

Oddelek za materiale
Laboratorij za cemente, malte in keramiko

Zavod za gradbeništvo Slovenije
Slovenian National Building and Civil Engineering Institute
Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www.zag.si>, e-mail: info@zag.si

Ljubljana, 29.04.2010



POROČILO

št. P 432/10 - 480 - 1

o določitvi strukture po lomu
kaljenega varnostnega stekla

Naročnik: Steklarstvo Moste d.o.o., Zaloška c. 185, 1260 Ljubljana - Polje
Naročilo/pogodba: naročilnica št. 04/2010 z dne 13.04.2010

Nosilec naloge:
mag. Vilma Ducman, univ.dipl.inž.



Vodja laboratorija:
mag. Vilma Ducman, univ.dipl.inž.

Direktor:
izr.prof. dr.Andraž Legat, univ.dipl.fiz.

PROIZVAJALEC: Steklarstvo Moste d.o.o., Slovenija

Delovni nalog: 432/10

Mesto odvzema: dostavil proizvajalec, 15.04.2010

Datum pregleda : 20.04-21.04. 2010

Opr. št.: V-170/10

Obseg preiskav: Določitev strukture po lomu - SIST EN 12150-1 (2001)

OCENA IN MNENJE: Vrednosti za preskušane fizikalno-kemijske lastnosti ustrezajo zahtevam SIST EN 12150-1 (2001) za kaljeno varnostno steklo.

Preiskave izvedel:
Roman Maček, kem.teh.

Poročilo pripravila:
mag. Vilma Ducman, univ.dipl.inž.



REZULTATI MERITEV:

Metoda preskusa: SIST EN 12150-1 (2001) točka 8

Število preskušancev: po 5 od vsakega artikla

Oznaka in debelina vzorca: 4 mm

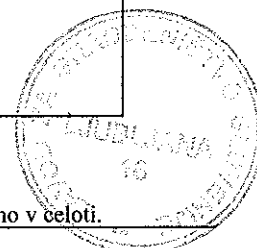
oznaka vzorca	število koščkov na površini 50×50 mm	dolžina najdaljšega koščka (mm)
1	64	18
2	58	20
3	62	17
4	56	18
5	55	19

Oznaka in debelina vzorca: 6 mm

oznaka vzorca	število koščkov na površini 50×50 mm	dolžina najdaljšega koščka (mm)
1	60	20
2	54	23
3	50	20
4	52	21
5	58	19

Oznaka in debelina vzorca: 8 mm

oznaka vzorca	število koščkov na površini 50×50 mm	dolžina najdaljšega koščka (mm)
1	41	19
2	43	20
3	46	18
4	46	17
5	48	19



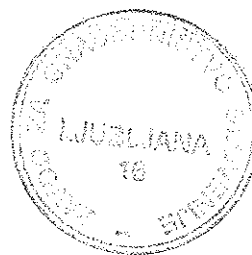
Oznaka in debelina vzorca: 10 mm

oznaka vzorca	število koščkov na površini 50×50 mm	dolžina najdaljšega koščka (mm)
1	54	17
2	44	17
3	50	17
4	52	17
5	/	/

Zahteve standarda SIST EN 12150-1 (2001):

Da se lahko steklo deklarira kot varnostno kaljeno steklo, mora število delcev pri preskusu fragmentacije doseči oz. preseči vrednosti podane v spodnji tabeli (na površini 5 x 5cm). Hkrati pa največji delec ne sme presegati 100 mm.

Tip stekla	Nazivna debelina (d) v mm	Minimalno število delcev
"Float" ali vlečeno	3	15
	4 do 12	40
	15 do 19	30
Ornamentno	4 do 10	30



Oddelek za konstrukcije

Odsek za kovinske konstrukcije in transportne naprave

Zavod za gradbeništvo Slovenije

Slovenian National Building and Civil Engineering Institute

Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

<http://www.zag.si>, e-mail: info@zag.si

Ljubljana, 4.5.2010

POROČILO

št. P 0432/10-630-1

o preskušanju upogibne trdnosti
vzorcev kaljenega stekla
debelin 4, 6, 8 in 10 mm

Naročnik: Steklarstvo Moste d.o.o., Zaloška c. 185, 1260 Ljubljana - Polje

Naročilo/pogodba: št. 04/2010 z dne 13.04.2010

Nosilec naloge:

Bojan Jarec, univ.dipl.inž.



Vodja odseka:

Bojan Jarec, univ.dipl.inž.

Direktor:

Izr.prof.dr. Andraž Legat, univ.dipl.fiz.

1.0 Uvod

Podjetje Steklarstvo Moste d.o.o. iz Ljubljane je z naročilnico št. 04/2010 z dne 13.04.2010 pri Zavodu za gradbeništvo Slovenije naročilo preskušanje upogibne trdnosti vzorcev kaljenega stekla debelin 4, 6, 8 in 10 mm.

Testiranje smo izvedli na osnovi standarda SIST EN 1288-3: 2001.

2.0 Preskusni vzorci

Za izvedbo preskusa je naročnik dne 15.4.2010 dostavil za vsako debelino stekla po 5 vzorcev stekla, dolžine 1100 mm in širine 360 mm. Dejanske povprečne izmerjene širine vzorcev in njihove debeline so navedene v tabeli rezultatov.

Vzorci smo označili z internimi oznakami in sicer:

debelina 4 mm: L10060/20/11÷15

debelina 6 mm: L10060/20/16÷20

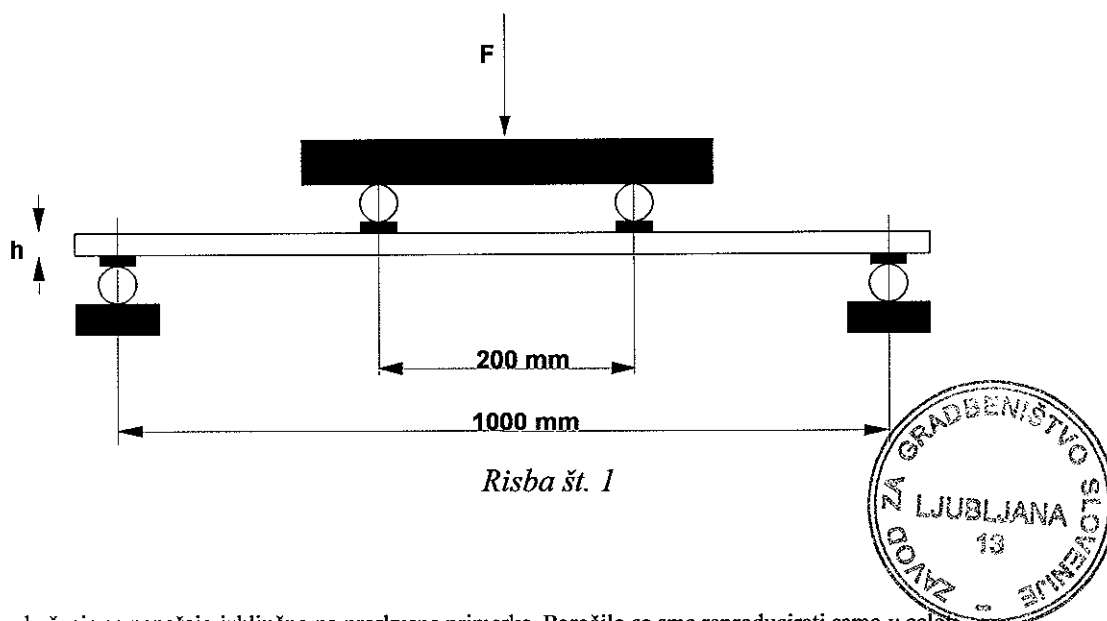
debelina 8 mm: L10060/20/6÷10

debelina 10 mm: L10060/20/1÷5

3.0 Izvedba preskusa

Za testiranje upogibne trdnosti stekla smo izvedli štiritočkovni upogibni preskus v skladu z zgoraj omenjenim standardom. Preskusni vzorec stekla smo položili prostoležeče na valjaste podpore, premera 50 mm, na razmaku 1000 mm. Silo smo uvajali na sredino plošče preko dveh valjev, ki sta bila razmaknjena 200 mm in enakega premera kot podpore. Zaradi enakomernega vnosa sile smo med podporne valje in steklo vstavili gumijaste trakove ustrezne debeline in trdote. Obtežbo smo povečevali tako, da je naraščanje napetosti potekalo v predpisanih mejah $2 \pm 0,4 \text{ N}/(\text{mm}^2)/\text{s}$. Med obremenilnim preskusom smo merili velikost uvedene sile in upogibno deformacijo na sredini plošče. Za izvajanje sile smo uporabili Amslerjev hidravlični bat, deformacije pa smo merili s pomočjo dveh induktivnih dajalnikov pomika. Preskušanje smo izvedli dne 28.4.2010. Med preskušanjem so bile v laboratoriju vzpostavljene normalne klimatske razmere.

Obremenilna shema je prikazana na risbi št. 1. Način preskušanja je prikazan na fotografiji v prilogi.



Risba št. 1

4.0 Rezultati

Rezultati upogibnih preskusov so prikazani v tabeli rezultatov. Za vsak preskusni vzorec navajamo sledeče vrednosti: srednjo izmerjeno širino plošče, srednjo izmerjeno debelino stekla, maksimalno doseženo silo, čas obremenjevanja in skupno upogibno napetost.

Upogibna napetost je izračunana na sledeč način:

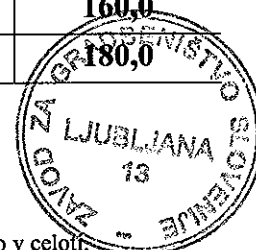
$$\sigma_{hb} = k \left[F_{\max} \frac{3(Ls - Lb)}{2Bh^2} \right] + \sigma_{bG}$$

Pri tem pomeni σ_{bG} upogibno napetost vsled lastne teže.

Med upogibnimi preskusi smo beležili diagrame funkcijske odvisnosti deformacije in preskusne sile. Diagrami upogibnih preskusov so arhivirani na ZAG.

Št. vzorca	Dejanska debelina stekla h (mm)	Širina plošče B (mm)	Max. sila $F_{\max}$ (kN)	Čas obrem. t (s)	Upog. nap. σ_{hb} (N/mm ²)
L10060/20/11	3,85	360,3	0,69	54	160,5
L10060/20/12	3,85	360,8	0,70	69	161,6
L10060/20/13	3,85	361,5	0,67	56	155,0
L10060/20/14	3,84	360,4	0,74	61	171,7
L10060/20/15	3,85	360,5	0,68	49	158,2
L10060/20/16	5,85	359,8	1,94	67	192,3
L10060/20/17	5,85	360,3	1,57	68	155,9
L10060/20/18	5,85	360,0	1,45	62	144,9
L10060/20/19	5,88	360,1	1,86	98	182,3
L10060/20/20	5,85	360,1	1,82	53	180,7
L10060/20/6	7,87	360,2	2,75	43	153,4
L10060/20/7	7,78	360,0	2,79	49	156,4
L10060/20/8	7,85	360,0	3,33	56	182,3
L10060/20/9	7,85	360,0	2,83	47	155,5
L10060/20/10	7,76	360,2	3,16	80	177,0
L10060/20/1	9,88	360,1	5,02	70	173,3
L10060/20/2	9,88	360,6	4,71	58	162,5
L10060/20/3	9,88	360,2	4,48	65	154,7
L10060/20/4	9,88	359,9	4,63	66	160,0
L10060/20/5	9,85	360,0	5,18	71	180,0

Tabela rezultatov

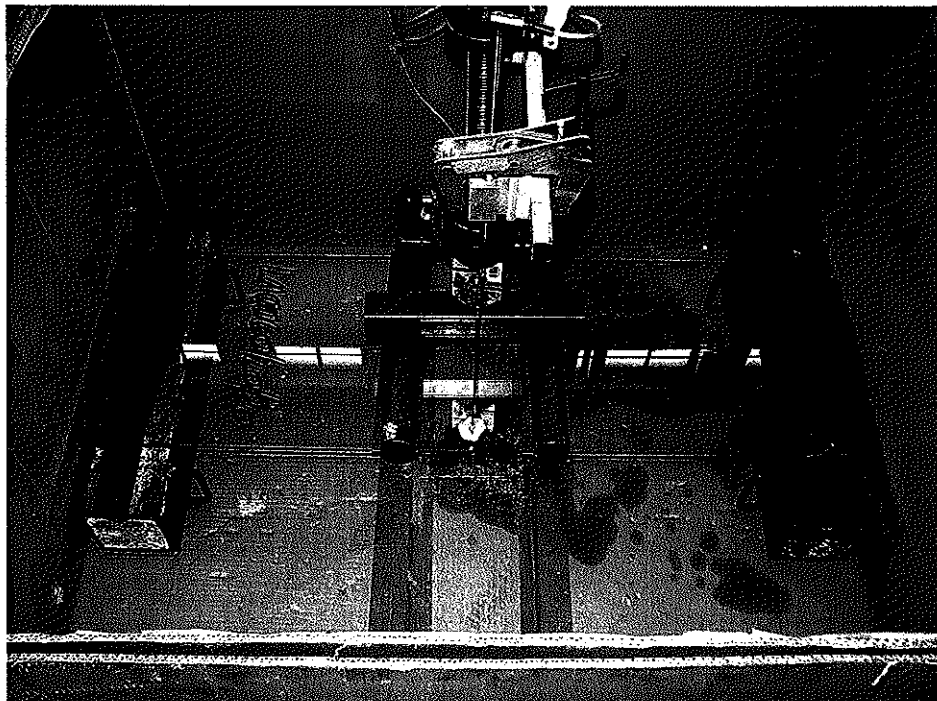


Iz rezultatov preskusov je razvidno, da so vsi preskušeni vzorci dosegli upogibno napetost več kot 120 N/mm^2 in tako glede upogibne trdnosti usrezajo zahtevam standarda SIST EN 12150.

Poročilo pripravil: Bojan Jarec, univ. dipl. inž.

Priloga 1/1: Način preskušanja upogibne trdnosti





Slika 1 Način preskušanja upogibne trdnosti vzorcev stekla

