



I Z S
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

**SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO**

Jeklene konstrukcije in obtežba s snegom

Darko Beg

Maj 2013

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*




Univerza v *Ljubljani*
Fakulteta za *gradbeništvo in geodezijo*

**SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO** **I Z S**
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE


- Civic Center, Hartford, Connecticut, USA, 18.01.1978
- Prostorsko paličje
- Velika obtežba snega in ledu zaradi 10 dnevnega sneženja



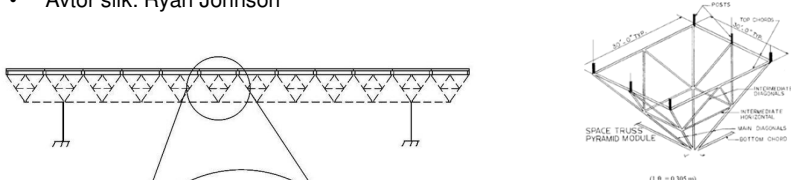


Univerza v Ljubljani
Fakulteta za *gradbeništvo in geodezijo*

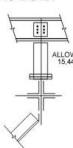



**SPREMINJAMO
GRABENO
KULTURO**



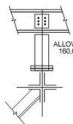



- Civic Center, Hartford, Connecticut, 18.01.1978
- Prostorsko paličje
- Velika obtežba snega in ledu zaradi 10 dnevnega sneženja
- Avtor slik: Ryan Johnson



AS BUILT

			
ALLOWABLE FORCE: 15,440 #	ALLOWABLE FORCE: 59,000 #	ALLOWABLE FORCE: 363,000#	ALLOWABLE FORCE: 565,000 #

AS DESIGNED

			
ALLOWABLE FORCE: 190,000 #	ALLOWABLE FORCE: 188,000 #	ALLOWABLE FORCE: 625,000 #	ALLOWABLE FORCE: 555,000 #





Univerza v Ljubljani
Fakulteta za *gradbeništvo in geodezijo*

**SPREMINJAMO
GRABENO
KULTURO**



- Denver, Marec 2003
- Momentni okvir
- Povečana snežna obtežba 1.8 – 2.1 m snega


 Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za *gradbeništvo in geodezijo*



- Športna dvorana, Southland, Nova Zelandija
- Streha - Jeklena palična konstrukcija
- Povečana obtežba snega, napake v gradnji, napeke v projektiranju





 Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za *gradbeništvo in geodezijo*




- Regina, Kanada, 11. April 2013
- Porušitev dela jeklene strehe vrtnega centra (ravninsko paličje)
- Povečana snežna obtežba





 Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

SPREMINJAMO
 GRADBENO
 KULTURO


 I Z S
 INŽENIRSKA AGENCIJA ZA VARNOST

- Harrisburg, Pennsylvania, USA
- Porušitev jeklene strešne konstrukcije
- Primarni nosilci – I profili (tvorijo momentni okvir)
- Sekundarni nosilci - Z profili
- Obtežba: sneg in led




 Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

SPREMINJAMO
 GRADBENO
 KULTURO


 I Z S
 INŽENIRSKA AGENCIJA ZA VARNOST

- Minnesota, USA, 30. December 2010
- Momentni jekleni okvirji
- Povečana obtežba snega in ledu







 Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za *gradbeništvo in geodezijo*



- Adria Mobil Novo mesto, februar 2013
- Nadstrešnica – sončna elektrarna
- Povečana obtežba snega in ledu + ??





 Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za *gradbeništvo in geodezijo*



Katere konstrukcije so najbolj izpostavljene obtežbi s snegom?

- Industrijske hale in športne dvorane – predvsem jeklene in lesene zaradi majhne lastne teže
- Strešne konstrukcije več-etažnih objektov

V teh primerih je sneg ključna obtežba



Razlogi za rušitev

- Izjemno velika obtežba s snegom ?
- Nenatančne snežne karte ?
- Napake v projektu !
- Napake v izvedbi !
- Napake v nadzoru !
- Napake pri uporabi objekta ?!



Projektiranje

- Dobra zasnova konstrukcije !
 - Prostorska stabilnost
 - Jasen prenos sil
 - Ustrezna togost
 - Ustrezni detajli
- Pravilna interpretacija in uporaba standarda SIST EN1991-1-3 (obtežba s snegom) !
- Pravilno projektiranje – SIST EN 1993 !



SIST EN 1991-1-3 : Obtežba s snegom

- Trajno projektno stanje:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

- C_e koeficient izpostavljenosti (Tabela 5.1: 0,8 -1,2) zameti

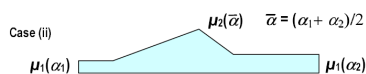
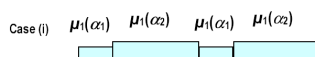
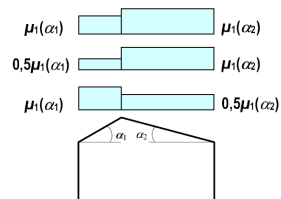
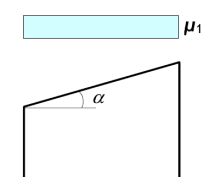
- Nezgodno projektno stanje: **ne v Sloveniji!**

$$s = \mu_i C_e C_t s_k \quad \text{vendar} \quad \gamma_s = 1,0$$

$$s = \mu_i s_k \quad \text{vendar} \quad \gamma_s = 1,0 \quad \text{in} \quad \mu_i \quad \text{iz} \quad \text{Aneksa} \quad B$$



SIST EN 1991-1-3 : Oblikovni koef. μ_i



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

SPREMINJAMO
GRABENO
KULTURO

I Z S
INŽENIRSKO AGENCIJO ZA VARNOST

SIST EN 1991-1-3 : Oblikovni koef. μ_i

Case (i) μ_i

Case (ii) μ_2 μ_1 μ_i

Case (i) μ_i

Case (ii) μ_2 μ_1 μ_i

This case applies where $b_1 < l_1$

μ_2 μ_1 μ_i

s_e

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

SPREMINJAMO
GRABENO
KULTURO

I Z S
INŽENIRSKO AGENCIJO ZA VARNOST

SIST EN 1991-1-3 : Obtežba s snegom

- Dodatna zahteva (5.2(6)):
 - Na območjih, kjer je mogoče, da na sneg pade dež in kjer lahko pride do taljenja in zamrzovanja snega, je potrebno povečati obtežbo snega – posebej še v primerih, ko sneg in led preprečita odvajanje vode s strehe
 - Nacionalni dodatek: Kadar sneg in led lahko preprečita odtok vode s strehe, je potrebno upoštevati 50-odstotno povečanje obtežbe zaradi zastajanja vode, ki nastane zaradi oblike strehe ali dvignjenih robov strehe



Mogoči ukrepi (na strani obtežb)

- Upoštevanje nezgodnega projektne stanja (po presoji projektanta)
- Pravilno upoštevanje vseh določil EN1991-1-3
- Pozor **žlote** (kopičenje snega, preprečen odtok vode) in **ovire** na strehi (zameti):
 - Ogrevanje žlot ?
 - Ogrevanje vertikalnih odvodov vode
 - Odsesavanje vode ?
 - 50% povečanje obtežbe ? 5.2(6)
- Popravljenе snežne karte ?