

STATIČNA PREVERBA DODATNE OBTEŽBE STREŠNE KONSTRUKCIJE KULTURNEGA DOMA S PANELI ZA SONČNO ELEKTRARNO

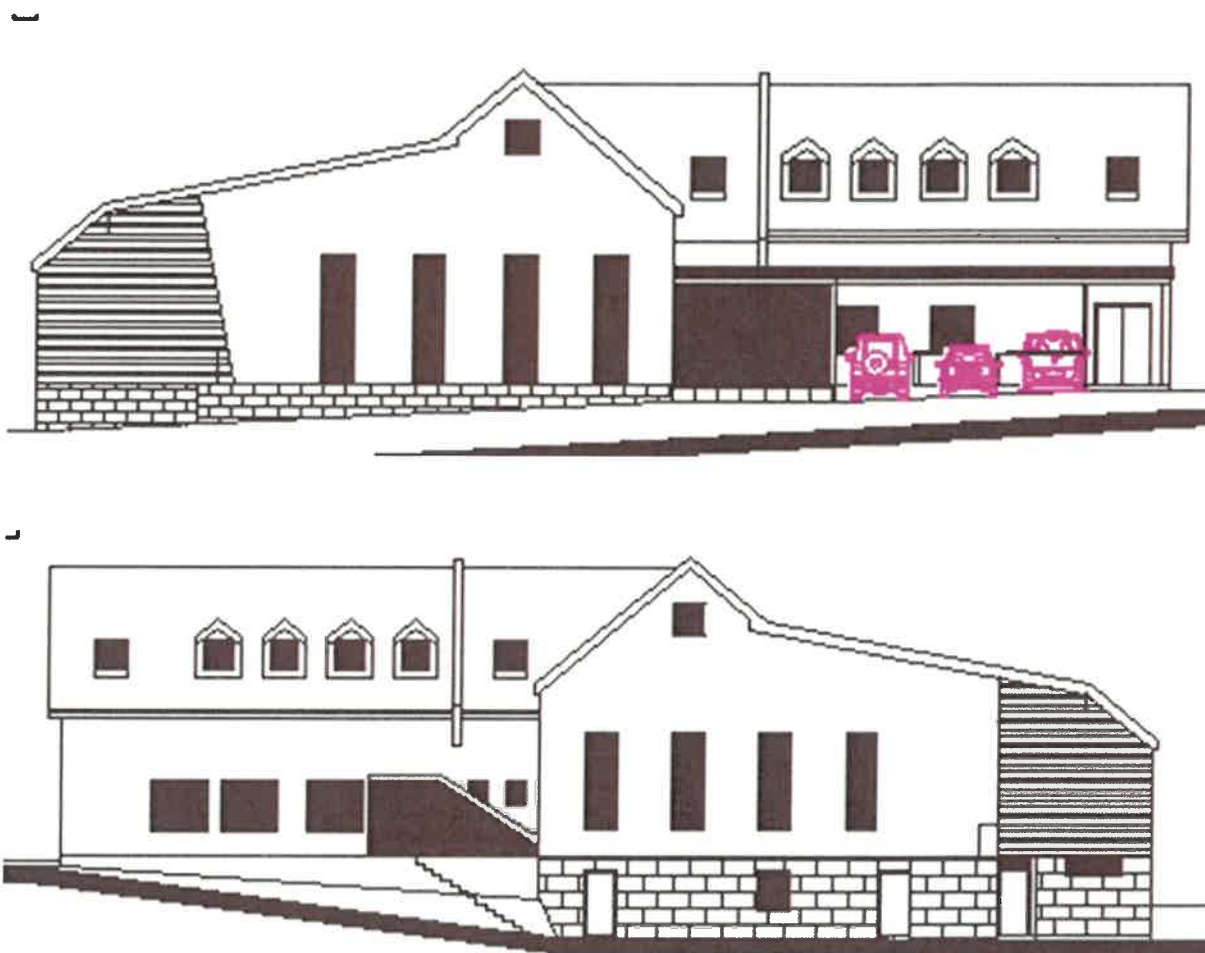
Investitor : Občina Destrnik

Dom kulture sestavljata dva objekta;

1.) Dvorana dimenzij 20m x 16 m in višine 11 m s strešno konstrukcijo jeklene izvedbe pod naklonom 12 stopinj

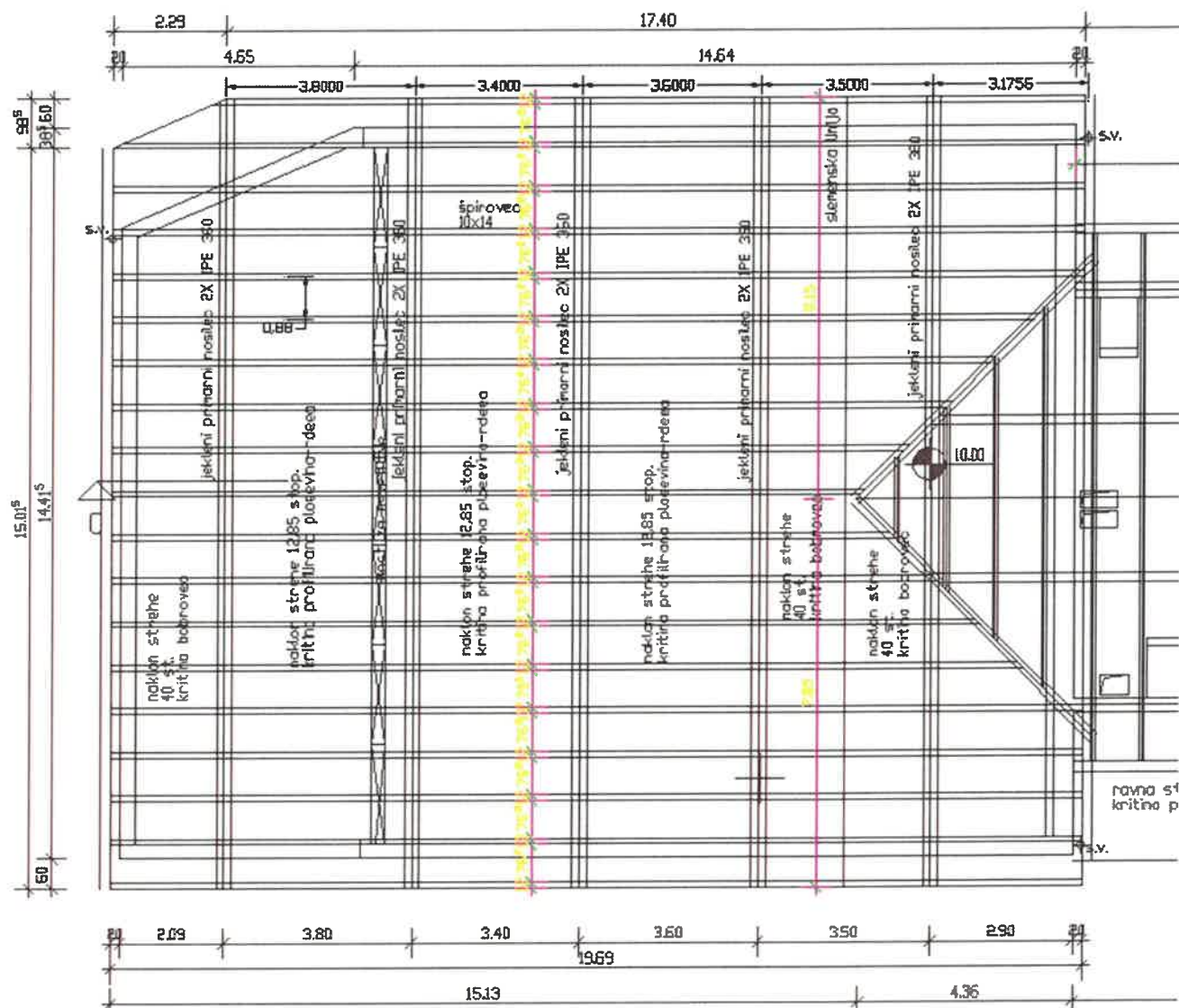
2.) Opečno zidana dvokapna stavba tlorisnih dimenzij etažnosti K+P+M z dvokapno streho pod naklonom strešin 40 stopinj.

Izgled objekta:



Paneli za fotovoltaike se montirajo samo na strehi dvorane s pločevinasto kritino . Preračun je izveden za dodatno obtežbo strehe s pločevinasto kritino na 0,20 KN/m².

Konstrukcija strehe dvorane: Okvirna nosilna konstrukcija s prečnimi nosilnimi okvirji iz jeklenih primarnih strešnih nosilcev in armiranobetonskih stebrov. Nosilci kritine ležijo na primarnih strešnih nosilcih in so leseni, izvedeni iz masivnega lesa iglavcev prečnega preseka 10cm/14cm, kar je razvidno iz projekta arhitekture Projektivnega biroja 91 iz Maribora-št.projekta 0403 izdelanega junija 2004



Vsi konstrukcijski elementi v obravnavanem projektu so dimenzionirani v skladu s Pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti, Ur. List RS 101/2005, na maksimalne obremenitve, ki bi lahko nastopile v času uporabe objekta v skladu z njihovo kategorijo uporabnosti.

Zahteve glede mehanske odpornosti in stabilnosti so izpolnjene s projektiranjem v skladu z načeli in pravili slovenskih standardov:

- SIST EN 1990 Evrokod: Osnove projektiranja konstrukcije
- SIST EN 1991 Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije
- SIST EN 1992 Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij
- SIST EN 1993 Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij
- SIST EN 1994 Evrokod 4: Projektiranje skuprežnih konstrukcij
- SIST EN 1995 Evrokod 5: Projektiranje lesenih konstrukcij
- SIST EN 1996 Evrokod 6: Projektiranje železnih konstrukcij
- SIST EN 1997 Evrokod 7: Geoteknično projektiranje
- SIST EN 1998 Evrokod 8: Projektiranje potresno odpornih konstrukcij

Statično preverbo nosilcev kritine izvedem za največjo medsebojno razdaljo med primarnimi strešnimi nosilci (razpon nosilcev kritine), katera znaša 3,80 m.

Karakteristične vrednosti obtežb :

Vpliv snega: - cona objekta: A2
- nadmorska višina: 350 m
- karakteristična obtežba snega na tleh: 1,59 kN/m²

Vpliv vetra: - cona objekta: 1
- kategorija terena: III
- osnovna hitrost vetra: $v_{b,0} = 20$ m/s
- največji tlak pri sunkih vetra: $q_p = 0,521$ kN/m²

NOSILEC KRITINE -streha pod naklonom 12,85 stopinj
-streha nad dvorano

zasnova:

L (m)= 3,80
alfa(stop.) = 12,9
B (cm)= 10
H (cm)= 14
dop.poves; Winst= 250
b (m) = 0,88 -razmak špirovcev
uporabi se ; masivni les -iglavci
vse lesne zveze so klasične izvedbe !

obtežba:

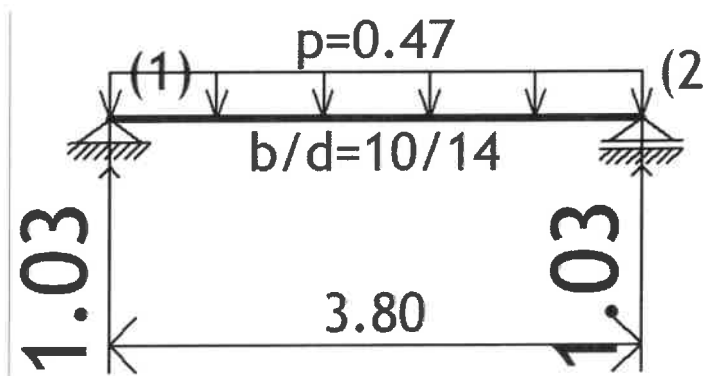
1.) stalna obtežba :

lastna teža špirovca:	$10 \times 14 \times 0,07 \times (0,01 / \cos 12,85) =$	0,10 kN/m1
obtežba od strešne kritine: kN/m2	$0,05 \times (1 / \cos 12,85) \times 0,88 =$	0,05 kN/m1
obtežba od stropa z izolacijo		0,17 kN/m1
obtežba od fotovoltaičnih panelov		kN/m1
obtežba od les.opaža:d(m)=	$0,025 (1 / \cos 12,85) \times 0,88 \times 7,0 =$	0,16 kN/m1
stalna teža skupaj : g=		0,47 kN/m1

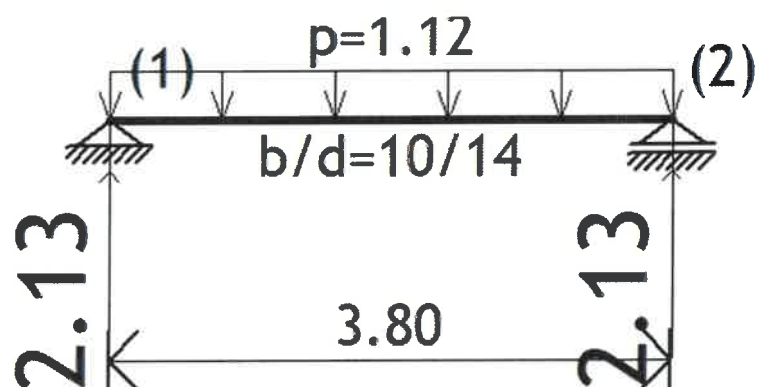
2.) koristna obtežba :

A2	-geog.cona, na višini(m); 350	0,8 -koeficient strešine
koristna obtežba s snegom;=	$1,59 \times 0,88 \times 0$ snegobrani+ k=0.8	= 1,120 kN/m1
od vetra:pri nagibu(stopinj)= 12,85	0,54	0 -koef.str. 0,000 kN/m1
koristna teža skupaj;p=		1,12 kN/m1
q =		1,59 kN/m1

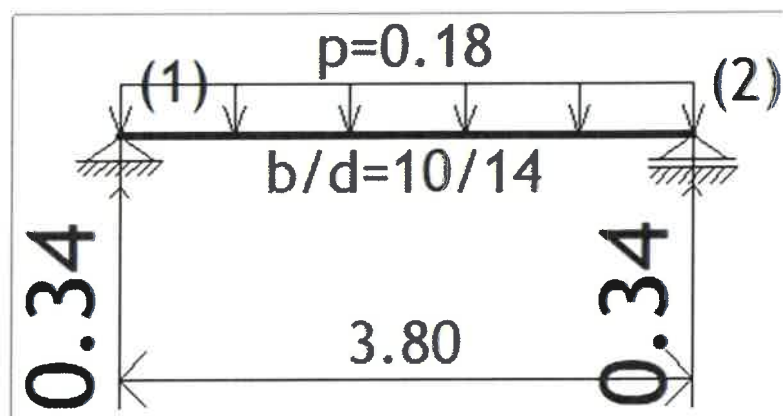
Obtežba - lastna in stalna –



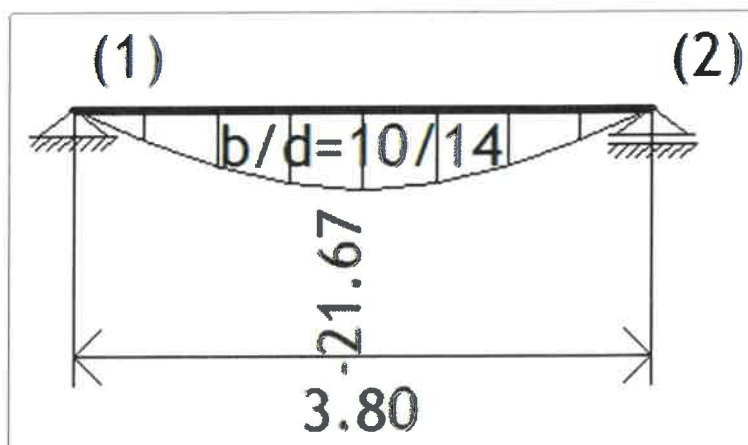
Obtežba -sneg –



Obtežba -paneli za fotovoltaike –



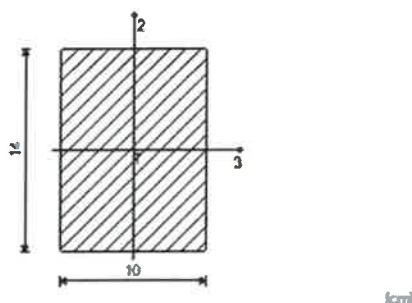
Deformacije pri obtežbi stalna + sneg + paneli:



Dimenzioniranje nosilcev kritine: -razpon 3,80 m sodelujoča širina $b = 88$ cm

PALICA 8-10

Monolitni les - iglavci in mehki listavci - C24
Eksploatacijski razred 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB

5. $\gamma = 0.95$ 6. $\gamma = 0.78$ 7. $\gamma = 0.67$
4. $\gamma = 0.60$

KONTROLA NORMALNIH NAPETOSTI

(obtežni primer 5, na 180.0 cm od začetka palice)

Prečna sila v smeri osi 2 $V_{2ed} = -0.265$ kN
Upogibni moment okoli osi 3 $M_{3ed} = -4.724$ kNm

KONTROLA NAPETOSTI - UPOGIB

Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetraino
Korekcijski koeficient $K_{mod} = 0.800$
Parcialni koef. za karakteristike materiala $\gamma_m = 1.300$
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 2 $K_{h,2} = 1.084$
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 3 $K_{h,3} = 1.014$
Faktor oblik (za pravokotni prerez) $k_m = 0.700$
Karakteristična upogibna trdnost $f_{m,k} = 24.000$ MPa
Računska upogibna trdnost - os 2 $f_{m,2,d} = 16.017$ MPa
Računska upogibna trdnost - os 3 $f_{m,3,d} = 14.974$ MPa
Odpornostni moment $W_3 = 326.67$ cm³
Normalna upogibna napetost okoli osi 3 $\sigma_{m,3,d} = 14.461$ MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq f_{m,3,d} \quad (14.461 \leq 14.974)$$

Izkoriščenost prereza je 96.6%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetraino
Korekcijski koeficient $K_{mod} = 0.800$
Parcialni koef. za karakteristike materiala $\gamma_m = 1.300$
Razmak pridržanih točk pravokotno na smer osi 2 $l_{ef} = 380.00$ cm
5% fraktil modula E paralelno z vlakni $E_{0.05} = 7400.0$ MPa
5% fraktil stržnega modula G $G_{0.05} = 480.00$ MPa
Torzijski vztrajnostni moment $I_{tor} = 2593.6$ cm⁴
Vztrajnostni moment $I_2 = 1166.7$ cm⁴
Odpornostni moment $W_3 = 326.67$ cm³
Kritična napetost uklona $\sigma_{m,crit} = 81.223$ MPa
Relativna vitkost za uklon $\lambda_{rel} = 0.544$
Koeficient $k_{krit} = 1.000$
Normalna upogibna napetost okoli osi 3 $\sigma_{m,3,d} = 14.461$ MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (14.461 \leq 14.974)$$

Izkoriščenost prereza je 96.6%

KONTROLA STRIŽNIH NAPETOSTI

(obtežni primer 5, začetek palice)

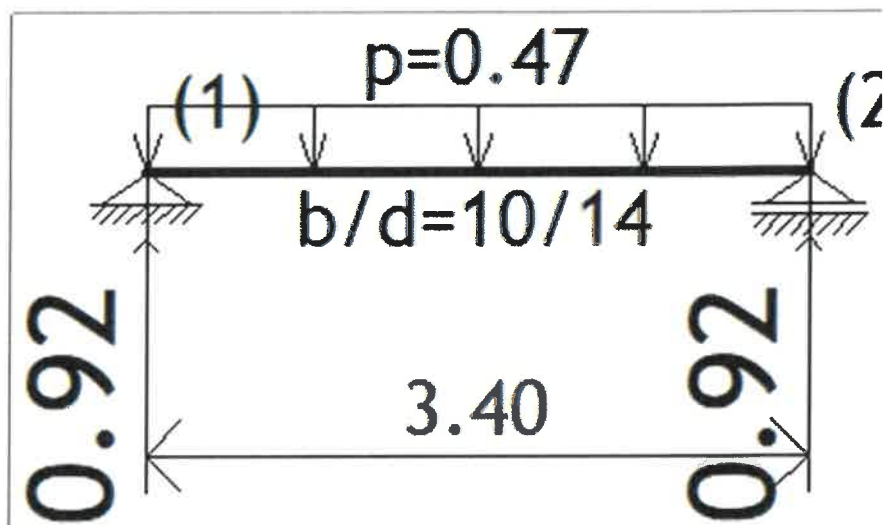
Prečna sila v smeri osi 2 $V_{2ed} = -5.039$ kN

KONTROLA NAPETOSTI - STRIG

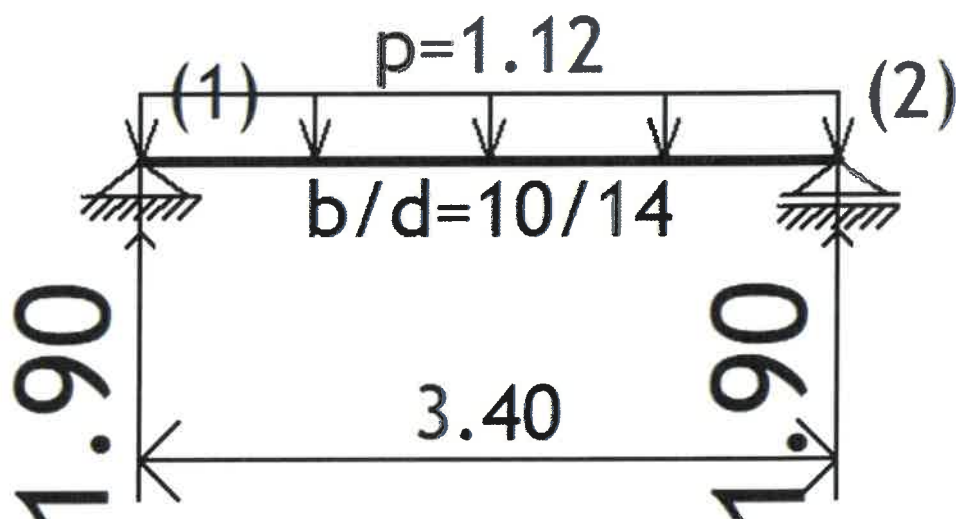
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetraino
Korekcijski koeficient $K_{mod} = 0.800$
Parcialni koef. za karakteristike materiala $\gamma_m = 1.300$
Karakteristična stržna napetost $f_{v,k} = 4.000$ MPa
Računska stržna trdnost $f_{v,d} = 2.462$ MPa
Površina prečnega prereza $A = 140.00$ cm²

Nosilec kritine na razponui 3,40 m:

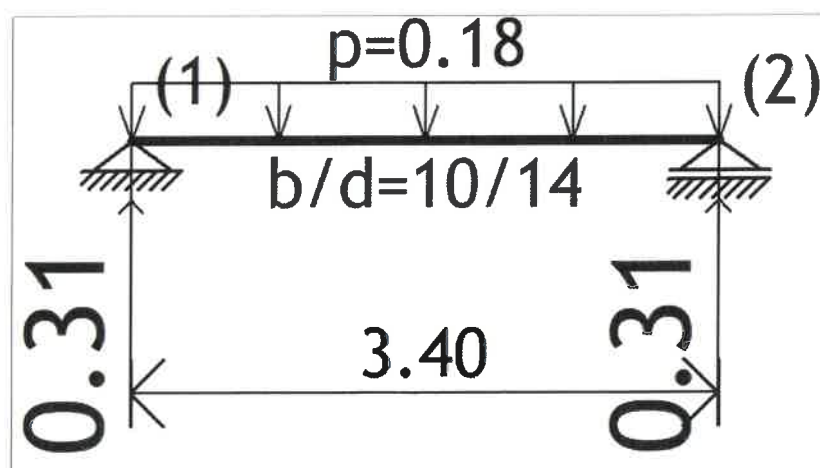
Lastna in stalna teža:



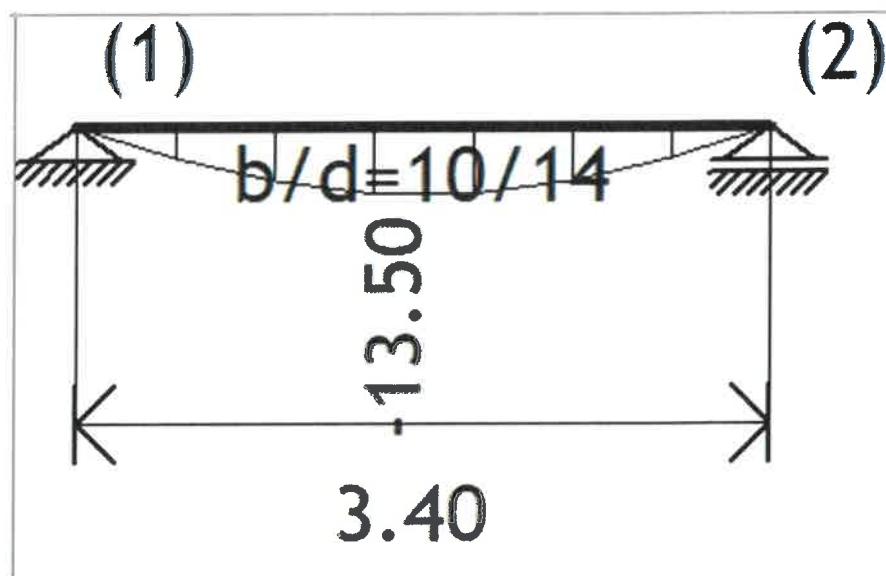
Koristna obtežba s snegom:



Koristna obtežba s paneli fotovoltaike:

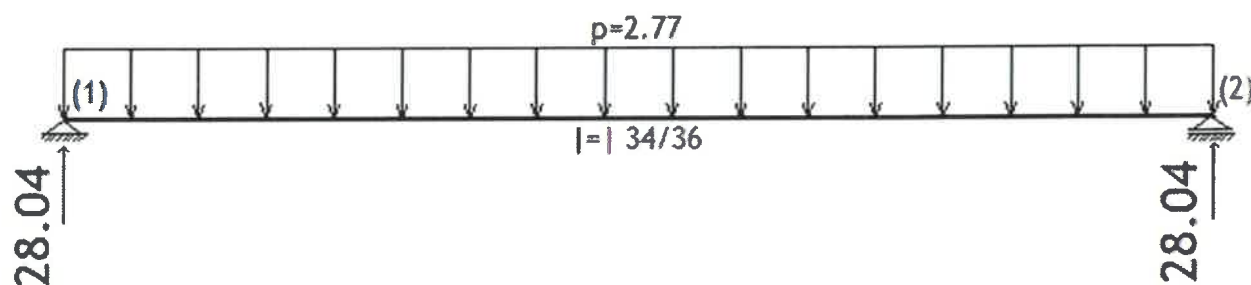


Deformacije nosilca pri obtežbi ; stalna * 1 + sneg * 1 + paneli * 1

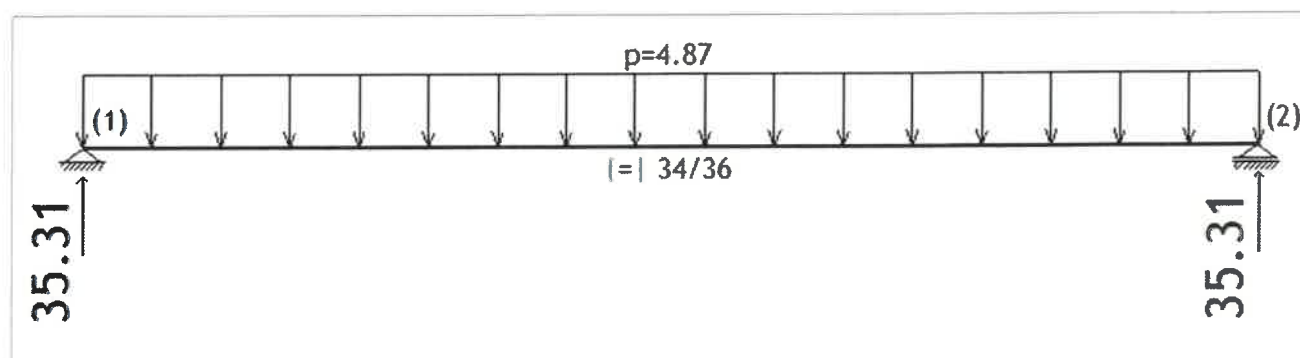


Dimenzioniranje primarnega jeklenega nosilca razpona 14,50 m

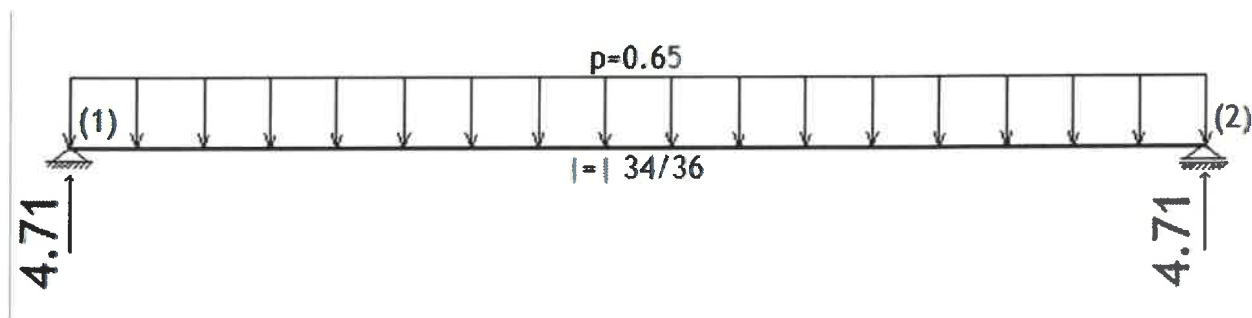
Obtežba primarnega nosilca od lastne in stalne teže :



Obtežba primarnega nosilca od obtežbe s snegom;

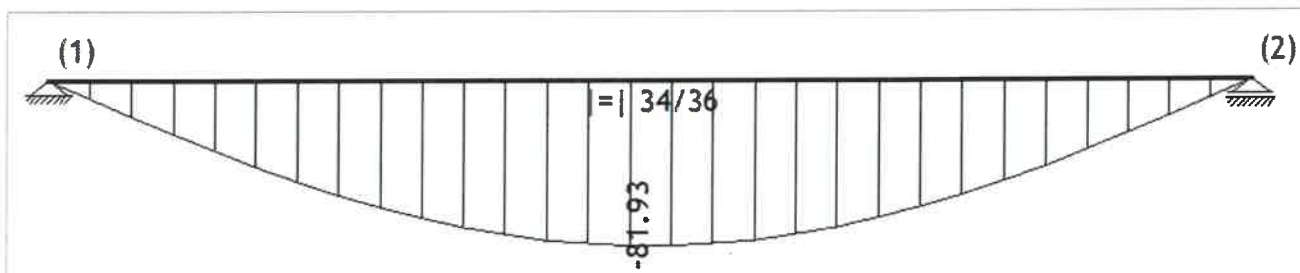


Obtežba primarnega nosilca od fotovoltaičnih panelov ;

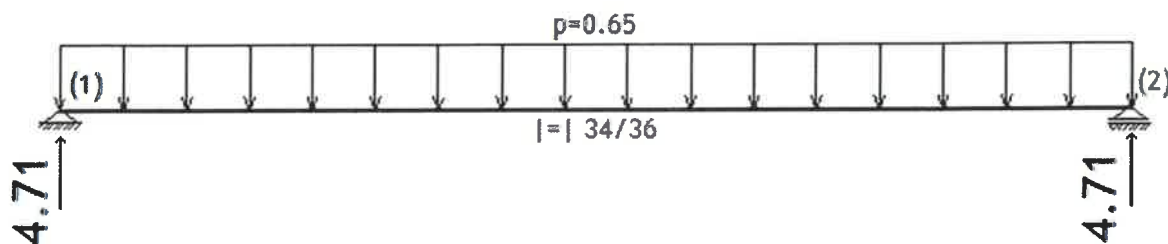


Deformacije primarnega nosilca pri dodatni obtežbi s fotovoltajčnimi paneli teže 0,20 kN/m²;

Kombinacija lastna in stalna obtežba + koristna od snega + koristna od fotovoltaičnih panelov ;



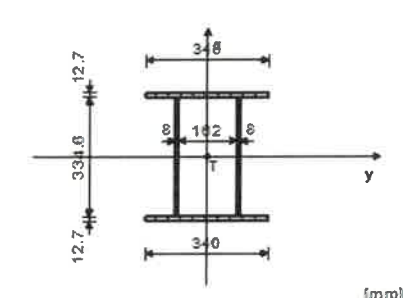
Dimenzioniranje jeklenega primarnega strešnega nosilca razpoba 14,50 m pri dodatni obtežbi s fotovoltajčnimi panelteže 0,20 kN/m²



PALICA 7-1

PREČNI PREREZ: Škatlasti [S 235] (Set: 3)
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRJSKE KARAKTERISTIKE prereza

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

Ax = 139.90 cm²
 Ay = 86.360 cm²
 Az = 53.536 cm²
 Ix = 12319 cm⁴
 Iy = 31048 cm⁴
 Iz = 12190 cm⁴
 Wy = 1724.9 cm³
 Wz = 717.07 cm³
 Wy,pl = 1947.5 cm³
 Wz,pl = 1189.1 cm³
 γM0 = 1.100
 γM1 = 1.100
 γM2 = 1.250
 Aneff/A = 0.900

Koef. ukl. dotičine za vbočenje

Koordinata

Koordinata

Razmak med bočnimi podporami

Sektorski vztrajnostni moment

Krit. moment bočne zvrnitve

Koeficient

Koeficient imperf.

Brezdimenz. višnost

Koeficient zmanjšanja

Računska uklonska nosilnost

Kontrola bočne zvrnitve ni potrebna: λ_{LT} ≤ 0.4

kw = 1.000
 zg = 18.000 cm
 zj = 0.000 cm
 L = 176.00 cm
 Iw = 0.000 cm⁶
 M_{cr} = 25510 kNm
 β_w = 1.000
 α_{LT} = 0.490
 λ_{LT} = 0.134
 γ_{LT} = 1.000
 M_{b,Rd} = 416.05 kNm

5.6 LOKALNO IZBOČENJE ZARADI STRIGA

za strig v ravnini z-z

Višina stojine

Debelina stojine

Ni prečnih ojačitev v sredini

Koeficient izbočenja pri strigu

Ni potrebna kontrola izbočenja zaradi striga

Pogoj: d / tw ≤ 69 ε (41.83 ≤ 69.00)

d = 33.460 cm
 tw = 0.800 cm
 k_τ = 5.340

5.6.7 Interakcija prečne sile, upogiba in osne sile

za strig v ravnini z-z

Ni potrebno zmanjšati računske upogibne nosilnosti

Računska nosilnost na izbočenje

Vsd ≤ 50% V_{b,Rd}V_{b,Rd} = 330.46 kN

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBEŽB

5. γ=0.84

6. γ=0.71

7. γ=0.59

4. γ=0.55

PALICA IZPOSTAVLJENA UPOGIBU

(obtežni primer 5, na 715.1 cm od začetka palice)

Prečna sila v z smeri

Upogibni moment okoli y osi

Sistemska dolžina palice

Vsd_z = -1.331 kN
 Msd_y = 351.87 kNm
 L = 1450.0 cm

5.7 VNOS KONCENTRIRANIH SIL V STOJINO

5.7.7 Uklon pasnice v smeri stojine

Koeficient (razred pasnice 1)

Površina stojine

Površina tlač. pasnice

Preprečen je uklon pasnice v smeri stojine

Pogoj 5.80: (20.91 ≤ 309.63)

k = 0.300
 A_w = 57.600 cm²
 A_{fc} = 43.180 cm²

5.3 KLASIFIKACIJA PREČNIH PREREZOV

Razred prereza 1

5.4 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

5.4.5 Upogib y-y

Računski plastični moment

Računska nos. na lokalno izbočenje

Računski elastični moment

Računska nosilnost na upogib

Pogoj 5.17: Msd_y ≤ Mc_{Rd,y} (351.87 ≤ 416.05)

M_{pl,Rd} = 416.05 kNm
 M_{o,Rd} = 368.49 kNm
 M_{el,Rd} = 368.49 kNm
 M_{c,Rd} = 416.05 kNm

5.4.6 Strig

Računska plast. nos. na strig z-z

Pogoj 5.20: Vsd_z ≤ V_{pl,Rd,z} (1.33 ≤ 660.33)V_{pl,Rd} = 660.33 kN

5.4.7 Upogib in strig

Ni potrebno zmanjšanje upogibne nosilnosti

Pogoj: Vsd_z ≤ 50% V_{pl,Rd,z}

5.5 NOSILNOST ELEMENTOV

5.5.2 Bočne zvrnitve upogibnih nosilcev

Koeficient

Koeficient

Koeficient

Koef. ukl. dotičine za uklon

C1 = 1.132
 C2 = 0.459
 C3 = 0.525
 k = 1.000

KONTROLA STRIŽNE NOSILNOSTI

(obtežni primer 5, začetek palice)

Prečna sila v z smeri

Sistemska dolžina palice

Vsd_z = -97.183 kN
 L = 1450.0 cm

5.4 NOSILNOST PREČNIH PREREZOV

5.4.6 Strig

Računska plast. nos. na strig z-z

Pogoj 5.20: Vsd_z ≤ V_{pl,Rd,z} (97.18 ≤ 660.33)V_{pl,Rd} = 660.33 kN

5.6 LOKALNO IZBOČENJE ZARADI STRIGA

za strig v ravnini z-z

Višina stojine

Debelina stojine

Ni prečnih ojačitev v sredini

Koeficient izbočenja pri strigu

Ni potrebna kontrola izbočenja zaradi striga

Pogoj: d / tw ≤ 69 ε (41.83 ≤ 69.00)

d = 33.460 cm
 tw = 0.800 cm
 k_τ = 5.340

Statični preračun dokazuje, da je streha objekta z dodatno obtežbo 0,20 kN/m² varen in stabilen.

Na mestu strehe pokrite z opečno kritino gradbeni ni izveden.

Sestavil: Nikola Lešič, univ. dipl. inž. grad.

NIKOLA LEŠIČ
univ. dipl. inž. grad.

IZS G-1116

Maribor, 10.10.2015

PROBIT d.o.o.
Projektiranje gradbenih objektovPartizanska cesta 3/5
2000 Maribor☎ probit.si
✉ probit@probit.si