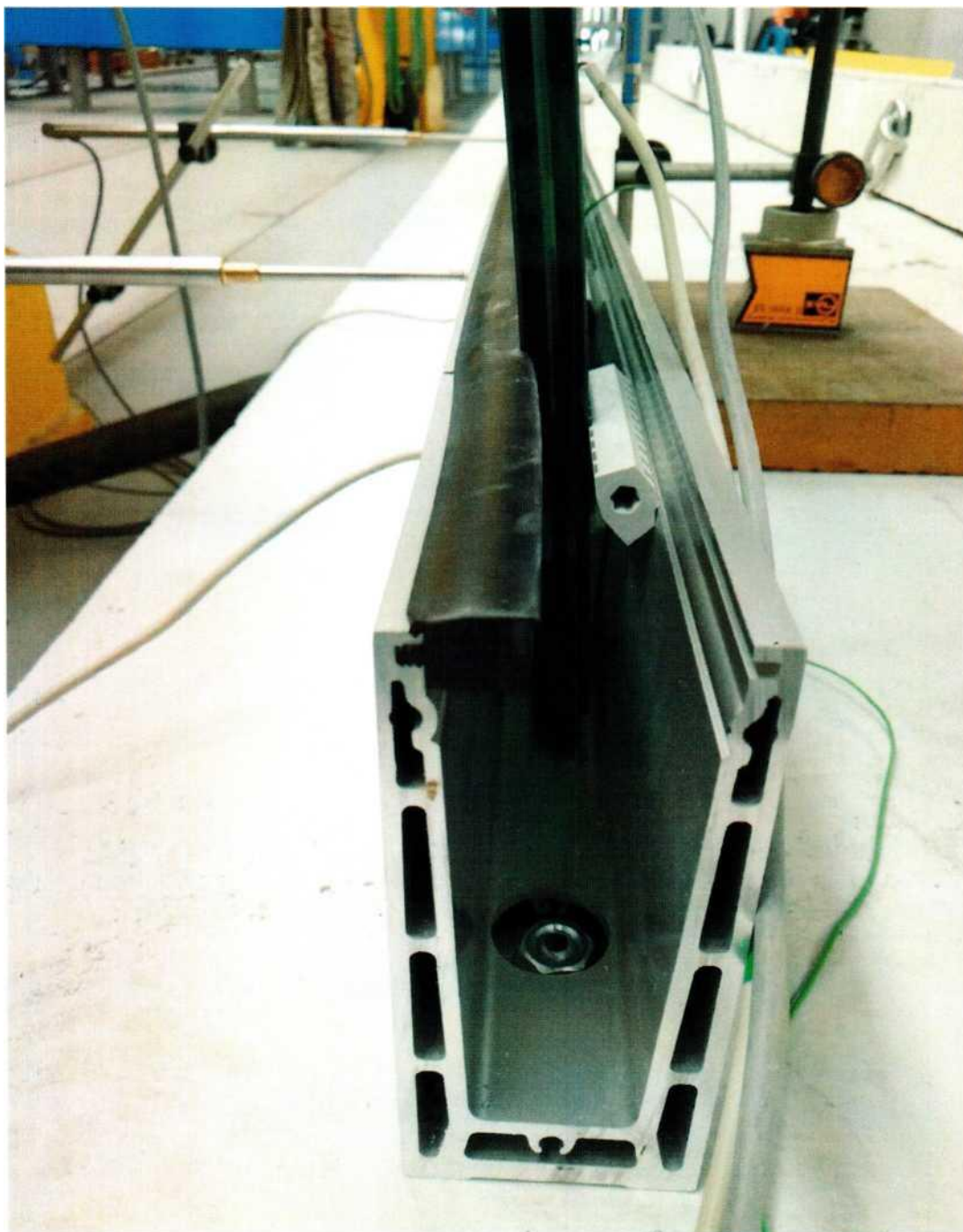
Balustrada odkształcona przy maksymalnym obciążeniu w konkretnym badaniu

Próbka AL04-1 – wyrwanie kotew mechanicznych



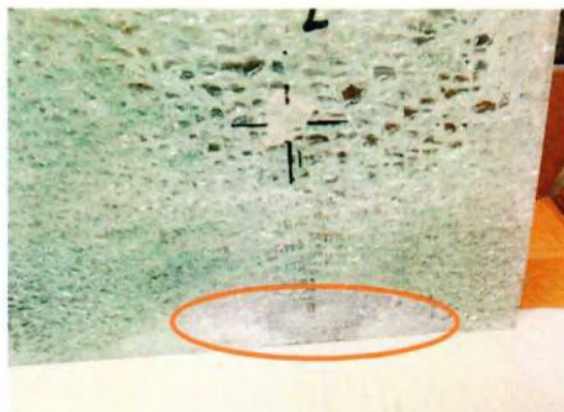
Próbka AL04-2 - resztkowe odkształcenie profilu po uplastycznieniu części profilu w obszarze śrub i wprowadzenia mimośrodów do profilu

Większe wprowadzenie mimośrodów do profilu (przesunięcie w stosunku do położenia instalacyjnego) uniemożliwia powrót szyby do położenia początkowego przed rozpoczęciem obciążania

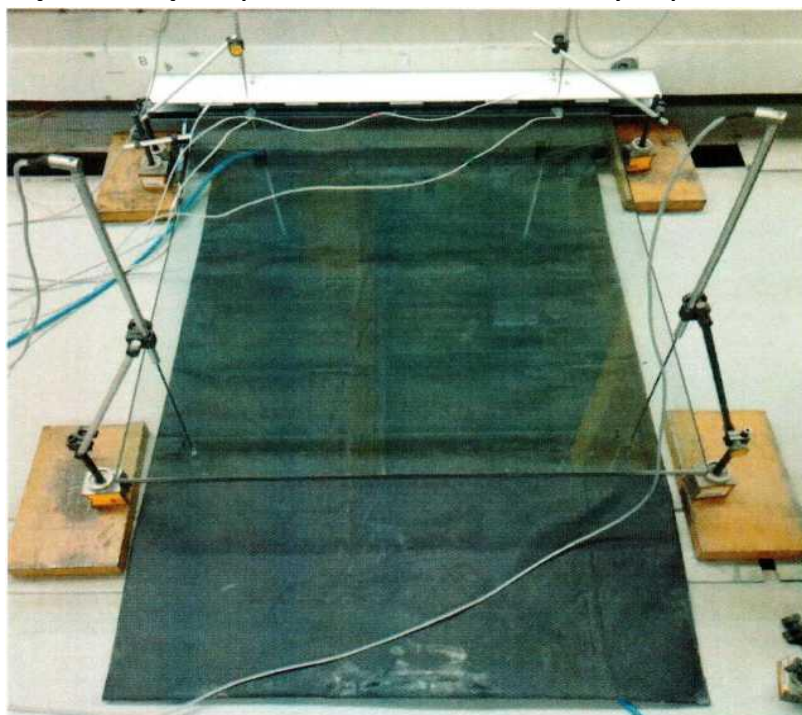


Próbka AL04-3 – przekroczenie maksymalnej nośności szyby

Powstanie pęknięcia inicjującego w obszarze zamocowania szyby w podkładce plastikowej A19/FLEX1-017-P3



Część 4. – Obciążenie powierzchniowe wiatrem aż do wyczerpania nośności



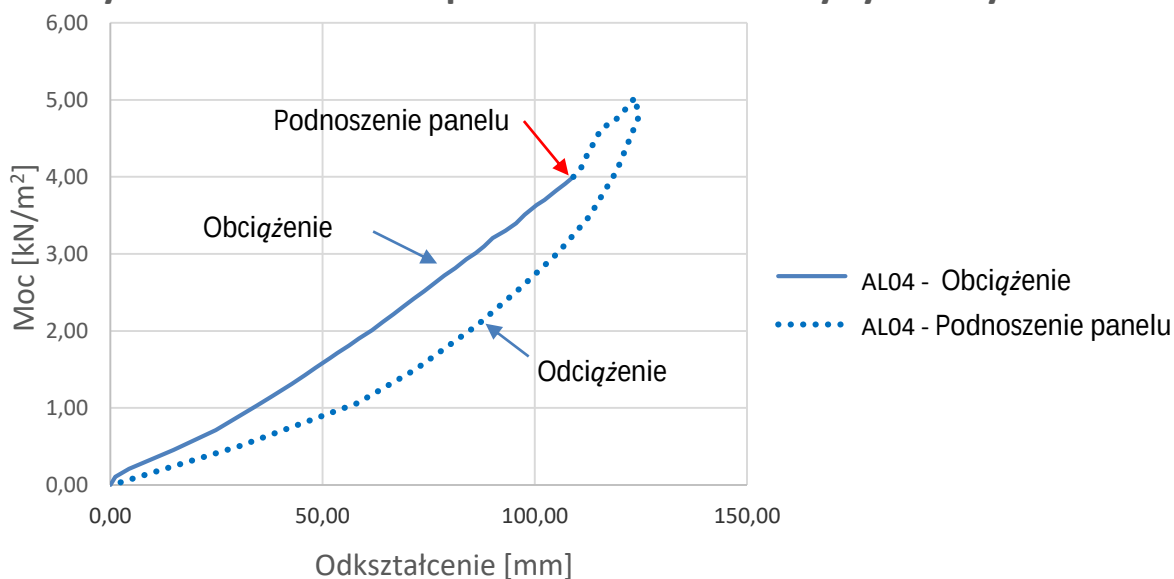
AL04 - w



Wartości zmierzone:

Obciążenie	Odształcenie- górna krawędź szyby	Odształcenie- górna krawędź profilu	Deformation - glass	Napężenie w profilu		Napężenie w szybie
kN/m ²	mm	mm	mm	MPa		MPa
0	0	0	0	-0,01		-0,02
0,11	0	0	1,18	-0,36		-0,99
0,21	0,07	0,01	4,44	-1,22		-2,97
0,45	0,55	0,03	14,86	-2,66		-7,31
0,71	0,82	0,06	24,83	-4,14		-12,4
1,03	0,91	0,07	34,54	-7,50		-19,36
1,15	0,94	0,09	37,91	-9,03		-21,8
1,31	1,05	0,1	42,72	-11,49		-25,26
1,43	1,19	0,11	45,92	-13,16		-27,5
1,52	1,21	0,12	48,36	-14,45		-29,21
1,65	1,24	0,13	51,79	-16,19		-31,56
1,72	1,33	0,13	53,52	-16,96		-32,74
1,81	1,35	0,14	56,2	-18,22		-34,57
1,9	1,41	0,14	58,57	-19,39		-36,19
2,01	1,48	0,15	61,64	-20,92		-38,26
2,12	1,53	0,15	64,17	-22,16		-39,98
2,22	1,6	0,16	66,66	-23,44		-41,69
2,32	1,66	0,16	69,05	-24,69		-43,3
2,42	1,68	0,17	71,5	-25,92		-44,99
2,52	1,73	0,17	73,94	-27,15		-46,65
2,63	1,8	0,18	76,66	-28,57		-48,46
2,72	1,87	0,18	78,68	-29,57		-49,84
2,82	1,92	0,19	81,29	-30,87		-51,54
2,93	2	0,19	83,86	-32,13		-53,23
3,01	2,05	0,19	86,07	-33,21		-54,61
3,1	2,09	0,2	88	-34,07		-55,86
3,21	2,16	0,2	90,05	-34,85		-57,06
3,3	2,23	0,2	93,13	-36,15		-58,86
3,4	2,3	0,21	95,58	-37,23		-60,37
3,51	2,35	0,21	97,62	-38,12		-61,64
3,63	2,43	0,22	100,38	-39,41		-63,29
3,7	2,48	0,22	102,27	-40,20		-64,45
3,82	2,56	0,22	105,03	-41,42		-66,07
3,91	2,61	0,23	107,17	-42,33		-67,35
4	2,68	0,23	109,05	-43,08		-68,46

Wykres zależności stopnia odkształcenia szyby od siły



Odształcone balustrady przy obciążeniu powierzchniowym 5 kN/m² - przy obciążeniu 4 kN/m² doszło do uniesienia betonowego panelu i w ten sposób do wzrostu odkształcenia górnej krawędzi szyby



- o Wyniki badań dotyczą badanego przedmiotu i nie zastępują innych dokumentów, które są wymagane przez organy państwowego nadzoru specjalistycznego zgodnie ze szczegółowymi przepisami.
- Uwaga:** Badanie zostało wykonane według podanych norm i zgodnie ze wspomnianymi procedurami.
- o Protokół z badania może być reprodukowany tylko jako całość. Na kopiowanie części protokołu niezbędna jest pisemna zgoda laboratorium badawczego.
 - o Zgodnie ze słowackim Prawem Budowlanym sam profil AL/0004-PRO EN AW-6063 T6, przy użyciu szyby do wysokości 1200 mm, spełnia wymagania stosowane dla kategorii o stopniu odporności do 1,50 kN/m. Przy wysokości szyby do 1000 mm maksymalne dopuszczalne obciążenie poziome wynosi 2,00 kN/m. W kategoriach ponad podany mi wartościami granicznymi do wielkości obciążenia poziomego 3,00 kN/m, zastosowanie profilu jest ograniczone.
 - o **UWAGA!** Kotwy HAZ M8 spełniają wymagania bezpieczeństwa dla produktów wykorzystanych do budowy przy w danej konstrukcji balustrady o wysokości szyby 1200 mm do maksymalnego obciążenia poziomego 1,00 kN/m.

Data wystawienia protokołu: 28.04.2023

Badanie wykonali: inż. Martin Lavko, młodszy i inż. Daniel Dubecký, PhD.

Protokół opracował: inż. Martin Lavko, młodszy




Protokół sprawdził i zatwierdził:

.....

prof. inż. Vincent Kvočák, PhD.

03/23 sz.
VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Ügyfél megnevezése és címe: UMAKOV Group, a.s.
Galvaniho 7/D
821 04 Pozsony

Megrendelés sz.: 230VOP0100000159
Rendelés sz.: P-105-0023/23
Vizsgált anyag típusa: Alumínium és üveg
Termék: Üvegkorlát AL/0004-PRO profillal

Vizsgált minták
Leírás: 4x Üvegkorlát 2x8 mm VSG/ESG + 0,76 mm üveggel 2x8 mm VSG/ESG +
0,76 mm
PVB-fólia és alumínium rögzítőprofil AL/0004-PRO,
Nagy teljesítményű acél horgony HAZ M8, menetes rúd MIO,
Vegyí dübel GEBOFIX PRO T300 VE-SF

Szállította: UMAKOV Group, a.s., Pozsony
Minta átvételi dátum: 2023 március
Minták elhelyezése: Normál laboratóriumi környezetben (20±2°C, 50±5%)

Vizsgálat

A vizsgált vizsgálat vagy tulajdonság neve és a szabvány száma vagy a vizsgálati módszer, eljárás azonosítója:

1. Vízszintes terhelési vizsgálatok $q_k = 3,0$ kN/m maximális terhelhetőségig, ezt követő tehermentesítéssel.
2. Vízszintes terhelési vizsgálatok a $q_k = 1,67$ kN/m maximális teherbírasi értékig, ezt követő tehermentesítés $q_k = 0,00$ kN/m-ig, újbóli terhelés $q_k = 3,0$ kN/m-ig.
3. Vízszintes terhelési vizsgálatok a korlát teherbírásának kimerüléséig.
4. Szélterhelés a korlátok teherbíró képességének kimerüléséig.

Vizsgálat időpontja: 2023.03.28- 2023.4.13
Vizsgálat helye: Építőipari Kutatási és Innovációs Központ, Vysokoškolská 4,
042 00 Kassa

Környezet hőmérséklete: 20±2°C
Környezeti páratartalom: 50±2%/o

Eltérések: Nem szabványos eljárások és készülékek nem kerültek alkalmazásra.

A vizsgálat megnevezése vagy tulajdonság neve és a szabvány száma vagy a vizsgálati módszer, eljárás egyéb azonosítója: STN EN 1991-1-1: Eurokód 1. A tartószerkezeteket érő hatások.

1-1 rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és hasznos terhek épületek esetén

STN EN 1991-1-4: Eurokód 1. A tartószerkezeteket érő hatások.

1-4 rész: Általános hatások. Szélhatás

ČSN EN 74 3305 : 2017 Korlátvédelem

ČSN EN 74 3305 MÓDOSÍTÁS 1: 2018 Korlátvédelem



Az alkalmazott vizsgálóberendezés, annak metrológiai folytonossága:

A műszer (eszköz) neve	Méréstartomány
Hidraulikus prés	
Horex csúszóskála	0 - 250 mm
Induktív érzékelő	0 - 120 mm
Induktív érzékelő	0 - 120 mm
Induktív érzékelő	0-120 mm
Induktív érzékelő	0- 120 mm
Induktív érzékelő	0 - 300 mm
Induktív érzékelő	0 - 300 mm
Quantum x adatbusz	8 csatornás
Erőmérő	(0 -tól ±10) kN
Felfújható zsák - nyomásmérő	

Környezet hőmérséklete: 20±2°C

Környezet nedvessége: 45±5%/o

Minta formája:

AL/0004-PRO alumíniumprofil, hossza 1250 mm, alumíniumötvözet EN AW-6063 T6 típus; laminált üvegtábla 1000 x 1200 mm, 2x8 mm ESG+0,76 PVB fólia; Szerelvény üvegszereléshez az A19/FLEX1-017-SET-05,0 profilba, amely a következőkből áll: EPDM gumitömítés, A19/FLEX1-P1, A19/FLEX1-P2 és A19/FLEX1-017-P3 műanyag alátétek ABS-ből, A19/FLEX1-017-P4 műanyag excenter ABS-ből. Az egyes próbatesteket a gyártó utasításai szerint a 160 mm vastag betonvaslemezbe horgonyoztuk be, a kémiai habarcs (AL04-W) megkötése után a profilokat beillesztettük, és a MIO csavarokat 55 Nm-re húztuk meg nyomatékkulccsal, a HAZ M8 mechanikus horgonyokat (AL04-1) 30 Nm-re húzták meg nyomatékkulccsal, az üveg és az alumíniumprofil közé 5 db műanyag betétet és éket helyeztek be 250 mm tengelytávolságban, az alumíniumprofil felső szélére az üveg és az alumíniumprofil érintkezési pontjánál tömítő gumit helyeztek, a szerelvényt a gyártó utasításai szerint szerelték össze. Az AL04-2 és AL04-3 próbatesteket a vasbeton panelhez MIO folyamatos menetes rudakkal rögzítették a panel teljes vastagságán keresztül.

Minták jelölése: AL04-1, AL04-2, AL04-3, AL04-W

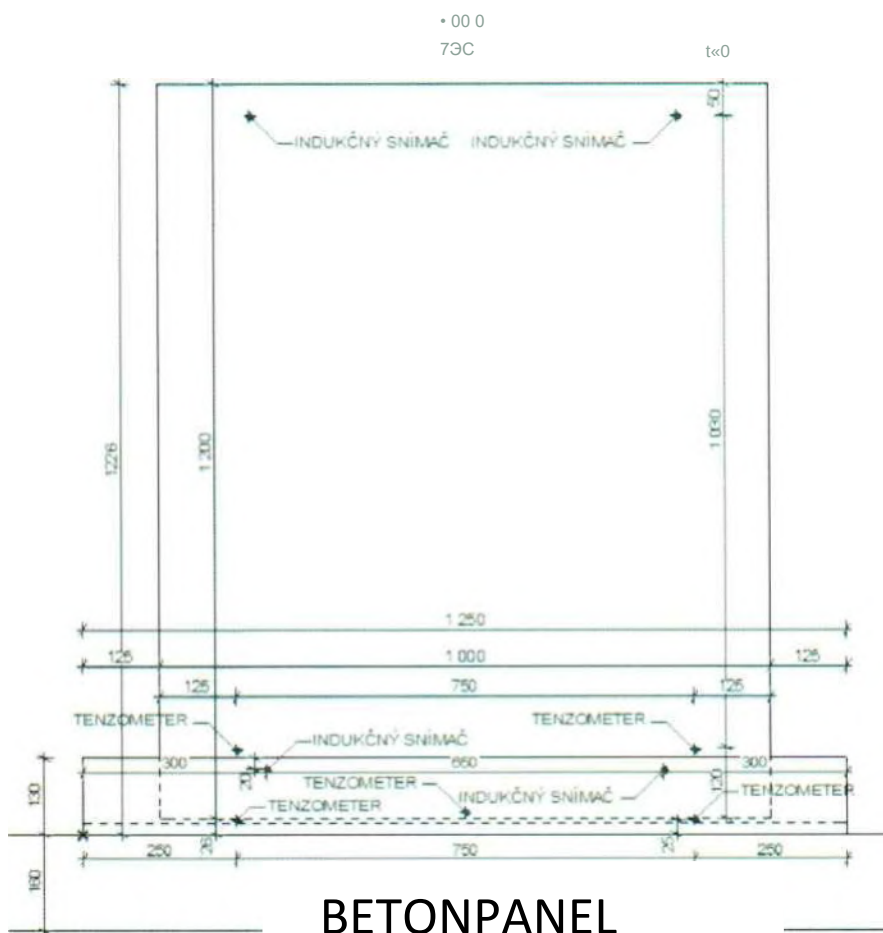
Minta módosítása: a mintadarabokat nem módosították, a szalagkorlátot a vizsgálat előtt összeszerelték.

Eltérések: Nem szabványos eljárásokat és készülékeket nem alkalmaztak.

Nem találtak eltérést a standard módszertől.

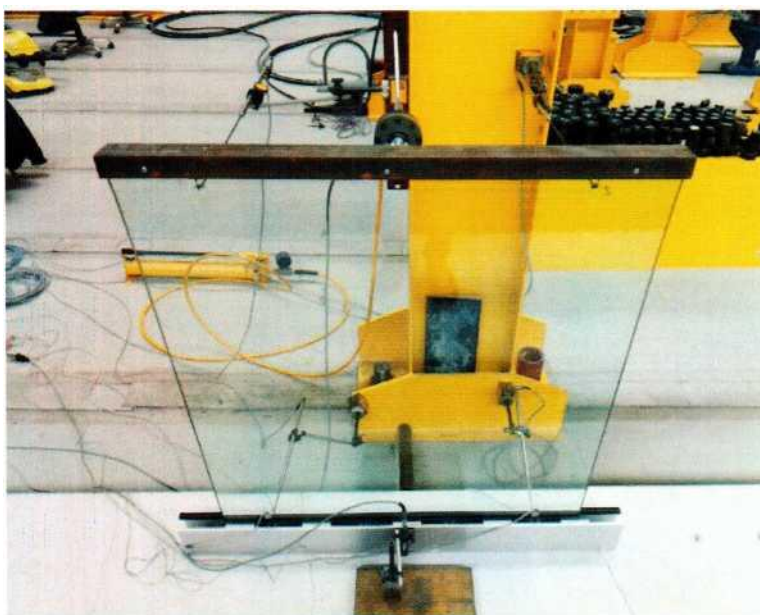


1., 2. és 3. rész - vízszintes lineáris terhelések legfeljebb 3 kN/m vízszintes terheléssel és a teherbírás kimerüléseig.

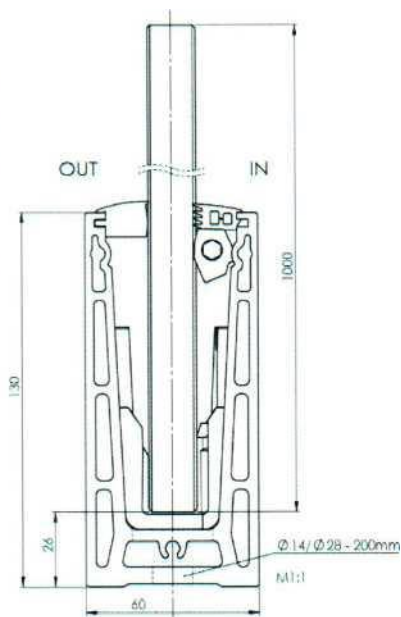


Összeszerelési diagram AL/0004-PRO

↑ TM
↑



AL04 - 1



Mért értékek:

Az üveg rugalmassági modulusa $E = 70,0 \text{ GPa}$

Az alumínium rugalmassági modulusa $E = 68,3 \text{ GPa}$

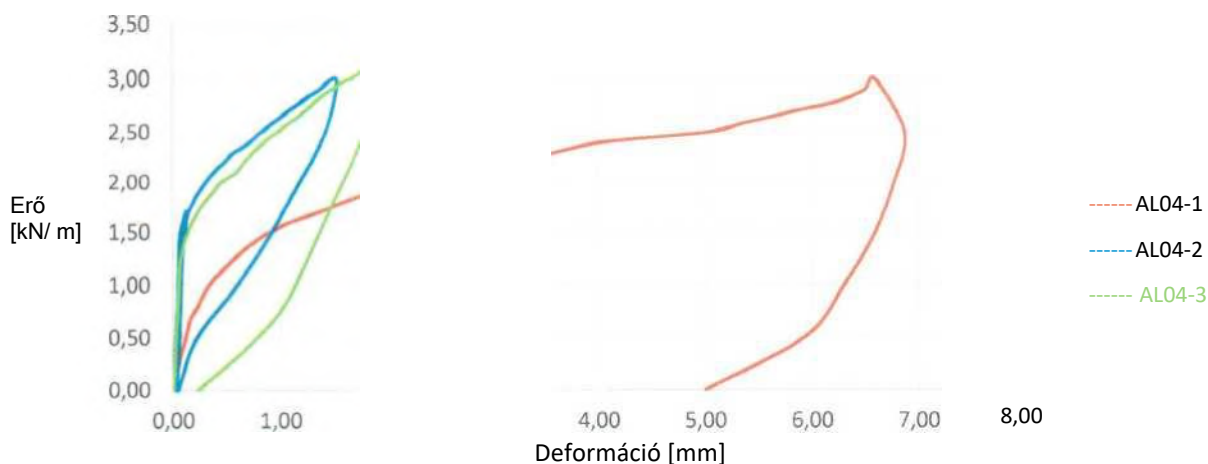
Erőmérő	AL04-1			AL04-2			AL04-3		
	Deformáció - a profil felső éle	Deformáció - üveg	Deformáció - a profil alsó élének emelkedése	Deformáció - a profil felső éle	Deformáció - üveg	Deformáció - a profil alsó élének emelkedése	Deformáció - a profil felső éle	Deformáció - üveg	Deformáció - a profil alsó élének emelkedése
kN/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00				0,00	0,00	0,00			
0,05				0,02	2,55	0,00			
0,10				0,04	5,60	0,00			
0,15				0,06	9,21	0,00			
0,20				0,09	13,01	0,01			
0,30				0,17	18,70	0,01			
0,40				0,26	24,55	0,02			
0,50				0,34	30,43	0,02			
0,60				0,42	36,03	0,03			
0,70				0,52	41,90	0,03			
0,80				0,62	47,90	0,04			
0,90				0,73	53,88	0,04			
1,00				0,84	59,91	0,04			
1,10				0,96	66,45	0,05			
1,20				1,07	72,56	0,05			
1,30				1,19	78,92	0,05			
1,40				1,31	85,31	0,06			
1,50				1,43	91,63	0,07			
1,60				1,57	98,75	0,09			

1,67					1,65	103,11	0,11				
1,70					1,71	106,25	0,12				
1,50					1,54	100,77	0,11				
1,40					1,44	97,18	0,09				
1,30					1,34	93,08	0,09				
1,20					1,25	89,15	0,08				
1,10					1,14	84,24	0,08				
1,00					1,04	79,80	0,07				
0,90					0,93	74,20	0,07				
0,80					0,84	69,39	0,07				
0,70					0,73	63,35	0,06				
0,60					0,62	56,91	0,06				
0,50					0,52	52,11	0,06				
0,40					0,43	47,60	0,05				
0,30					0,34	42,24	0,04				
0,20					0,24	35,57	0,04				
0,10					0,15	27,39	0,03				
0,00					0,08	19,22	0,03				
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	11,54	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,01	2,74	0,01	0,01	0,09	11,89	0,03	0,02	2,65	0,00	0,00
0,10	0,05	5,43	0,02	0,02	0,11	14,54	0,03	0,07	5,80	0,00	0,00
0,20	0,14	12,79	0,04	0,04	0,17	20,34	0,03	0,19	12,44	0,01	0,01
0,30	0,23	19,69	0,06	0,06	0,26	26,04	0,04	0,30	18,81	0,01	0,01
0,40	0,32	26,02	0,09	0,09	0,36	31,80	0,04	0,41	24,77	0,02	0,02
0,50	0,42	32,27	0,11	0,11	0,44	36,82	0,05	0,51	30,34	0,02	0,02
0,60	0,52	38,82	0,14	0,14	0,53	42,43	0,05	0,61	35,95	0,03	0,03
0,70	0,64	46,05	0,17	0,17	0,63	48,17	0,05	0,72	42,00	0,04	0,04
0,80	0,79	53,27	0,23	0,23	0,73	53,71	0,06	0,82	48,43	0,04	0,04
0,90	0,95	60,97	0,27	0,27	0,83	59,62	0,06	0,95	55,29	0,05	0,05

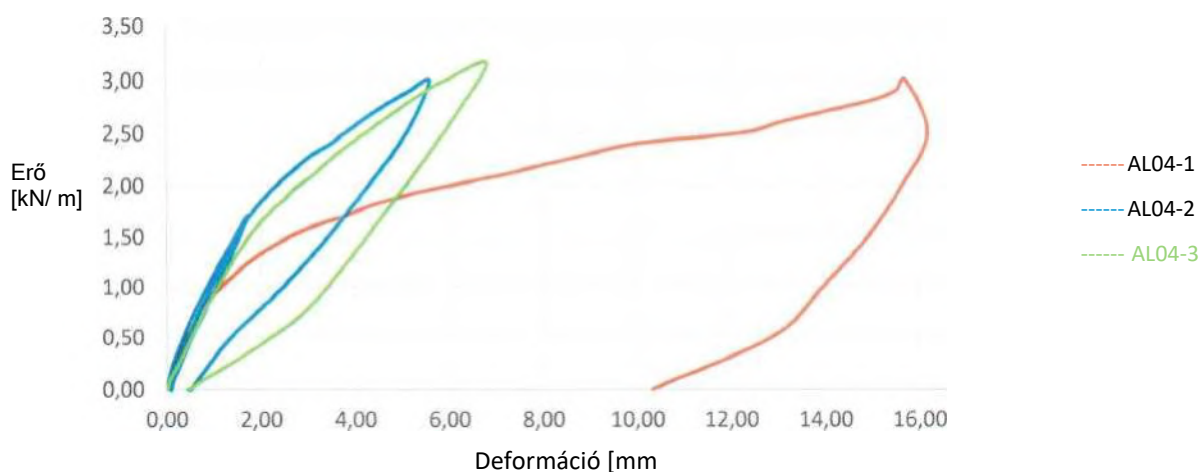
1,00	1,14	68,63	0,33	0,93	65,52	0,06	1,07	62,14	0,05
1,10	1,38	77,60	0,42	1,05	71,77	0,06	1,19	68,79	0,06
1,20	1,62	85,46	0,52	1,15	77,32	0,07	1,32	75,51	0,06
1,30	1,89	93,45	0,62	1,25	82,66	0,07	1,44	82,05	0,08
1,40	2,23	102,37	0,75	1,36	89,04	0,08	1,58	89,16	0,10
1,50	2,61	111,60	0,90	1,48	94,94	0,09	1,74	96,38	0,13
1,60	3,11	122,37	1,10	1,61	101,51	0,12	1,90	103,26	0,18
1,70	3,78	135,69	1,38	1,75	107,45	0,15	2,10	110,66	0,23
1,80	4,33	146,63	1,60	1,91	113,64	0,19	2,32	118,39	0,29
1,90	5,05	159,40	1,90	2,10	120,26	0,24	2,55	126,08	0,37
2,00	6,04	174,90	2,30	2,31	127,66	0,30	2,78	133,27	0,44
2,10	7,10	192,17	2,77	2,54	134,76	0,37	3,08	146,00	0,58
2,20	8,02	206,23	3,18	2,80	143,02	0,46	3,32	152,90	0,65
2,30	8,96	220,73	3,58	3,06	150,46	0,55	3,57	159,90	0,73
2,40	10,01	237,04	4,03	3,45	160,22	0,71	3,87	167,77	0,84
2,50	12,23	270,48	5,00	3,74	167,87	0,81	4,18	175,76	0,96
2,60	13,05	283,36	5,41	4,05	176,10	0,93	4,49	184,20	1,09
2,70	13,98	297,25	5,81	4,37	184,29	1,05	4,82	192,60	1,21
2,80	14,97	308,24	6,26	4,73	192,61	1,19	5,13	200,90	1,32
2,90	15,51	308,69	6,50	5,12	201,26	1,34	5,48	210,38	1,46
3,00	15,71	308,61	6,60	5,58	213,30	1,52	5,89	219,61	1,63
3,11	-	-	-	-	-	-	6,77	228,46	2,00
2,50	16,19	301,52	6,87	5,07	206,86	1,41	-	-	-
2,00	15,65	304,03	6,77	4,26	184,42	1,17	-	-	-
1,50	14,92	304,03	6,60	3,41	158,41	0,91	-	-	-
1,00	13,94	304,05	6,30	2,44	126,03	0,59	3,39	253,41	1,14
0,50	12,87	272,33	5,93	1,34	85,76	0,22	2,20	225,18	0,78
0,00	10,31	272,33	5,00	0,49	34,95	0,04	0,42	47,53	0,22

Az üveg maximális terhelhetőségének túllépése - üvegtörés

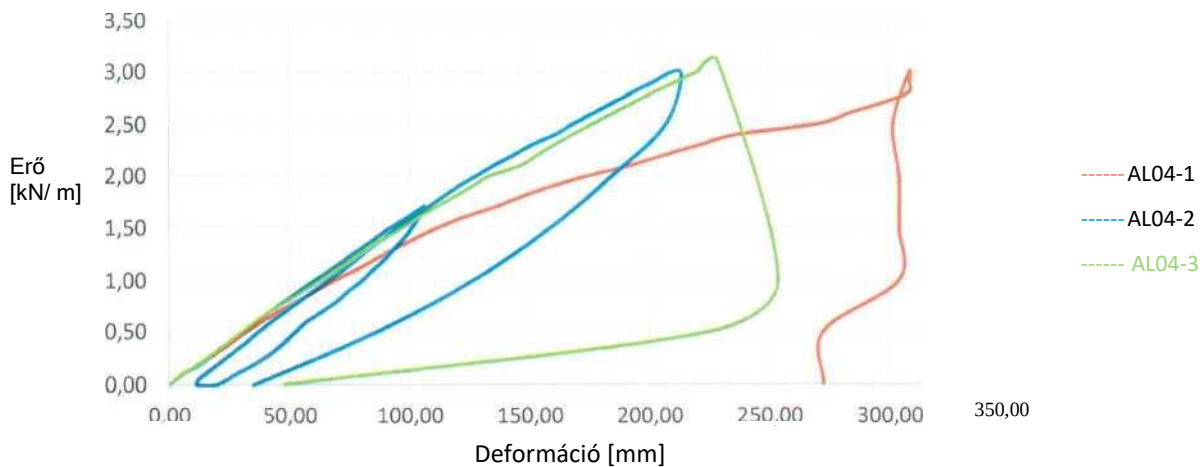
Az alsó él átalakulásának grafikonja az erő függvényében



A felső élprofil átalakulásának ábrája az erő függvényében



Az üveg átalakulásának ábrája az erő függvényében



Deformált védőkorlát maximális terhelésnél egy adott vizsgálatban



AL04 - 1



AL04 - 2



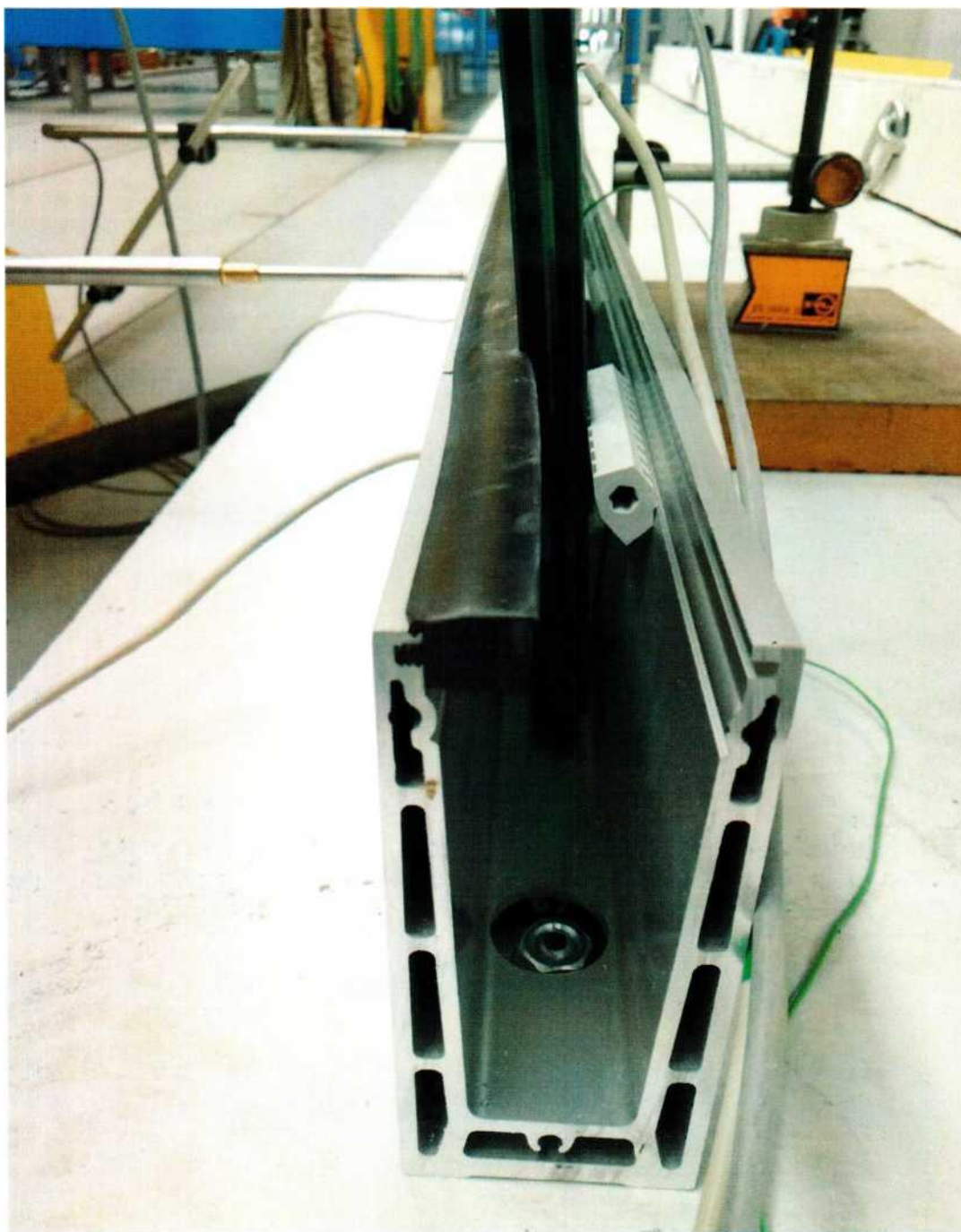
AL04 - 3

AL04-1 minta - mechanikus horgonyok kihúzása

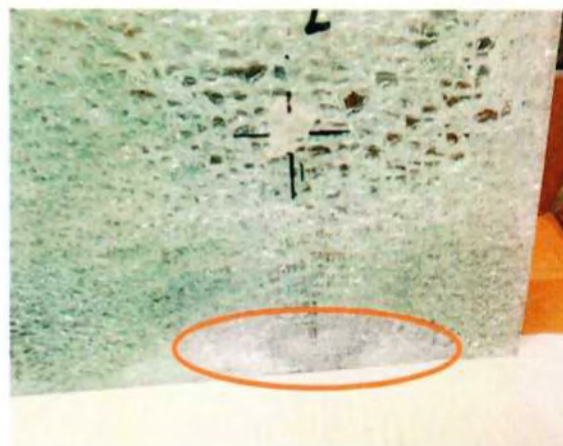


AL04-2 minta - a profil maradó alakváltozása a profilszelvény plasticizálása után a csavarok területén és az extrudálásoknak a profilba való beágyazása után.

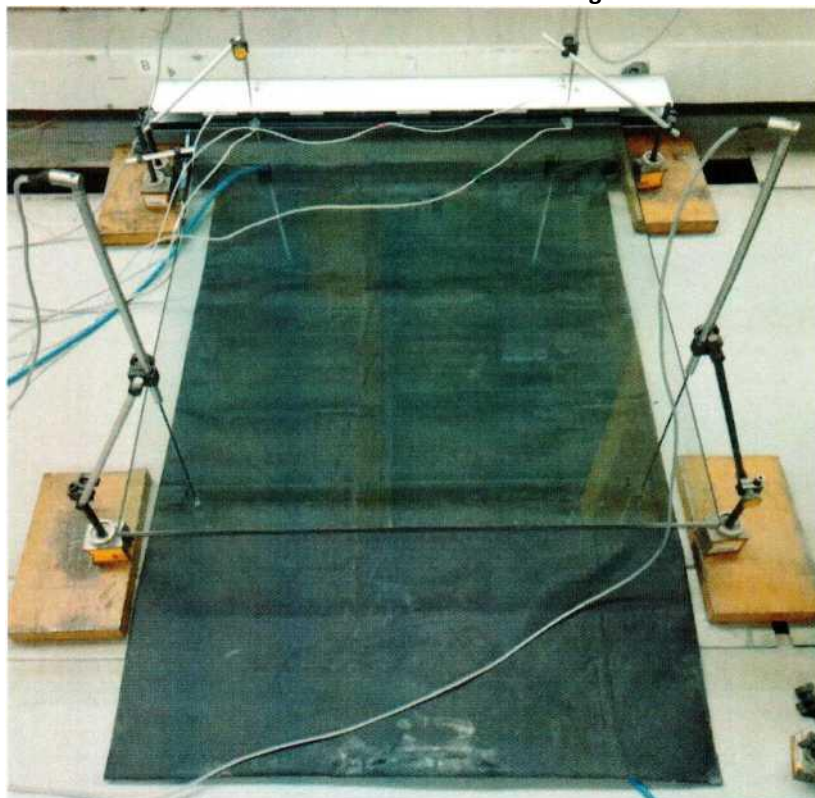
Az excentrikus mélyebbre ágyazása a profilba (a beépítési helytől eltolva) megakadályozza, hogy az üveg a terhelés megkezdése előtt visszatérjen eredeti helyzetébe.



AL04-3 minta - az üveg maximális teherbíró képességének meghaladása



4. rész - Felszíni szélterhelés a teherbírás kimerüléséig

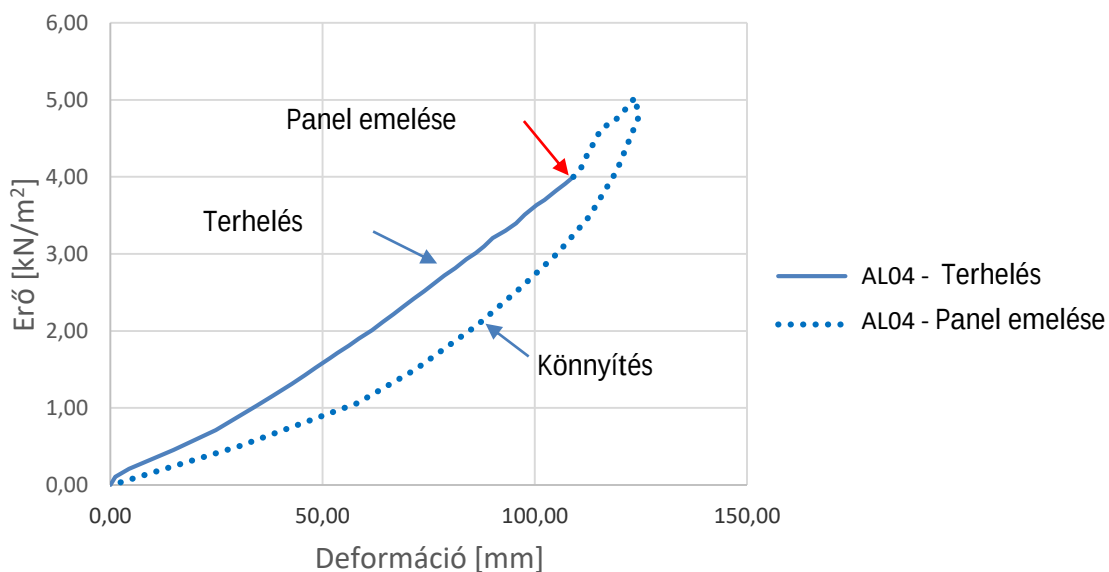


AL04 - w

Mért értékek:

Terhelés kN/m ²	Deformáció -profil felső éle mm	Deformáció -profil alsó éle mm	Deformáció - üveg mm	Feszültség -profil MPa	Feszültség - üveg MPa
0	0	0	0	-0,01	-0,02
0,11	0	0	1,18	-0,36	-0,99
0,21	0,07	0,01	4,44	-1,22	-2,97
0,45	0,55	0,03	14,86	-2,66	-7,31
0,71	0,82	0,06	24,83	-4,14	-12,4
1,03	0,91	0,07	34,54	-7,50	-19,36
1,15	0,94	0,09	37,91	-9,03	-21,8
1,31	1,05	0,1	42,72	-11,49	-25,26
1,43	1,19	0,11	45,92	-13,16	-27,5
1,52	1,21	0,12	48,36	-14,45	-29,21
1,65	1,24	0,13	51,79	-16,19	-31,56
1,72	1,33	0,13	53,52	-16,96	-32,74
1,81	1,35	0,14	56,2	-18,22	-34,57
1,9	1,41	0,14	58,57	-19,39	-36,19
2,01	1,48	0,15	61,64	-20,92	-38,26
2,12	1,53	0,15	64,17	-22,16	-39,98
2,22	1,6	0,16	66,66	-23,44	-41,69
2,32	1,66	0,16	69,05	-24,69	-43,3
2,42	1,68	0,17	71,5	-25,92	-44,99
2,52	1,73	0,17	73,94	-27,15	-46,65
2,63	1,8	0,18	76,66	-28,57	-48,46
2,72	1,87	0,18	78,68	-29,57	-49,84
2,82	1,92	0,19	81,29	-30,87	-51,54
2,93	2	0,19	83,86	-32,13	-53,23
3,01	2,05	0,19	86,07	-33,21	-54,61
3,1	2,09	0,2	88	-34,07	-55,86
3,21	2,16	0,2	90,05	-34,85	-57,06
3,3	2,23	0,2	93,13	-36,15	-58,86
3,4	2,3	0,21	95,58	-37,23	-60,37
3,51	2,35	0,21	97,62	-38,12	-61,64
3,63	2,43	0,22	100,38	-39,41	-63,29
3,7	2,48	0,22	102,27	-40,20	-64,45
3,82	2,56	0,22	105,03	-41,42	-66,07
3,91	2,61	0,23	107,17	-42,33	-67,35
4	2,68	0,23	109,05	-43,08	-68,46

Grafikon az üveg átalakulásának függése az erőtől



Deformált korlát 5 kN/m² felületi terhelésnél - 4 kN/m² terhelésnél a betonpanel megemelkedett, és ezáltal az üveg felső szélének deformációja megnövekedett



Megjegyzés:

- o A vizsgálatok eredményei a vizsgálat tárgyára vonatkoznak, és nem helyettesítik az állami szakmai felügyeleti hatóságok által külön rendeletek alapján megkövetelt egyéb dokumentumokat.
- o A vizsgálatot a fenti szabványoknak megfelelően, a fenti eljárásoknak megfelelően végezték el.
- o A vizsgálati jelentés csak teljes egészében sokszorosítható. A jelentés egy részének sokszorosításához a vizsgálatlaboratórium írásbeli hozzájárulása szükséges.
- o A szlovák építési szabályzat szerint az AL/0004-PRO EN AW-6063 T6 profil 1200 mm magasságig terjedő üveg használata esetén megfelel az 1,50 kN/m-ig terjedő ellenállású kategóriákban való használat követelményeinek. Üvegmagasságig 1000 mm-ig a megengedett legnagyobb vízszintes terhelés 2,00 kN/m. A fenti határterhelések feletti kategóriákban 3,00 kN/m vízszintes terhelésig a profil használata korlátozott.
- o FIGYELEM! A HAZ M8 horgonyok megfelelnek a helyszínen használt termékekre vonatkozó biztonsági követelményeknek, ha adott 1200 mm-es üvegmagasságú korlátszerkezetben 1,00 kN/m' maximális vízszintes terhelésig használják.

A jegyzőkönyv kiadásának időpontja: 2023.4.28

Vizsgálatot végezte: ifj. Ing. Lavko Martin és Ing. Dubecký Daniel, PhD.

Jegyzőkönyvet kidolgozta: ifj. Ing. Lavko Martin

A jegyzőkönyvet ellenőrizte és jóváhagyta:

.....
prof. Ing. Kvočák Vincent, PhD.

