

NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O NAČRTU
NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ št.: PZI-201/18

ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA IN VRSTA NAČRTA:

3.0 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ

INVESTITOR:

Občina BREŽICE
Cesta prvih borcev 18, 8250 BREŽICE
(ime, priimek in naslov investitorja, oziroma njegov naziv in sedež)

OBJEKT:

UREDITEV PROSTOROV V DOMU KULTURE BREŽICE
(poimenovanje objekta, na katerega se gradnja nanaša)

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN NJENA ŠTEVILKA:

PZI - PROJEKT ZA IZVEDBO
ŠT. PROJEKTA: **3148/A-16**
(idejna zasnova, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekt za izvedbo, projekt izvedenih del)

ZA GRADNJO:

VZDRŽEVALNA DELA
(nova gradnja, dozidava, nadzidava, rekonstrukcija, odstranitev objekta, sprememba namembnosti)

PROJEKTANT:

biro UDOVČ – projektiranje, nadzor, svetovanje
Stanislav UDOVČ s.p., Irča vas 3b, 8000 NOVO MESTO
(naziv projektanta, sedež, ime in podpis odgovorne osebe projektanta, žig)

biro UDOVČ
projektiranje, nadzor, svetovanje
STANISLAV UDOVČ s.p.
Irča vas 3b, 8000 Novo mesto

ODGOVORNI PROJEKTANT:

Stanislav UDOVČ, univ. dipl. inž. gr.; G - 1843
(ime in priimek, strokovna izobrazba, osebni žig, podpis)

ŠTEVILKA NAČRTA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA, ŠT. IZVODA:

PZI-201/18; NOVO MESTO, DECEMBER 1 2 3 4 5 6
(številka načrta, evidentirana pri projektantu, kraj in datum izdelave načrta)

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:

Nataša FILIPČIČ, univ. dipl. inž. arh.; ZAPS 0532A
(ime in priimek, strokovna izobrazba, osebni žig, podpis)

3.1. Naslovna stran s ključnimi podatki o načrtu št. PZI-201/18
3.2. Kazalo vsebine Načrta gradbenih konstrukcij št. PZI-201/18
3.3. Tehnično poročilo
3.4. Statična presoja obstoječega ostrešja
3.5. Poročilo o stanju lesa v strešni konstrukciji (Biotehnična fakulteta)

1.0	SPLOŠNO	4
1.1	Podloge za projektiranje	4
1.2	Lokacija in gabariti objekta	4
1.3	Računska analiza objekta	4
2.0	PRESOJA OBSTOJEČE STREŠNE KONSTRUKCIJE	5
1.1	STREŠNA NOSILNA KONSTRUKCIJA	5
3.0	UPORABLJENI MATERIALI	5
4.0	PROJEKTNE OBTEŽBE	5
5.0	REZULTATI ANALIZE IN ZAKLJUČEK	6
6.0	MONITORING	6
7.0	SEZNAM UPOŠTEVANIH ZAKONOV, STANDARDOV, TEHNIČNIH PREDPISOV,	7

1.0 SPLOŠNO

Predložena tehnična dokumentacija zajema analizo in presojo obstoječega lesenega nosilca ostrešja Doma kulture Brežice.



1.1 Podloge za projektiranje

- PZI Načrt arhitekture z oznako 3148A/A-16, izdelan v podjetju REGION d.o.o., Cesta prvih borcev 11, 8250 BREŽICE, odgovorni projektant Nataša FILIPČIČ, univ.dipl.inž.arh., ZAPS 0532
- Ocena razkrojenosti lesa na ostrešju Doma kulture Brežice z oznako BFOL 29102018, izdelan na Biotehniški fakulteti, Univerze v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, izdelovalca doc. dr. Boštjan LESAR in prof. dr. Miha HUMAR

1.2 Lokacija in gabariti objekta

Lokacija objekta: Brežice (potresna cona – potresni pospešek tal $a_g = 0,225\text{ g}$)
Kota pritličja objekta je na približni koti 160 m.n.v.

1.3 Računska analiza objekta

Načrt gradbenih konstrukcij je izdelan na podlagi 5. člena Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Ur. l. RS, št.: 101/2005) ter obsega dokaz nosilnosti in dimenzioniranje nosilnih konstrukcijskih elementov obstoječega strešnega nosilca **v skladu z načeli in pravili Evrokodov**.

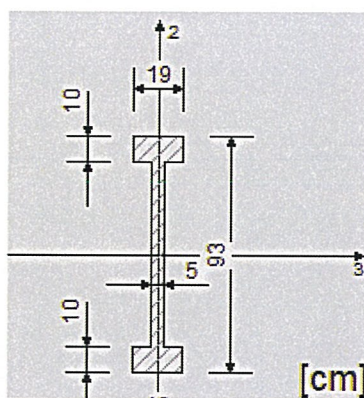
Objekt je zasnovan v masivni zidani izvedbi z ostrešjem v leseni izvedbi.

Analiza primarne nosilne konstrukcije je opravljena z računalniškim programom za statično in dinamično analizo ter dimenzioniranje konstrukcij TOWER - 3D Model Builder 7.0 [7655], ki lahko analizira celoten prostorski računski model objekta ali pa zgolj posamezne konstrukcijske elemente. V statičnem računu je tako uporabljeno neposredno pozicioniranje po oseh, kar pomeni, da je vsak konstrukcijski element določen z osmi. Analiza ostalih konstrukcijskih elementov je opravljena v programu Microsoft Office Excel 2013.

2.0 PRESOJA OBSTOJEČE STREŠNE KONSTRUKCIJE

1.1 STREŠNA NOSILNA KONSTRUKCIJA

Strešna konstrukcija je sestavljena iz sestavljenih strešnih "I" nosilcev na medsebojnem razmaku 355 cm. Strešni nosilci so izvedeni kot dvopolni nosilci razpona 6,45 m in 12,75 m. Strešni "I" nosilci se sestavljajo iz lesenih gred dimenzij $b/h = 7/10$ cm in desk debeline $d = 2,5$ cm. Posamezna pasnica je sestavljena iz 2 gred dimenzij $b/h = 7/10$ cm, ki so s strani pritrjene na stojino. Stojino nosilcev predstavljajo dve ravni deske. Deske so nagnjene za 45° izglede na pasnice nosilca. Orientacije oz. smer postavitve desk je medsebojno rotirana za 90° .



3.0 UPORABLJENI MATERIALI

Les: smreka kvalitete C 22

4.0 PROJEKTNE OBTEŽBE

Upoštevana je predvidena narava in raba objekta, ter delovanje lastne teže in vplivi, ki so vezani na lokacijo objekta – snežna obtežba in veter.

Lastno težo predstavlja teža lesenih elementov. Stalno obtežbo predstavlja teža strešnih in stropnih sestavov. Lastna težalesene konstrukcije je pri generiranju 3D računskega modela v programu TOWER 7 upoštevana avtomatsko.

V izračunu so upoštewane naslednje obtežbe in obremenitve objekta (SIST EN 1991):

- lastna teža materialov (iz gostote materialov)
- stalna teža strešine: $0,50 \text{ kN/m}^2$
- stalna teža stropne konstrukcije: $0,50 \text{ kN/m}^2$
- obtežba z vetrom: **Cona 1** (160 n.m.v.)
 - tlak pri največji hitrosti ob sunkih vetra $q_p = 0,59 \text{ kN/m}^2$
- obtežba s snegom: **Cona A2** (160 n.m.v.)
 - karakteristična obtežba snega na tleh $s_k = 1,36 \text{ kN/m}^2$

Pri izdelavi statičnega izračuna so bile upoštewane samo zakonsko določene obtežbe (sneg, veter, obtežbe v stavbah, seizmika). V primeru morebitnih drugih obtežb se morajo obravnavati tako, da nimajo vpliva na konstrukcijo. V primeru druge zasnove objekta od predvidenega v statičnem izračunu, oz. pri spremembi koristnih obtežb na konstrukcijo, se mora izvesti ponovna statična presoja objekta!

5.0 REZULTATI ANALIZE IN ZAKLJUČEK

Računska analiza konstrukcije pokaže, da konstrukcija prenese upoštevane obremenitve. Izvedene so kontrole mejnega stanja nosilnosti in kontrole mejnega stanja uporabnosti. V mejnem stanju nosilnosti (MSN) so izvedene kontrole napetosti prereзов in kontrole stabilnosti elementov (upogibni uklon, torzijski uklon, upogibno-torzijski uklon in bočna zvrnitev). **Izvedeno v skladu z veljavnimi standardi in predpisi, ki veljajo v Republiki Sloveniji.**

Izračun pomikov in deformacij je izveden s pomočjo programa TOWER - 3D Model Builder 7.0 [7655]. Pomiki in deformacije so kontrolirani in ne presegajo predpisanih omejitev v standardu SIST EN 1990.

V mejnem stanju uporabnosti (MSU) so bile upoštevane sledeče omejitve pomikov in povsesov:

Konstrukcijski element	Velikost pomika
Poves strešnih nosilcev	$L/250$

Izračun pomikov in deformacij je izveden s pomočjo programa TOWER - 3D Model Builder 7.0 [7655]. Pomiki in deformacije so kontrolirani in ne presegajo predpisanih omejitev v standardu SIST EN 1990.

6.0 MONITORING

Nadzorovanje objekta ima cilj zagotoviti varnost, uporabnost in trajnost objekta in opreme. Omogoča določanje nivoja rednega vzdrževanja ter ugotavljanje in odstranitev pomanjkljivosti, ki bi lahko povzročile večjo škodo.

Nadzorovanje tvorijo naslednje aktivnosti:

- izvedba pregledov
- izvedba poročila
- programiranje vzdrževalnih in sanacijskih ukrepov

Pregleda razdelimo časovno in funkcionalno na:

- tekoče preglede
- redni pregledi na 2 let

Tekoči pregledi

Tekoče preglede opravlja sam upravnik objekta ali uporabnik posamezne enote za posamezno enoto .

- Termin: Vsaj 1x mesečno v okviru obhoda.
- Namen: Ugotoviti in odstraniti predvsem tiste napake, ki ogrožajo varnost.
- Obseg in način: Vizualno ugotavljanje spremembe na leseni konstrukciji ostrešja.
- Dokumentacija: Posebno poročilo ni predvideno, vodi se evidenca opravljenih pregledov

Redni pregledi

- Termin: Vsaki dve leti
- Namen: Pregledati vse nosilne dele objekta, ki so dostopni brez posebnih naprav.
- Cilj je odkriti poškodbe in škodljive pojave na konstrukciji ter prekoračenja koristne obtežbe, ki lahko ogrozijo varnost, uporabnost in trajnost objekta.
- Obseg: Ugotoviti vse spremembe na konstrukciji od zadnjega pregleda. Ugotoviti stanje ostrešja in posameznih sklopov ter odstopanja od začetne kvalitete. Izvesti meritve deformiranja primarnih strešnih nosilcev.
- Dokumentacija: Obvezno se vodi zapisnik o pregledu. Beležijo se splošni podatki, stanje objekta ter njegovi sklopi, po pregledu se predvidijo ustrezni ukrepi. V zaključku zapisnika je treba opisati ukrepe za odpravo pomanjkljivosti. Zapisnik z opisi in potrebnimi ukrepi.
- Izvajalec pregleda: Ekipa pod vodstvom strokovnjaka z visokošolsko izobrazbo gradbene smeri z opravljenim strokovnim izpitom ter ustrezno prakso.

7.0 SEZNAM UPOŠTEVANIH ZAKONOV, STANDARDOV, TEHNIČNIH PREDPISOV,...

Načrt je izdelan na podlagi veljavnih predpisov in standardov v skladu s pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Ur.l. RS, št. 101/2005).

Zakonodaja:

- 7.1 Gradbeni zakon (ZGO-1) (Ur.l. RS, št. [61/2017](#) in [72/2017](#))
- 7.2 Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Ur.l. RS, št. [101/2005](#))

Standardi:

- 7.3 SIST EN 1990: Osnove projektiranja konstrukcij
SIST EN 1990/A101: – Osnove projektiranja – Nacionalni dodatek
- 7.4 SIST EN 1991-1-1: Vplivi na konstrukcije – 1-1.del: Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb
SIST EN 1991-1-1/A101: Vplivi na konstrukcije – 1-1.del: Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb – Nacionalni dodatek
SIST EN 1991-1-3: Vplivi na konstrukcije – 1-3.del: Splošni vpliv – Obtežba snega
SIST EN 1991-1-3/A101: Vplivi na konstrukcije – 1-3.del: Splošni vpliv – Obtežba snega – Nacionalni dodatek
SIST EN 1991-1-4: Vplivi na konstrukcije – 1-4.del: Splošni vpliv – Obtežba vetra
SIST EN 1991-1-4/A101: Vplivi na konstrukcije – 1-4.del: Splošni vpliv – Obtežba vetra – Nacionalni dodatek
- 7.5 SIST EN 1995-1-1: Projektiranje lesenih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe
SIST EN 1995-1-1/A101: Projektiranje lesenih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe – Nacionalni dodatek

Sestavil:

Klemen REZELJ, univ. dipl. inž. gr.

3.4

STATIČNA PRESOJA OBSTOJEČEGA OSTREŠJA

biro UDOVČ <i>projektiranje, nadzor, svetovanje</i> Stanislav UDOVČ s.p.	Objekt:	Strešni nosilec KD Brežice			Stran:	1
	Št. projekta:	I	Št. načrta:	PZI-.../19	Datum:	jun. 2019
	e-mail: stane@biroudovc.si, tel.: 07/33 25 854, 07/33 25 855, fax.: 07/33 2 5856					

Vsebina

Osnovni podatki o modelu	2
Vhodni podatki	
Vhodni podatki - Konstrukcija	3
Vhodni podatki - Obtežba	5
Rezultati	
Statični preračun	6

biro UDOVČ projektiranje, nadzor, svetovanje Stanislav UDOVČ s.p.	Objekt:		Strešni nosilec KD Brežice		Stran:	2
	Št. projekta:	I	Št. načrta:	PZI-.../19	Datum:	jun. 2019
	e-mail: stane@biroudovc.si, tel.: 07/33 25 854, 07/33 25 855, fax.: 07/33 2 5856					

Osnovni podatki o modelu

Datoteka: 03.1.03_StresniNosilec.twp
Datum preračuna: 2.7.2019

Način preračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

- ☒ Teorija I-ga reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilnost
☐ Teorija II-ga reda ☐ Seizmični preračun ☐ Faze gradnje
☐ Nelinearen preračun

Velikost modela

Število vozlišč: 4
 Število ploskovnih elementov: 0
 Število grednih elementov: 2
 Število robnih elementov: 9
 Število osnovnih obtežnih primerov: 4
 Število kombinacij obtežb: 4

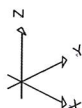
Enote mer

Dolžina: m [cm,mm]
 Sila: kN
 Temperatura: Celsius

biro UDOVČ projekovanje, nadzor, svetovanje Stanislav UDOVČ s.p.	Objekt:	Strešni nosilec KD Brežice			Stran:	3
	Št. projekta:	I	Št. načrta:	PZI-.../19	Datum:	jun. 2019
e-mail: stane@biroudovc.si, tel.: 07/33 25 854, 07/33 25 855, fax.: 07/33 2 5856						

Vhodni podatki - Konstrukcija

Greda
1. I 19/93



Seti numeričnih podatkov
Greda (1)

Schema nivojev			
Naziv	z [m]	h [m]	
	0.85	0.85	

Naziv	z [m]	h [m]
	0.00	

Tabele materialov							
No	Naziv materiala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/°C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	Les-Iglavci-Masiven les	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

Seti gred

Set: 1 Prerez: I 19/93, Fiktivna ekscentričnost

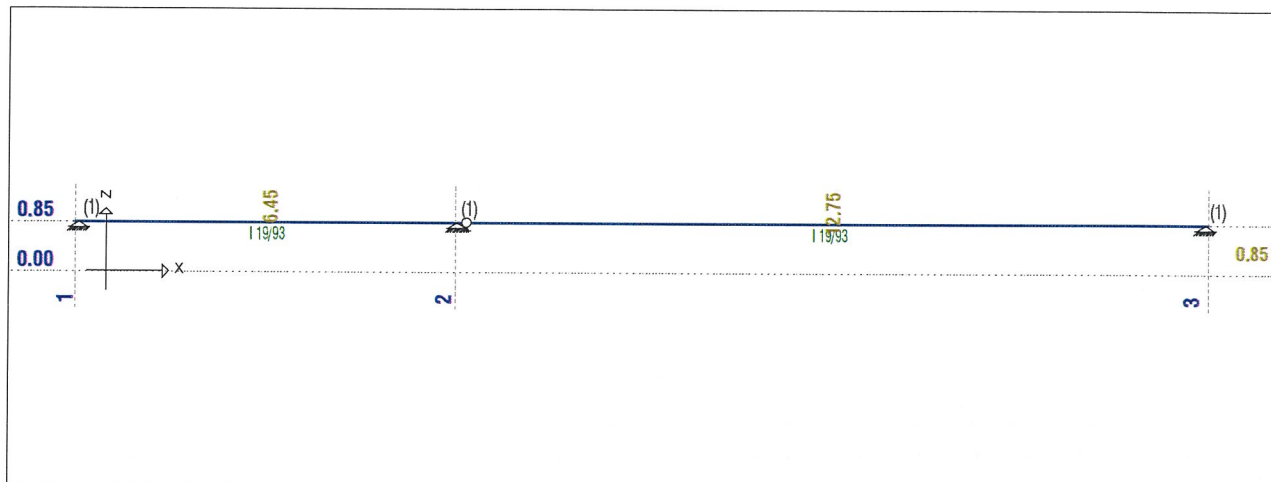
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	7.450e-2	4.396e-2	5.383e-2	1.571e-4	1.219e-4	8.197e-3

[cm]

Seti točkovnih podpor

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

biro UDOVČ projektiiranje, nadzor, svetovanje Stanislav UDOVČ s.p.	Objekt:	Strešni nosilec KD Brežice			Stran:	4
	Št. projekta:	I	Št. načrta:	PZI-.../19	Datum:	jun. 2019
	e-mail: stane@biroudovc.si, tel.: 07/33 25 854, 07/33 25 855, fax.: 07/33 2 5856					



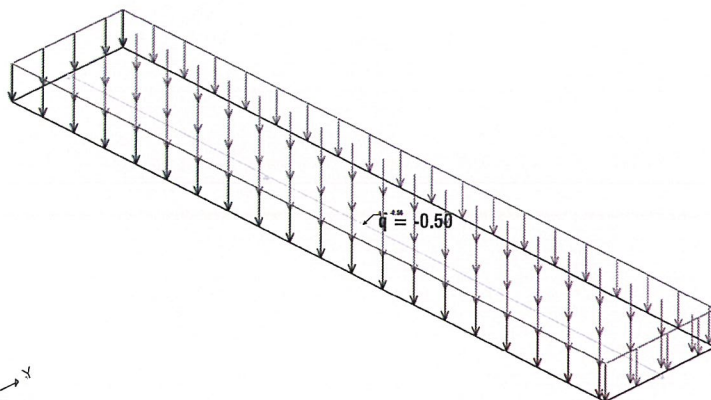
Vhodni podatki - Obtežba

Lista obtežnih primerov

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Lastna (g)	0.00	0.00	-7.15
2	Stalna streha	0.00	0.00	-34.08
3	Stalna strop	0.00	0.00	-34.08
4	Nenakopičen sneg	0.00	0.00	-73.61
5	Komb.: 1.8xI+1.8xII+1.8xIII	0.00	0.00	-135.56
6	Komb.: 1.8xI+1.8xII+1.8xIII+IV	0.00	0.00	-209.17
7	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.35xIII	0.00	0.00	-101.67
8	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV	0.00	0.00	-212.09

Obt. 2

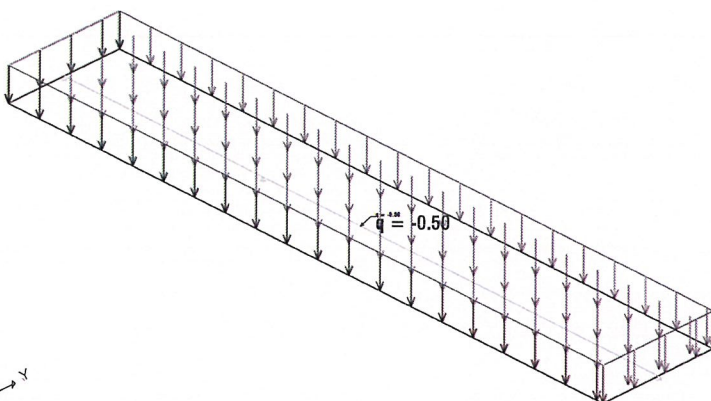
Površinska obtežba
1. p = -0.50 kN/m²



Seti numeričnih podatkov
Površinska obtežba (1)

Obt. 3

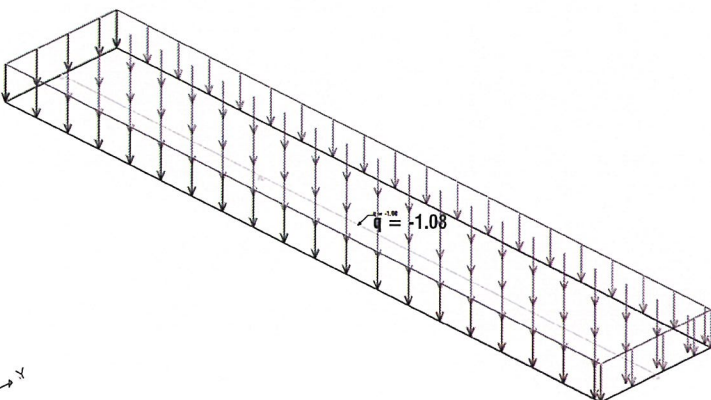
Površinska obtežba
1. p = -0.50 kN/m²



Seti numeričnih podatkov
Površinska obtežba (1)

Obt. 4

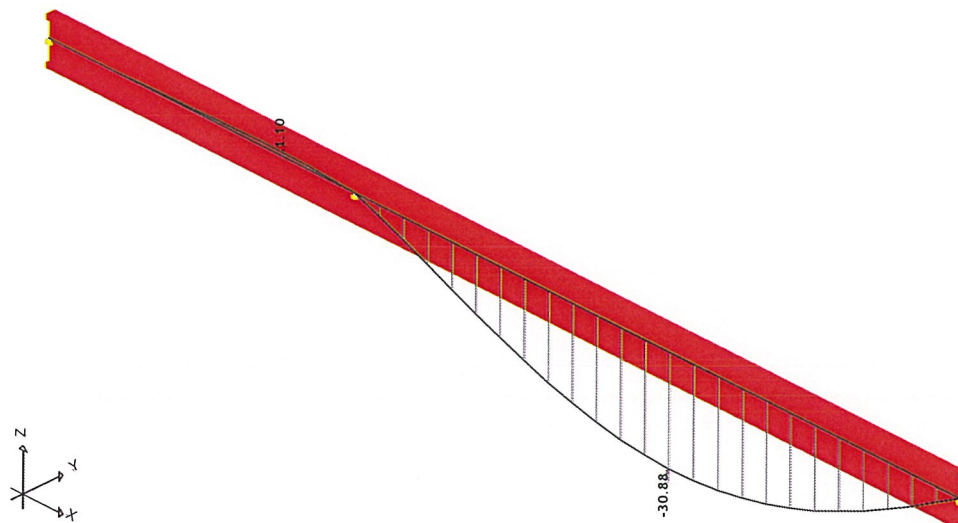
Površinska obtežba
2. p = -1.08 kN/m²



Seti numeričnih podatkov
Površinska obtežba (2)

Statični preračun

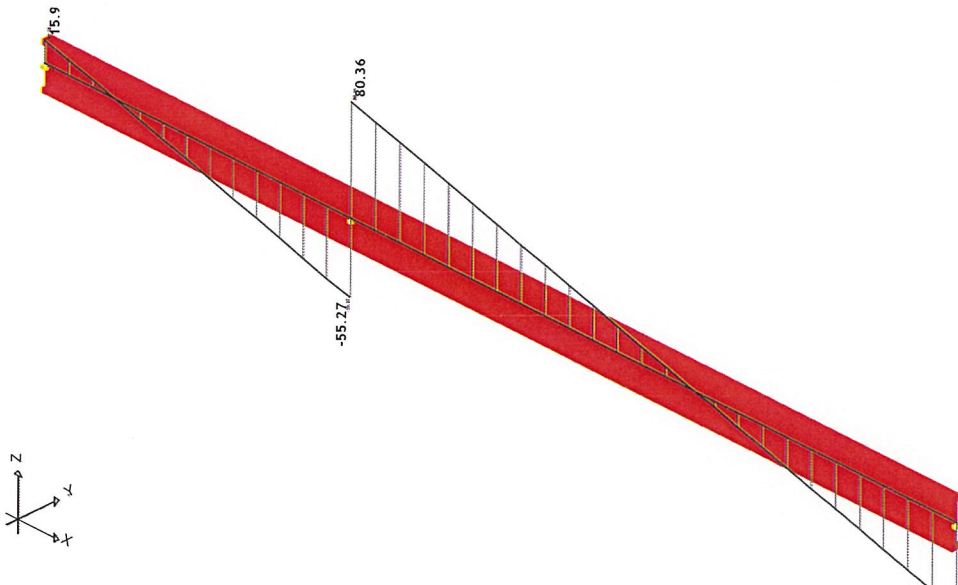
Obt. 6: 1.8xI+1.8xII+1.8xIII+IV



Izometrija

Vplivi v gredi: max $Z_p = 1.10$ / min $Z_p = -30.88$ m / 1000

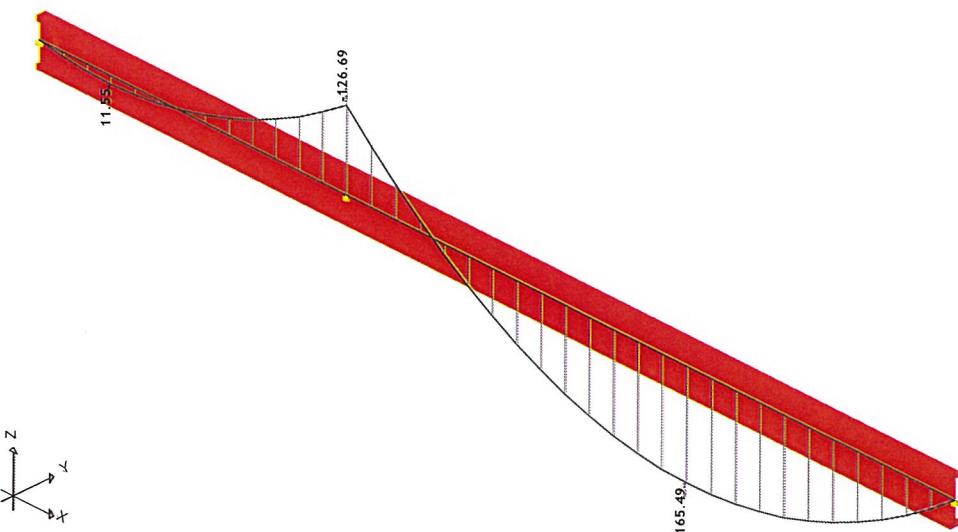
Obt. 8: 1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV



Izometrija

Vplivi v gredi: max $T_2 = 80.36$ / min $T_2 = -60.48$ kN

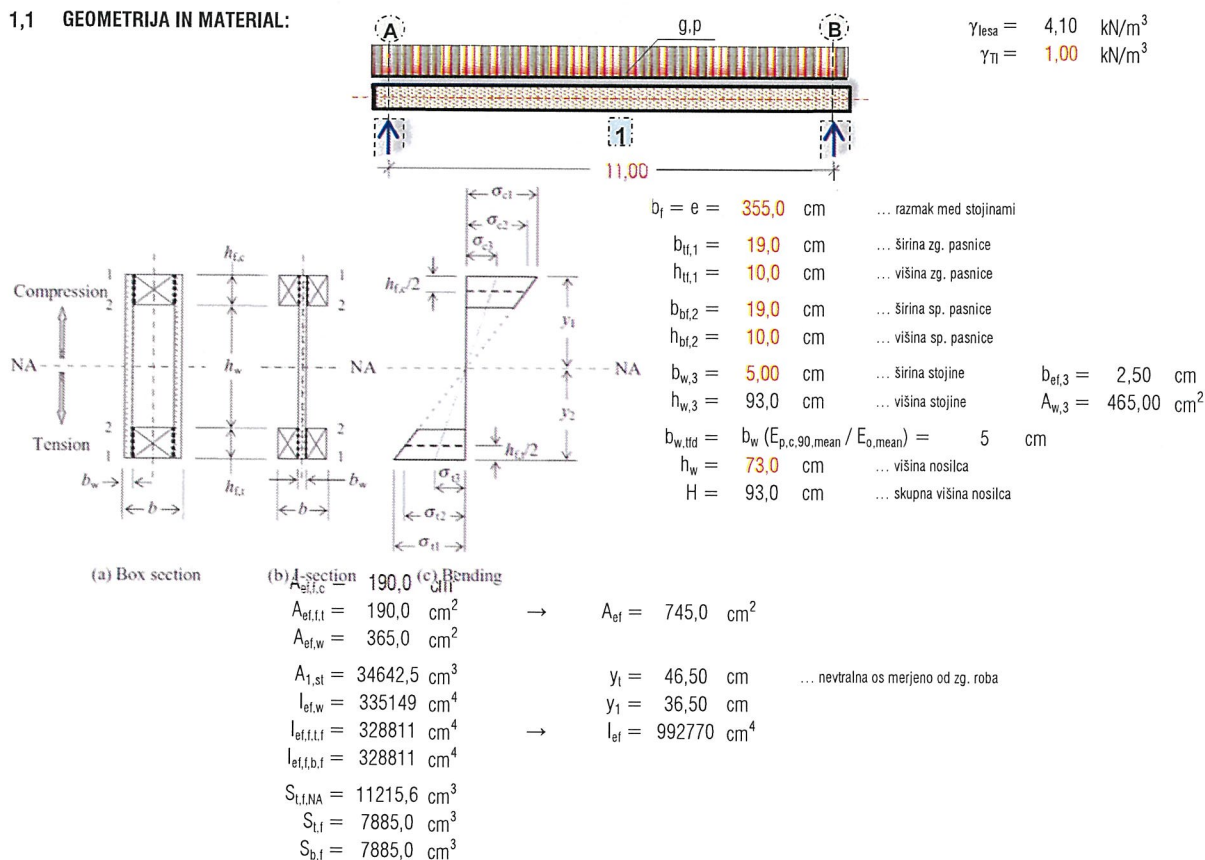
Obt. 8: 1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV



Izometrija

Vplivi v gredi: max $M_3 = 165.49$ / min $M_3 = -126.69$ kNm

A: POZ 100
OSTREŠJE

1,0 POZ 101
PRIMARNI STREŠNI NOSILEC
1,1 GEOMETRIJA IN MATERIAL:

1,2 OBTEŽBA:
Linijska obtežba
- stalna obtežba:
- kritina:
- OSB plošča:
- TI:
- vezana plošča:
- lastna teža:

g	p
1,00 kN/m	
0,00 kN/m	
0,00 kN/m	
0,00 kN/m	
0,05 kN/m	
g = 3,73 kN/m	

- spremenljiva obt:
- koristna:

1,08 kN/m

p = 3,83 kN/m
1,3 STATIČNI RAČUN:
projektna kombinacija:

$$\Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Reakcije:
 $A_g = 20,50 \text{ kN}$
 $A_p = 21,09 \text{ kN}$
 $A_{sd} = 59,31 \text{ kN}$
 $B_g = 20,50 \text{ kN}$
 $B_p = 21,09 \text{ kN}$
 $B_{sd} = 59,31 \text{ kN}$

biro UDOVČ projektiliranje, nadzor, svetlovanje Stanislav UDOVČ s.p.	Objekt :	Strešni nosilec KD Brežice		Stran:	2
	Št. projekta :	Št. načrta :	PZI-.../19	Datum: junij 2019
	e-mail: stane@biroduovc.si, tel.: 07/33 25 854, 07/33 25 855, GSM: 051-302 205; fax.: 07/33 25 856				

Notranje statične količine:

$$\begin{aligned}
M_{\max,g} &= 0,125 & x \cdot g \cdot L^2 &= 56,38 \text{ kNm} \\
M_{\max,p} &= 0,125 & x \cdot p \cdot L^2 &= 57,99 \text{ kNm} \\
V_{sd} &= 59,31 \text{ kN} & M_{sd} &= 163,09 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

1.4 DIMENZIONIRANJE:

1.	Masivni les srednje dolga obtežba razred uporabnosti 2	→	$E_{p,c,90,mean} = 1000 \text{ kN/cm}^2$ $G_{w,mean} = 63 \text{ kN/cm}^2$ $k_{def} = 0,80$; $k_{mod} = 0,80$ $f_{c,90,k} = 0,24 \text{ kN/cm}^2$ → $f_{c,90,d} = k_{mod} \times f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,148 \text{ kN/cm}^2$ $f_{t,90,k} = 0,06 \text{ kN/cm}^2$ → $f_{t,0,d} = k_{mod} \times f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,037 \text{ kN/cm}^2$ $f_{v,k} = 0,24 \text{ kN/cm}^2$ → $f_{v,90,d} = k_{mod} \times f_{v,k} / \gamma_M = 0,148 \text{ kN/cm}^2$	$\gamma_M = 1,30$
2.	Masivni les smreka C22 srednje dolga obtežba razred uporabnosti 2	→	$E_{0,mean} = 1000 \text{ kN/cm}^2$ $k_{def} = 0,80$; $k_{mod} = 0,80$; $k_h = 1,25$ $f_{m,k} = 2,20 \text{ kN/cm}^2$ → $f_{m,d} = k_{mod} \times f_{m,k} / \gamma_M = 1,692 \text{ kN/cm}^2$ $f_{c,0,k} = 2,00 \text{ kN/cm}^2$ → $f_{c,0,d} = k_{mod} \times f_{c,0,k} / \gamma_M = 1,231 \text{ kN/cm}^2$ $f_{t,0,k} = 1,30 \text{ kN/cm}^2$ → $f_{t,0,d} = k_{mod} \times f_{t,0,k} / \gamma_M = 1,000 \text{ kN/cm}^2$ $f_{v,k} = 0,24 \text{ kN/cm}^2$ → $f_{v,d} = k_{mod} \times f_{v,k} / \gamma_M = 0,148 \text{ kN/cm}^2$	

1.41 Mejno stanje nosilnosti : projektna kombinacija: $\Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Kontrola tlačnih napetosti v zg. pasnici (SIST EN 1995-1-1)

$$\sigma_{f,c,d} = 0,682 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{c,0,d} = 1,231 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Izkoriščenost prereza: } 55,4 \%$$

Kontrola nateznih napetosti v sp. pasnici (SIST EN 1995-1-1)

$$\sigma_{w,c,d} = 0,682 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{t,0,d} = 1,000 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Izkoriščenost prereza: } 68,2 \%$$

Kontrola upogibnih napetosti v zg. pasnici (SIST EN 1995-1-1)

$$\sigma_{f,c,max,d,c} = 0,764 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{m,d} = 1,692 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Izkoriščenost prereza: } 45,1 \%$$

Kontrola upogibnih napetosti v stojini (SIST EN 1995-1-1)

$$\sigma_{w,c,d,c} = 0,764 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{c,w,d} = 0,800 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Izkoriščenost prereza: } 95,5 \%$$

$$\sigma_{w,c,d,c} = 0,764 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{t,wd} = 0,800 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Izkoriščenost prereza: } 95,5 \%$$

Kontrola strižne nosilnosti (SIST EN 1995-1-1: 9.1.1 (7))

$$h_w / b_w = 14,6 < 70$$

$$F_{v,w,Ed} = \begin{cases} b_w \cdot h_w \cdot \left[1 + \frac{0,5 \cdot (h_t + h_l)}{h_w} \right] \cdot f_{v,0,d} & \text{if } h_w \leq 35 \cdot b_w \\ 35 \cdot b_w^2 \cdot \left[1 + \frac{0,5 \cdot (h_t + h_l)}{h_w} \right] \cdot f_{v,0,d} & \text{if } 35 \cdot b_w \leq h_w \leq 70 \cdot b_w \end{cases}$$

$$V_d = 59,31 \text{ kN} \leq F_{v,w,d} = 61,29 \text{ kN} \rightarrow \text{Izkoriščenost prereza: } 96,8 \%$$

1.42 Mejno stanje uporabnosti : navidezno stalna kombinacija: $\Sigma G_{k,j} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Kontrola povesov: polje (SIST EN 1995-1-1, 7)

$$u_{inst,g} = 5/384 \times g \times L_i^4 / (E_{0,mean} \times I) + \dots = 0,91 \text{ cm}$$

$$u_{inst,p} = 5/384 \times p \times L_i^4 / (E_{0,mean} \times I) + \dots = 0,93 \text{ cm}$$

$$u_{inst} = \Sigma u_{inst,i} = 1,84 \text{ cm} \leq L_i / 300 = 3,67 \text{ cm} \rightarrow \text{Poves v mejah dovoljenega}$$

$$b_{1,c,w,ltd} = b_w (E_{p,c,90,mean} / E_{0,mean}) \times (1 + k_{def,l}) / (1 + k_{def,w}) = 5 \text{ cm}$$

$$I_{1,c,ef,t} = 162090 \text{ cm}^4$$

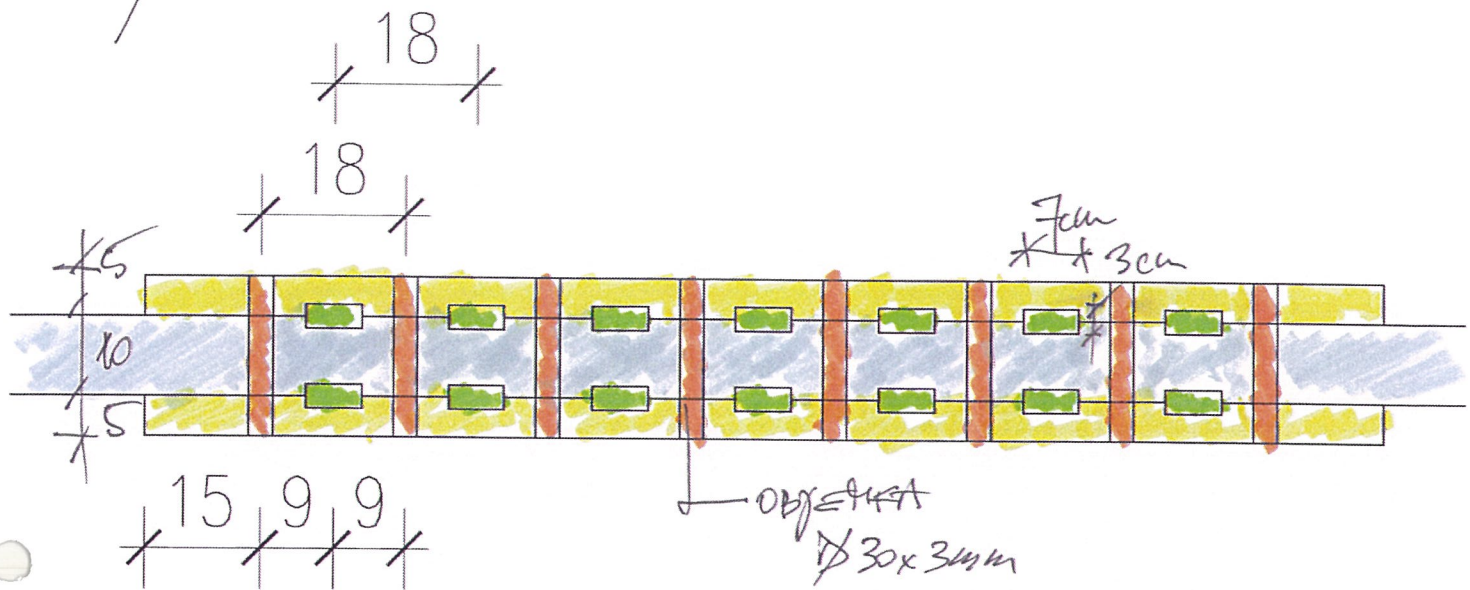
$$I_{1,c,ef} = I_{ef} + I_{1,c,ef,t} = 1154861 \text{ cm}^4$$

$$u_{fin,g} = 5/384 \times g \times L_i^4 / (E_{0,mean} \times I_{1,c,ef}) (1 + k_{def,t}) + \dots = 1,45 \text{ cm}$$

$$u_{fin,p} = 5/384 \times p \times L_i^4 / (E_{0,mean} \times I_{1,c,ef}) (1 + k_{def,t}) + \dots = 1,50 \text{ cm}$$

$$u_{inst} = \Sigma u_{inst,i} = 2,95 \text{ cm} \leq L_i / 250 = 4,40 \text{ cm} \rightarrow \text{Poves v mejah dovoljenega}$$

PODAJE I VAJE DASILCA



$$M_{sd} = 49 \text{ kNm} \\ n = 0.83 \text{ m} \rightarrow F_{spresion} = \frac{M_{sd}}{n} = 48 \text{ kN}$$

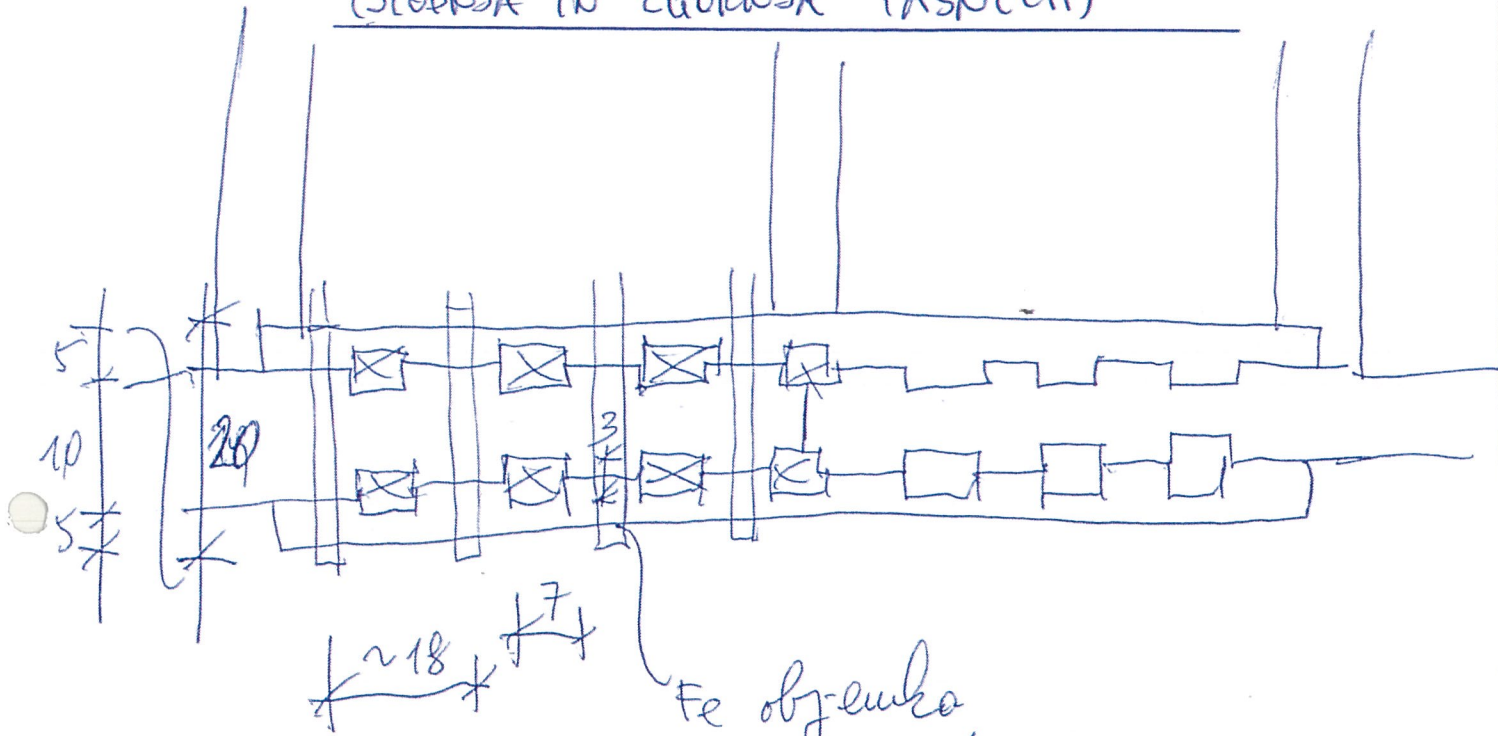
① Kontrola tlomih napetosti ovisno o opterećenju:

$$f_{c,0,d} = 1.231 \text{ kN/cm}^2$$

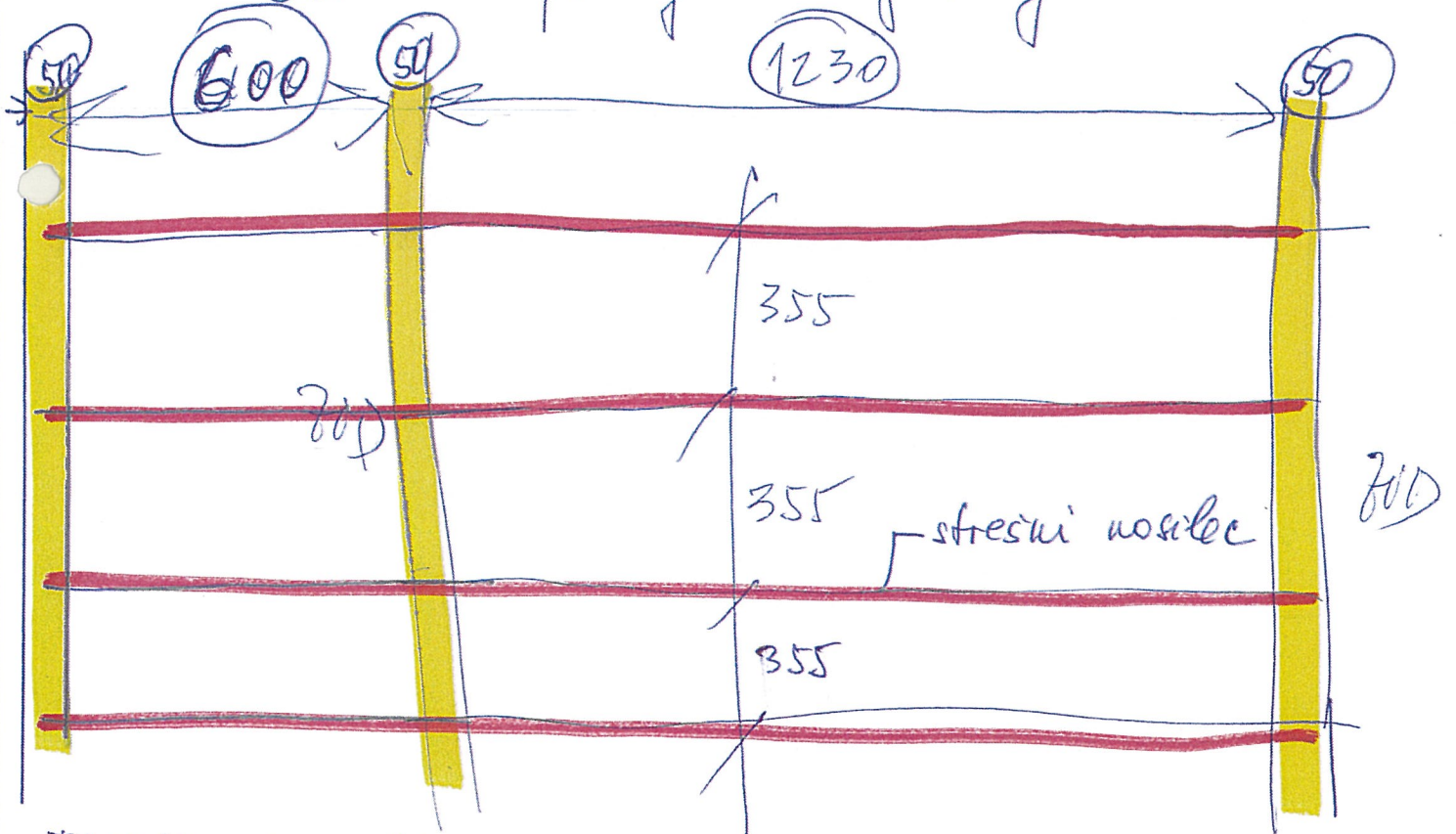
$$\sigma_{c,d} = \frac{F_{c,d}}{A} = \frac{(48 \cdot \frac{1}{4}) \text{ kN}}{1.5 \text{ m} \cdot 7 \text{ cm}^2} = 1.14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{c,d} = 1.14 \text{ kN/cm}^2 \leq f_{c,0,d} \rightarrow \eta = 94\%$$

SPOJ - PODALŠEVANJE NOSILCA (SPODNJA IN ZGORNJA PASNICA)

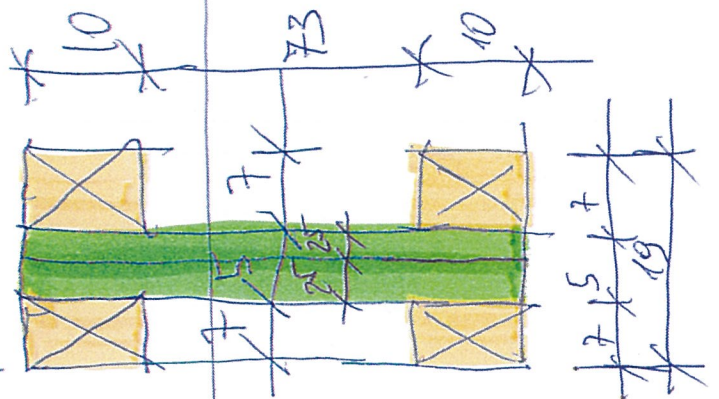
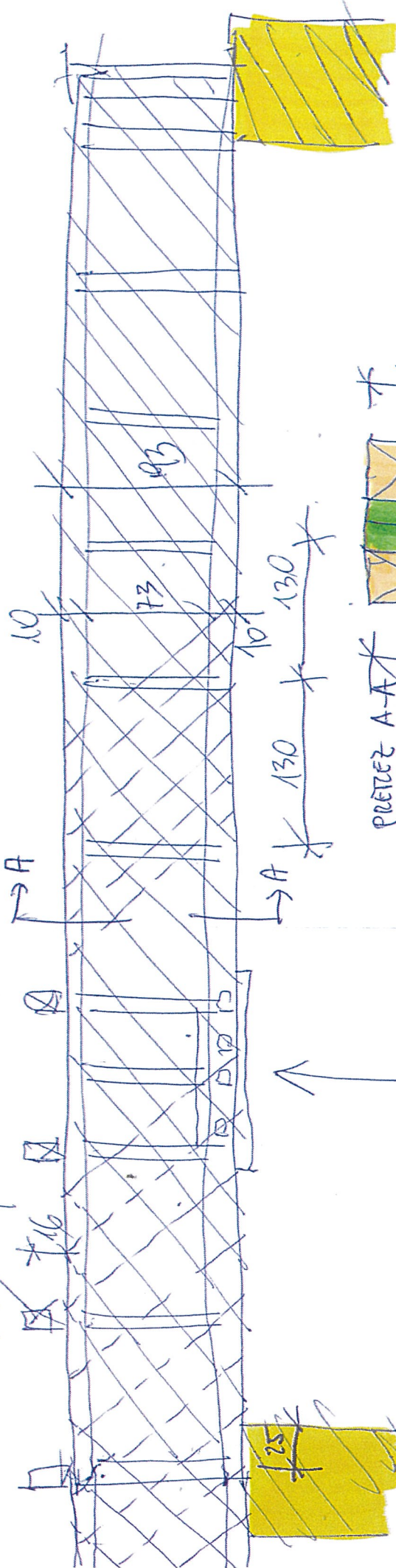


enoto spodaj in zgoraj





11/16



PRETČZ A-A

1230

Polis

100 150

~ 50

3.4

POROČILO O STANJU LESA V STREŠNI KONSTRUKCIJI (Biotehnična fakulteta)



Univerza v Ljubljani

Biotehniška fakulteta

Region d.o.o.

Cesta prvih borcev 11

8250 Brežice

Številka: BFOL 29102018 | Datum: Ljubljana, 29. 10. 2018

Ocena razkrojenosti lesa na ostrešju Doma kulture Brežice

Na podlagi dogovora z gospo Natašo Filipčič iz podjetja REGION d.o.o. sva opravila ogled ostrešja Doma kulture Brežice. Pregled sva opravila doc. dr. Boštjan Lesar in prof. dr. Miha Humar 26. oktobra 2018.

IZHODIŠČE

Dom kulture Brežice je starejša zgradba, zgrajena po drugi svetovni vojni. Najprej je služila za mehanično delavnico za popravilo traktorjev, kasneje pa so jo večkrat dozidali in ji spremenili namembnost. V zadnjem obdobju je v uporabi kot Dom kulture.



Slika 1: Dom kulture Brežice.

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta

Jamnikarjeva 101
1000 Ljubljana
Slovenija

T 01 320 3000

F 01 256 5728

www.bf.uni-lj.si



Primarni nosilci so izdelani iz lesa iglavcev (smreka, jelka). Linijski nosilci so izdelani, kot neke vrste I nosilci. Pasnici v tlačni in upogibni coni obdajata navzkrižno zložene deske, ki so usmerjeni pod kotom 45° na pasnice. Na primarne strešne nosilce je obešena stropna konstrukcija nad večnamensko dvorano. V letu 2013 je investitor izvedel energetske sanacije objekta in je na stropno konstrukcijo položil toplotno izolacijo in na strešne nosilce obesil še sistem za prisilno prezračevanje.



Slika 2: Sestava linearnega nosilca. Pasnica obdaja križno žebljane deske.

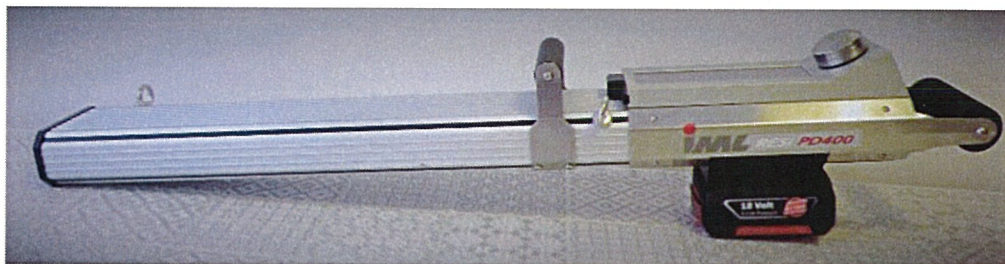


Slika 3: Linarni nosilec ostrešja Kulturnega doma Brežice



OCENA MEHANSKIH LASTNOSTI LESA

Analizo oceno razkrojenosti lesa smo izvedli z napravo Resistograph IML PD500 (Slika 5)



Slika 4: Naprava za spremljanje razkrojenosti lesa Resistograph

Naprava resistograph temelji na beleženju upora pri vrtanju. Z drobnim svedrom premera 2 mm v les izvrtamo luknjico in pri tem beležimo upor pri vrtanju. V kolikor naprava ne zabeleži upora, to pomeni, da je les močno razkrojen. Metoda temelji na tem, da se za vrtanje luknje v razkrojen les uporabi manj energije, kot za vrtanje v zdrav les. Na objektu sva izvedla 22 meritve. Analizirali smo različne nosilce v poročilu so prikazane najbolj karakteristične meritve.

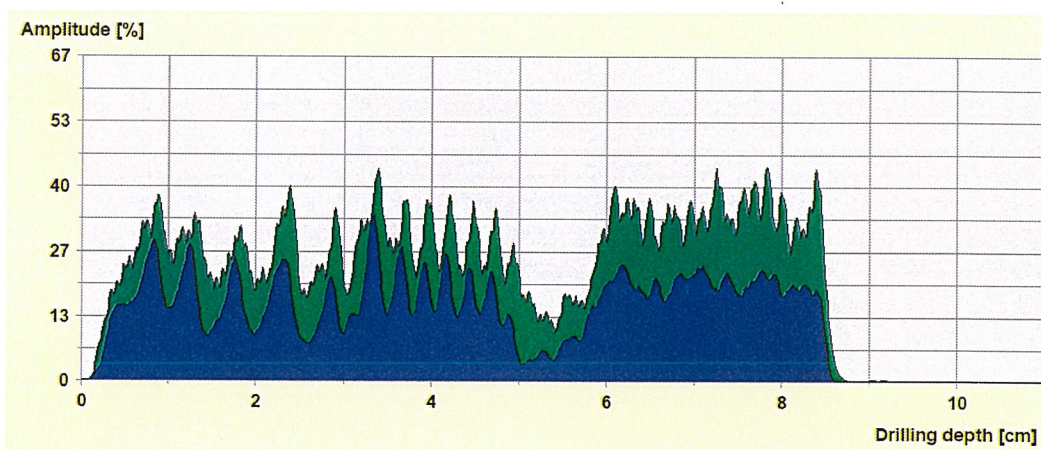


Slika 5: Analiza lesa z resistographom

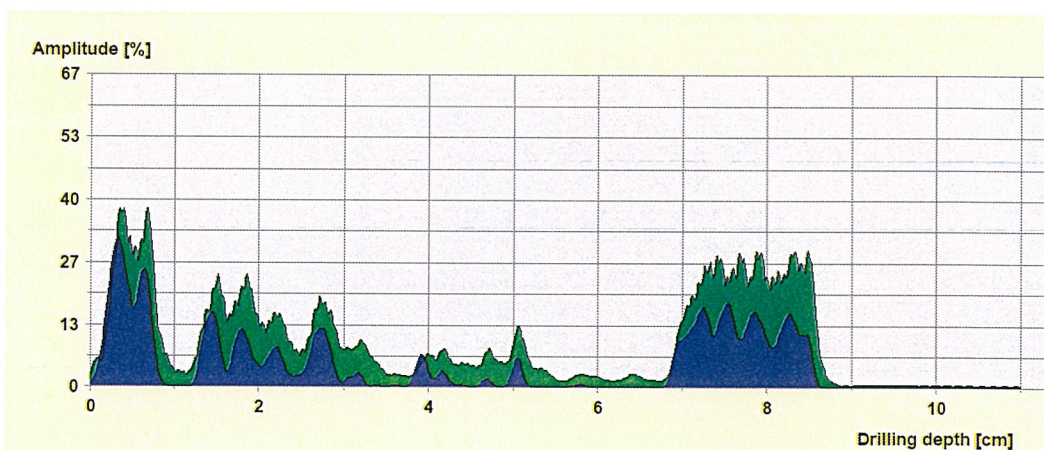
Vse meritve z rezistografom so potekale pri hitrosti vrtenja 150 cm/min in hitrostjo vrtenja svedra 2500 r/min. Meritve sva izvajala do 15 cm globine.



Na spodnjih slikah so kot ilustracija (primer) prikazani grafi vzorčnih meritev z rezistografom. Na sliki 6 je prikazan primer zdravega elementa, na sliki 7 pa primer poškodovanega elementa. Meritvi na slikah 6 in 7 nista bili opravljeni na ostrejšu Doma kulture.



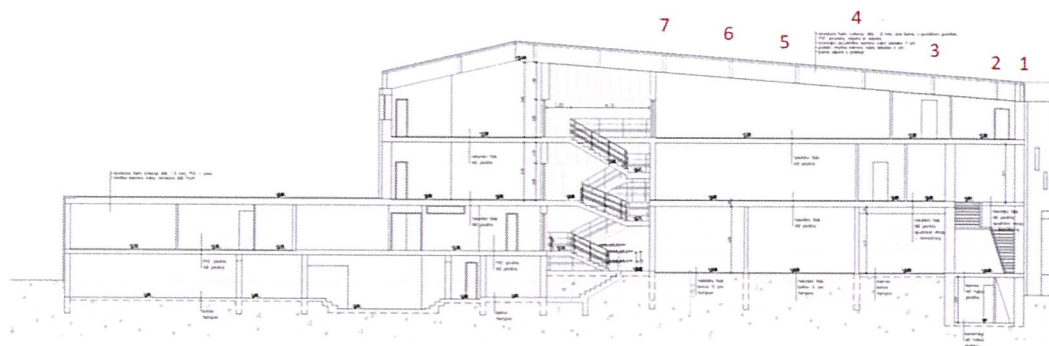
Slika 6: Primer nepoškodovanega lesenega elementa. Modra krivulja prikazuje meritve sile s katero prodira igla v les, zelena pa odpor pri vrtanju. Vzorec



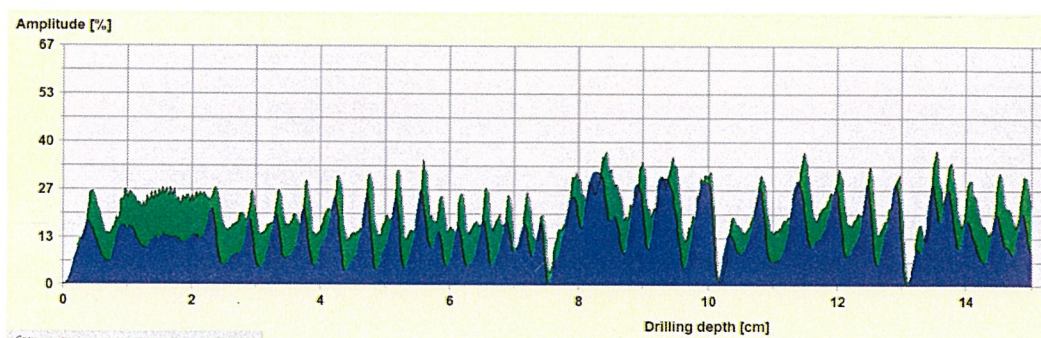
Slika 7: Primer poškodovanega lesenega elementa. Osrednji del je povsem razkrojen in ne nudi nobenega upora. Modra krivulja prikazuje meritve sile s katero prodira igla v les, zelena pa odpor pri vrtanju. Ta slika je vzorec in služi prikazu metode.

Rezultati meritev

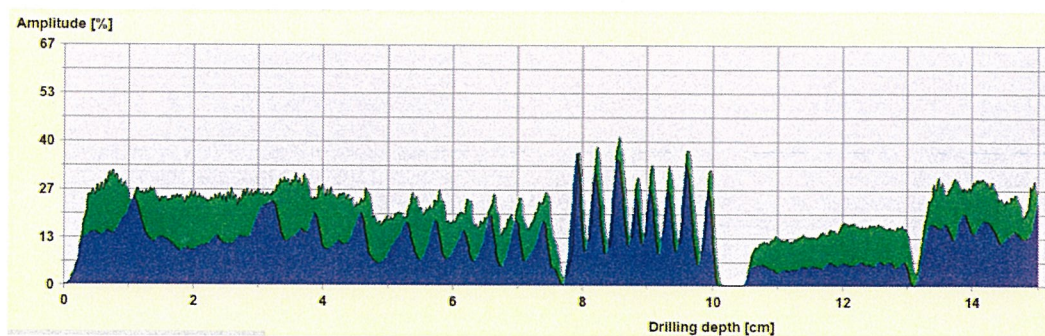
Na objektu sva vizualno pregledala vse nosilce. Nosilce sva oštevilčila od 1 (zunanji, od vhoda na podstrešje najbolj oddaljen nosilec) dalje. Na nobenem od nosilcev nisva opazila nobenih znakov razkroja ali delovanja insektov. Les deluje povsem zdrav. Na objektu sva izvedla 22 meritev. Vsi preiskani elementi so bili zdravi. Na lesu ni bilo opaziti znakov razkroja.



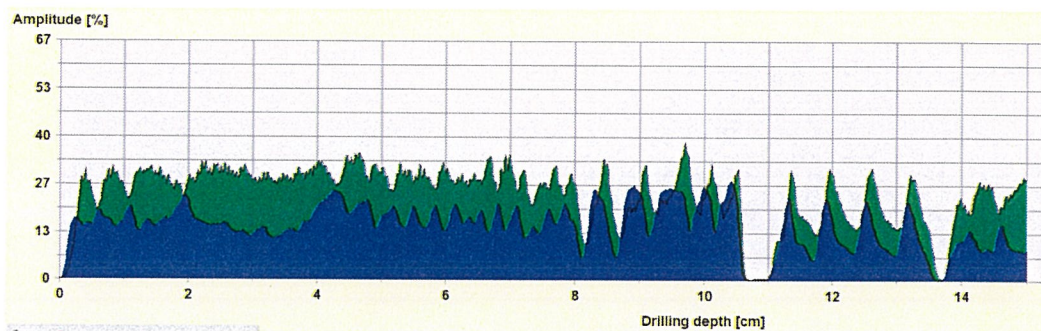
Slika 8: Prikaz označevanja nosilcev na ostrešju



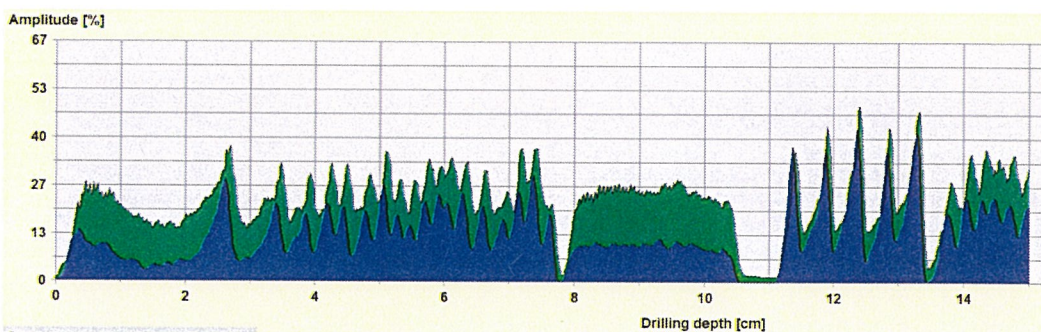
Slika 9: Meritev na spodnji pasnici drugega nosilca. Na lesu ni opaziti nobenih poškodb. Modra krivulja prikazuje meritve sile, s katero prodira igla v les, zelena pa odpor pri vrtanju.



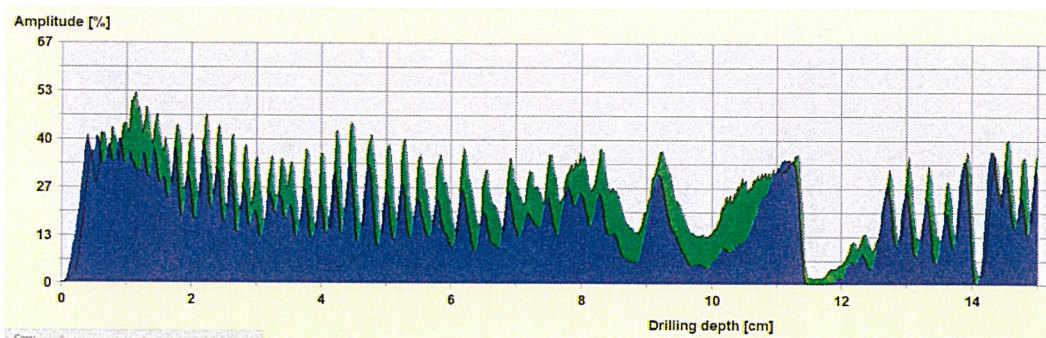
Slika 10: Meritev na zgornji pasnici drugega nosilca. Na lesu ni opaziti nobenih poškodb. Na krivulji so jasno vidne vrzeli med posameznimi lamelami žebljanega nosilca in razlike v kvaliteti in orientaciji. Modra krivulja prikazuje meritve sile, s katero prodira igla v les, zelena pa odpor pri vrtanju.



Slika 11: Meritev na pokončniku drugega nosilca. Na lesu ni opaziti nobenih poškodb. Na krivulji so jasno vidne razpoke med posameznimi lamelami žebljanega nosilca. Modra krivulja prikazuje meritve sile, s katero prodira igla v les, zelena pa odpor pri vrtnanju.



Slika 12: Meritev na spodnji pasnici tretjega nosilca. Na lesu ni opaziti nobenih poškodb. Na krivulji so jasno vidne vrzeli med posameznimi lamelami žebljanega nosilca in razlike v kvaliteti in orientaciji. Modra krivulja prikazuje meritve sile, s katero prodira igla v les, zelena pa odpor pri vrtnanju.

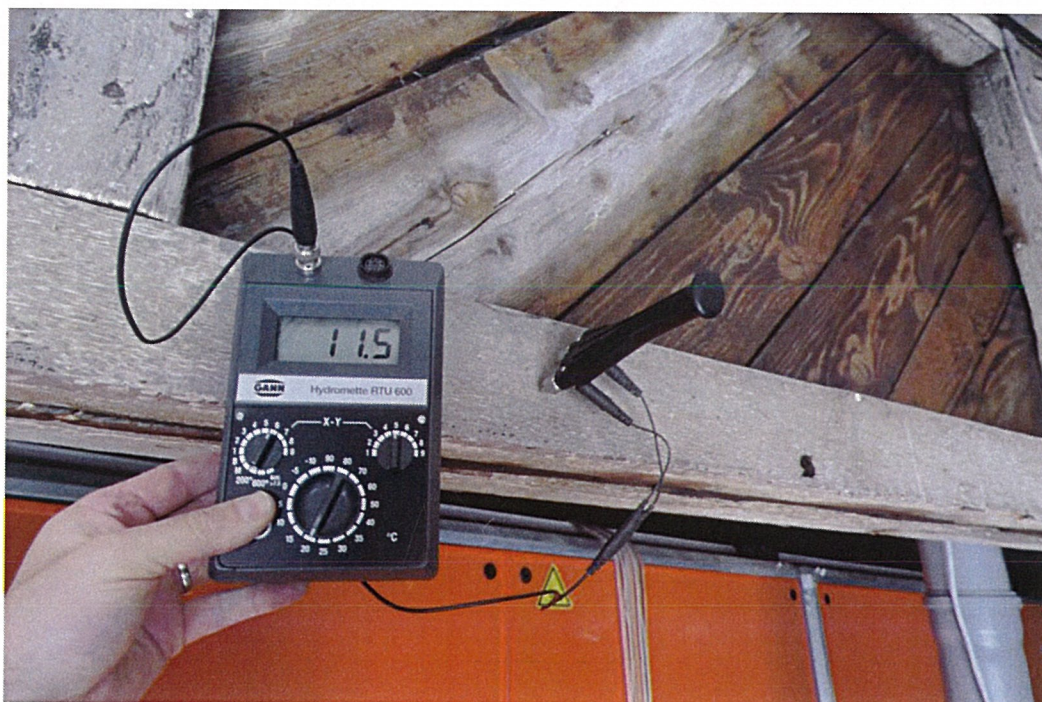


Slika 13: Meritev na spodnji pasnici četrtega nosilca. Na lesu ni opaziti nobenih poškodb. Na krivulji so jasno vidne vrzeli med posameznimi lamelami žebljanega nosilca. Modra krivulja prikazuje meritve sile, s katero prodira igla v les, zelena pa odpor pri vrtnanju.



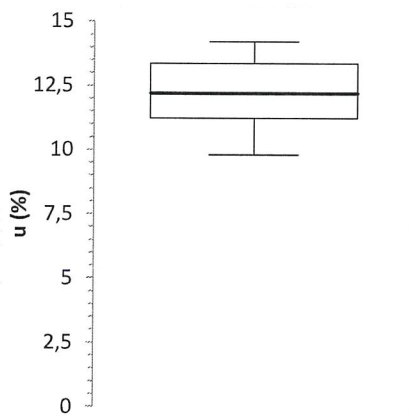
MERITVE VLAŽNOSTI LESA

Vlažnost lesa smo določali z električnim uporovnim merilnikom GANN, ki omogoča natančno merjenje vlažnosti lesa med 6 % in 60 %. Vlažnost lesa je določena, kot je običajno v lesni tehnologiji (količina vode na maso lesa v absolutno suhem stanju: u v (%)).



Slika 14: Meritev vlažnosti lesa na lesenem žebljanem nosilcu z vlagomerom Gann

Vlažnost posameznih nosilcev se ni bistveno razlikovala. Povprečna vlažnost v objektu je bila 12,2 %, kar je vlažnost značilna za suhe lesene konstrukcije. Novejše raziskave kažejo, da je potrebna vlažnost lesa za glivni razkroj enaka vlažnosti točke nasičenja celičnih sten $\pm 3\%$. Za smrekovino meja za razkroj znaša med 25 % in 28 % vlažnosti. Vlažnost vseh elementov ostrešja kulturnega doma je v času meritev pod mejo, ki bi omogočala glivni razkroj.



Slika 15: Porazdelitev vlažnosti lesa na lesenih žeblijanih nosilcih Kulturnega doma Brežice

KEMIJSKA ANALIZA LESA

Vizualni videz lesa nakazuje, da so bili leseni nosilci pred časom premazani. V času izgradnje področje zaščite lesa ni bilo najboljše regulirano, zato so se za »zaščito lesa« uporabljale bolj ali manj učinkovite rešitve. Danes to ni več dovoljeno.

Za premazovanje se je verjetno uporabilo odpadno motorno olje (Slika 3) in borovi pripravki (Slika 16). Posamezni nosilci so obdelani z različnimi rešitvami, kar kaže na neenoten pristop. Na nekaj nosilcih opazimo depozite kristalov. Te kemikalije povzročajo korozijo jeklenih elementov. V prihodnje je treba redno opazovati stanje korozije jeklenih elementov (Slika 17).

Iz ostrejša smo izolirali nekaj trsk in opravili kvantitativno analizo z metodo XRF (Rentgenska fluorescenčna spektroskopija (TwinX, Oxford instruments). Meritve smo izvedli s PIN detektorjem ($U = 26 \text{ kV}$, $I = 115 \text{ }\mu\text{A}$, $t = 300 \text{ s}$).



Univerza v Ljubljani

Biotehniška fakulteta



Slika 16: Depoziti v obliki kristalov na površini lesa

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta

Jamnikarjeva 101
1000 Ljubljana
Slovenija

T 01 320 3000

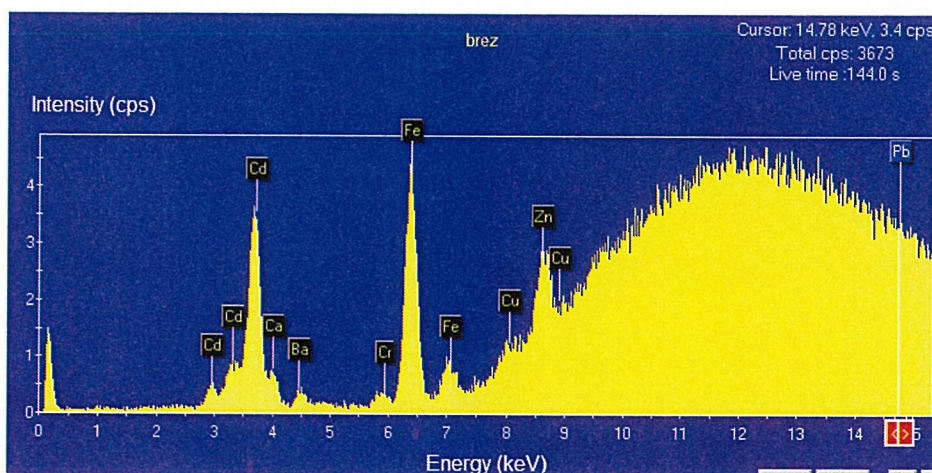
F 01 256 5728

www.bf.uni-lj.si

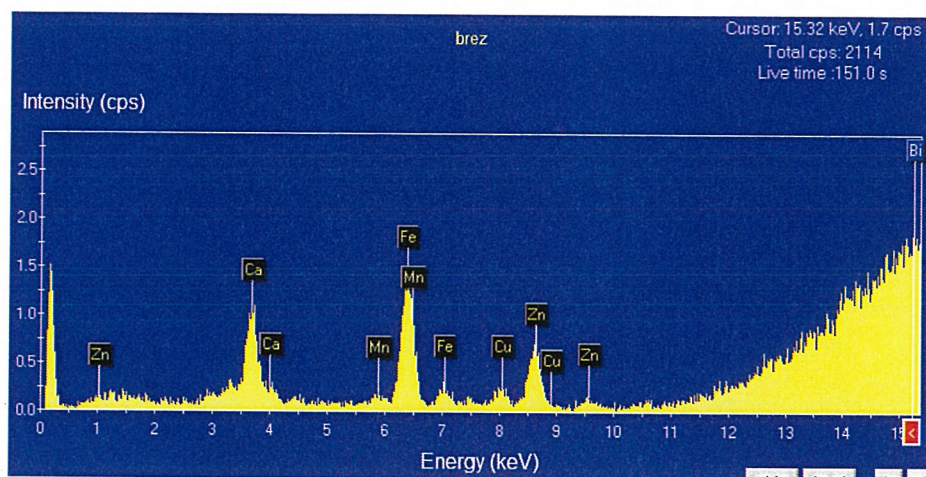


Slika 17: Korozija jeklenih elementov v stiku z obdelanim lesom

Kemijska analiza je potrdila, da so bili nosilci premazani z odpadnim oljem. To potrjuje prisotnost obrabnih kovin, Fe, Cd, Zn, Cu, Ba, Mn ... (Slika 18, Slika 19). Poleg tega je zaznati še nekaj kalcija, ki lahko izvira iz apnenih premazov ali onesnaženja med zidarskimi deli. Poleg tega je na površini videti še nekaj kristalov, ki jih zaradi omejitev metode nismo uspeli določiti. Na podlagi izkušenj sklepamo, da gre za ognjezadrževalne premaze in/ali pripravke na osnovi borovih soli.



Slika 18: XRF spekter. Prisotnost anorganskih onesnažil na nosilcu 2.



Slika 19: XRF spekter. Prisotnost anorganskih onesnažil na nosilcu 4.



MIKROSKOPSKA ANALIZA LESA

Iz površine nosilcev smo odvzeli nekj vzorcev in izvedli mikroskopsko analizo s konfokalnim mikroskopom Olympus LEXT 5000.



Slika 20: Površina vzorca izolirana iz nosilca 2. Površina je svetleča. Na površini so vidni depoziti, kar kaže na to, da je bila premazana z oljem. Analizirana površina je 56 mm².



Slika 21: Površina vzorca izolirana iz nosilca 4. Na površini so vidni ostanki anorgankega premaza in/ali apnenega beleža. Analizirana površina je 56 mm². Upoštevati je treba, da je del anorganskih depozitov odpadel zaradi grobega postopka izolacije vzorca.



Slika 22: Površina vzorca izolirana iz nosilca 4. Na površini so vidni ostanki anorganskega premaza in/ali apnenega beleža. Analizirana površina je 56 mm².

Kot je razvidno iz slik 20-22, na površini lesa ni videti hif. Vidi se, da je bila površina obdelana z različnimi premazi. Ti tipi premazov praviloma nimajo negativnega vpliva na mehanske lastnosti. Negativen vpliv se lahko pokaže le dolgoročno, v obdobju daljšem od 100 let.



Strokovno mnenje

Vlažnost lesa lesenih nosilcev ne omogoča razvoja gliv.

Na lesenih nosilcih ni videti znakov okužbe z glivami ali napadov lesnih insektov.

Analiza lastnosti lesa z uporovnim vrtanjem je pokazala, da so preseki nosilcev zdravi in da v notranjosti nosilcev ni prisotnega razkroja. Nosilci so zdravi in niso razkrojeni.

Izvedba meritev in priprava poročila:

Doc. dr. Boštjan Lesar

Dekan Biotehniške fakultete
Prof. dr. Emil Erjavec

Prof. dr. Miha Humar