

Ljubljana, 12.11.2012

POROČILO

št.: P 1100/12 – 680 – 01

Preskus jeklenih profilov za spuščeni strop po
točki 5.2 standarda SIST EN 13964:2004

Naročnik: STEEL TEC d.o.o., Stanoja Glavaša BB, RS-15300 Loznica

Naročilo/pogodba: Plačano po predračunu št. 12-013-000077, dne 29.10.2012

Nosilec naloge:
mag. Žiga Bajt, univ.dipl.inž.

Vodja laboratorija:
dr. Uroš Bohinc, univ.dipl.fiz.

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

1.0 UVOD

Naročnik je naročil obremenilni preskus CD in UD profilov za viseče stropne po točki 5.2 standarda SIST EN 13964:2004.

Naročnik je vzorce dostavil dne 05.11. 2012. Preskuse smo opravili v laboratoriju ZAG med 06. in 08.11.2012.

Tabela 1: Oznake elementov

interna oznaka	tip elementa	tip preskusa	število vzorcev
L12126/CD/1 do L12126/CD/19	CD profil	Po točki 5.2 standarda SIST EN 13964	19
L12126/UD/1 do L12126/UD/19	UD profil	Po točki 5.2 standarda SIST EN 13964	19

2.0 POSTOPEK PRESKUSA

Preskuse smo izvedli na univerzalnem preskuševališču Zwick Z2500Y: ID 3.10.02-102. Silo smo merili z električnim pretvornikom sile KAF 10 kN, ID 31003065, pomik pa z dajalnikom pomika TRS 25, ID 33502128. Preskusi so bili izvedeni skladno z zahtevami točke 5.2 standarda SIST EN 13964.

Predmet preskusa sta bila dva tipa profilov in sicer:

- UD profil dimenzij 24 mm x 28 mm, dolžine 1400 mm
- CD profil dimenzij 27 mm x 60 mm, dolžine 1400 mm

Vsak tip profila je bil preskušen v dveh smereh (pozitivna in negativna smer) in pri dveh razponih (L_{max} in L_{min}). $L_{max} = 1,3$ m, $L_{min} = 1,0$ m. V vsaki kombinaciji so bili preskušeni trije vzorci (= 12 vzorcev za en tip profila). Dodatnih 7 vzorcev se je preskusilo v najbolj neugodni postavitvi.

Potek preskusa za vsak posamezen vzorec:

- obremenjevanje do povesa $L/500$; razbremenjevanje; merjenje preostalega povesa
- obremenjevanje do povesa $L/300$; razbremenjevanje; merjenje preostalega povesa
- obremenjevanje do povesa $L/200$; razbremenjevanje; merjenje preostalega povesa
- obremenjevanje do porušitve.

Če je preostali pomik po razbremenjevanju večji od 0,2 mm, se v naslednjem koraku izvede obremenjevanje do porušitve.

Pomik se meri na sredini vzorca z natančnostjo 1/100 mm.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

Obdelava rezultatov:

- **določitev upogibne togosti**

$$EI = \overline{FL}^3 / 48f_{\max}$$

\overline{F} = povprečna vrednost sile desetih vzorcev pri posameznem upogibnem razredu

L = razmak med podporami pri preskusu [mm]

f_{\max} = poves na sredini nosilca [mm]

E = elastični modul [N/mm²]

I = vztrajnostni moment [mm⁴]

- **določitev dopustnega upogibnega momenta $admM_f$ za upogibna kriterija $L/200$, $L/300$ in $L/500$**

$$admM_f = \overline{M}_f = \overline{FL} / 4$$

pri čemer je \overline{M}_f povprečna vrednost upogibnega momenta M_f .

- **določitev dopustnega upogibnega momenta za porušno silo F_u**

$$admM_u = M_u^{5\%} / v$$

$$M_u^{5\%} = \overline{M}_u - k_\sigma \cdot s$$

\overline{M}_u = povprečna vrednost upogibnega momenta M_u [Nmm], ki se nanaša na porušno silo F_u

k_σ = statistični faktor (= 2.57)

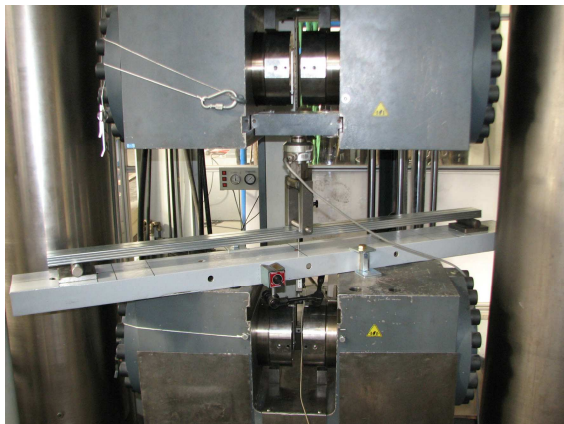
s = standardna deviacija [Nmm]

$M_u^{5\%}$ = 5% fraktila

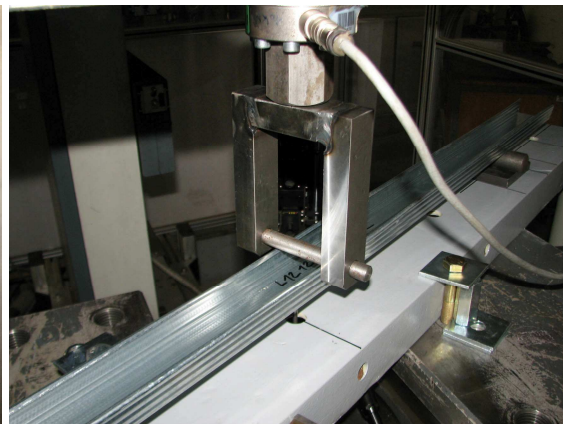
v = varnostni faktor = 2,5

- **nižja vrednost izmed M_f in $adm M_u$ naj bo uporabljena kot definitivna vrednost za dopustni moment $adm M$**

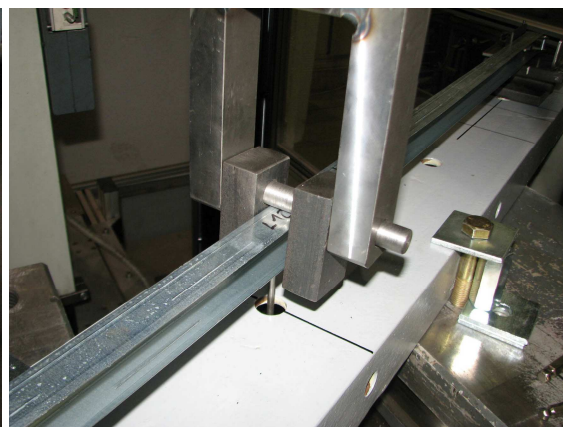
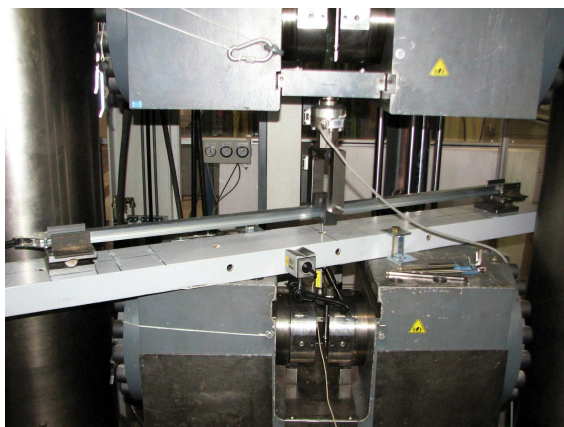
Na slikah od 1 do 4 je prikazano preskuševališče za preskuse posameznih profilov. Razmak med podporami je nastavljen, pomik je merjen na sredni med podporama, na mestu vnosa sile.



*Slika 1: Preskušanje CD profila
negativna obremenitev*



*Slika 2: Preskušanje CD profila
pozitivna obremenitev*



Sliki 3 in 4: Preskušanje UD profila

3.0 REZULTATI

V tabeli 2 in tabeli 3 so podani pogoji obremenjevanja in rezultati, ki smo jih dobili pri obremenilnem preskusu profilov. Najbolj neugoden način preskušanja je v tabeli prikazan s poudarjeno pisavo.

Smer +: pritiskamo na obe stojini
Smer -: pritiskamo na pasnico

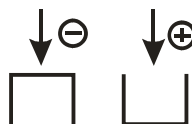


Tabela 2: Rezultati preskusa CD profilov do porušitve

Zaporedna št.	Tip profila	Smer obrem.	Razdalja med podporami	Povprečna F_{max} [N]	Povprečna togost [N/mm]
L12126/CD/1-3	CD	+	1300	278	27,2
L12126/CD/4-6	CD	-	1300	406	26,6
L12126/CD/7-9	CD	-	1000	524	42,7
L12126/CD/10-12	CD	+	1000	356	47,3

Najbolj neugoden način obremenjevanja CD profilov je v primeru, ko je razdalja med podporami 1300 mm, profil pa obremenjen v negativni smeri. Na opisan način je bilo preskušanih skupno deset vzorcev. Tabelarni in grafični rezultati so prikazani v tabeli 4 ter na sliki 5.

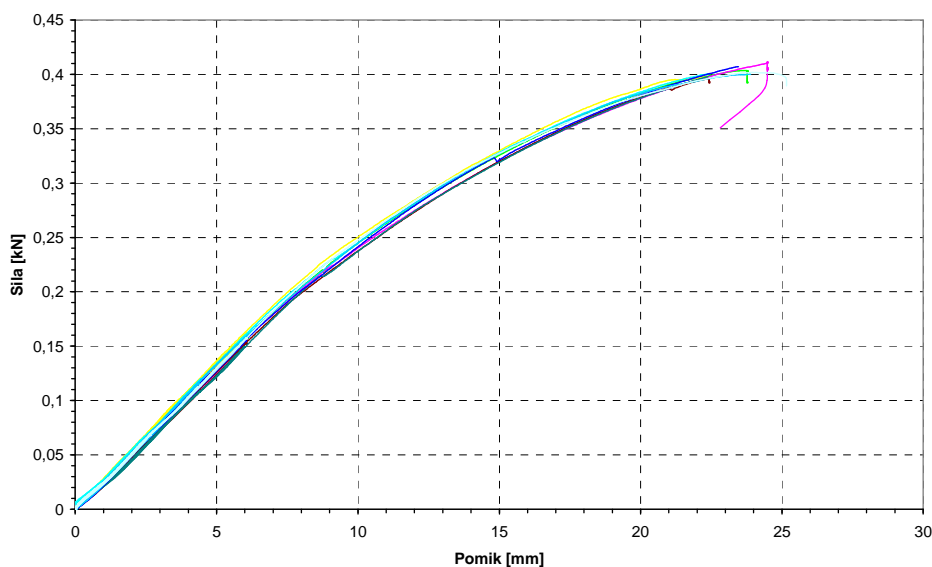
Tabela 3: Rezultati preskusa UD profilov do porušitve

Zaporedna št.	Tip profila	Razdalja med podporami	Povprečna F_{max} [N]	Povprečna togost [N/mm]
L12126/UD/1-3	CD	1300	179	21,4
L12126/UD/11-13	CD	1000	284	37,7

Najbolj neugoden način obremenjevanja UD profilov je v primeru, ko je razdalja med podporami 1300 mm. Na opisan način je bilo preskušanih skupno deset vzorcev. Tabelarni in grafični rezultati so prikazani v tabeli 5 ter na sliki 6.

Tabela 4: Rezultati merodajnega preskusa CD profilov

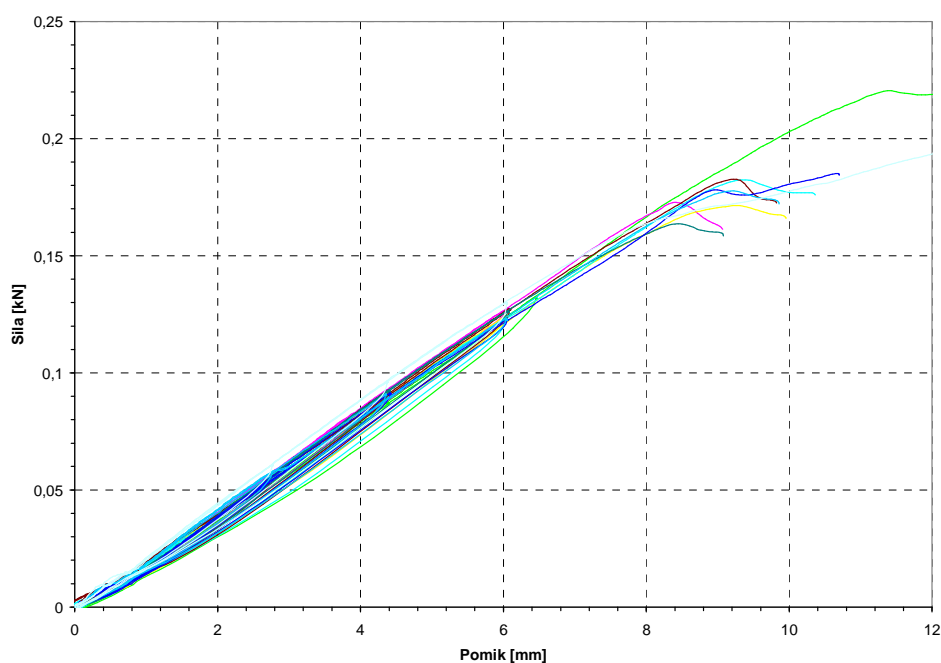
Zaporedna št.	Razred 1 $F_1[N]$ $l/500$	Razred 2 $F_2[N]$ $l/300$	Razred 3 $F_3[N]$ $l/200$	$F_{max}[N]$	Togost [N/mm]
L12126/CD/4	72	120	166	404	27,7
L12126/CD/5	69	114	157	404	26,2
L12126/CD/6	71	113	156	410	26,0
L12126/CD/13	71	119	162	397	27,0
L12126/CD/14	69	120	161	400	26,8
L12126/CD/15	65	110	153	396	25,5
L12126/CD/16	62	108	149	398	24,8
L12126/CD/17	68	110	15	403	25,8
L12126/CD/18	70	115	159	400	26,5
L12126/CD/19	68	11	157	412	26,2
Povprečna vrednost	68,5	114,1	157,5	402,4	26,2
STDEV	3,0	4,4	4,8	5,3	0,8
EI [Nmm²]	1,21E+09	1,21E+09	1,20E+09		
M_f [Nmm]	2,23E+04	3,71E+04	5,12E+04	1,31E+05	
$M_u^{5\%}$ [Nmm]				1,26E+05	
adm M_u [Nmm]				5,05E+04	
adm M [Nmm]	2,23E+04	3,71E+04	5,05E+04		



Slika 5: Krivulje sila/pomik za CD profile

Tabela 5: Rezultati merodajnega preskusa UD profilov

Zaporedna št.	Razred 1 $F_1[N]$ $l/500$	Razred 2 $F_2[N]$ $l/300$	Razred 3 $F_3[N]$ $l/200$	$F_{max}[N]$	Togost [N/mm]
L12126/UD/1	53	89	128	184	21,3
L12126/UD/2	48	87	130	181	21,7
L12126/UD/3	47	93	127	173	21,2
L12126/UD/4	53	92	125	171	20,8
L12126/UD/5	54	86	123	182	20,5
L12126/UD/6	52	93	127	183	21,2
L12126/UD/7	54	92	126	164	21,0
L12126/UD/8	53	91	123	185	20,5
L12126/UD/9	58	91	123	178	20,5
L12126/UD/10	59	96	130	217	21,7
Povprečna vrednost	53,1	91,0	126,2	181,8	21,0
STDEV	3,7	3,0	2,7	14,1	0,4
EI [Nmm²]	9,35E+08	9,62E+08	9,63E+08		
M_f [Nmm]	1,73E+04	2,96E+04	4,10E+04	5,45E+04	
$M_u^{5\%}$ [Nmm]				4,28E+04	
adm M_u [Nmm]				1,71E+04	
adm M [Nmm]	1,71E+04	1,71E+04	1,71E+04		



Slika 6: Krivulje sila/pomik za UD profile

4.0 ZAKLJUČEK

Izvedli smo upogibni preskus CD in UD profilov skladno s točko 5.2 standarda SIST EN 13964:2004.

Karakteristične vrednosti profilov so zbrane in prikazane v tabeli 6.

Tabela 6: Karakteristične vrednosti profilov

Tip profila	Razred 1	Razred 2	Razred 3
CD profil	$EI = 1,21E+09 \text{ Nmm}^2$ $\text{adm } M = 2,23E+04 \text{ Nmm}$	$EI = 1,21E+09 \text{ Nmm}^2$ $\text{adm } M = 3,71E+04 \text{ Nmm}$	$EI = 1,20E+09 \text{ Nmm}^2$ $\text{adm } M = 5,05E+04 \text{ Nmm}$
UD profil	$EI = 9,35E+08 \text{ Nmm}^2$ $\text{adm } M = 1,71E+04 \text{ Nmm}$	$EI = 9,62E+08 \text{ Nmm}^2$ $\text{adm } M = 1,71E+04 \text{ Nmm}$	$EI = 9,63E+08 \text{ Nmm}^2$ $\text{adm } M = 1,71E+04 \text{ Nmm}$

Poročilo pripravil:

mag. Žiga Bajt, univ.dipl.inž