

Dokumentacija:

**ELABORAT:  
STATIČNA PRESOJA KONSTRUKCIJE  
OBSTOJEČE STAVBE OB POSTAVITVI  
SONČNE ELEKTRARNE NA STREHO  
OBJEKTA**

Naročnik:

**ELEKTRO POŽUN, d.o.o.  
Valvazorjev trg 25, 1270 Litija**

Objekt:

**OŠ JANKA MODRA, DOL PRI LJUBLJANI**

Izdelovalec:

**IBT SPI d.o.o. TRBOVLJE  
Trg revolucije 14  
1420 TRBOVLJE**

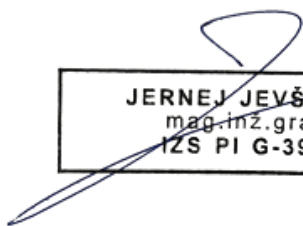
Direktor:

**Jernej JEVŠEVAR**

  
Svetovanje, projektiranje  
in inženiring d.o.o.  
**TRBOVLJE**

Izdelal:

**Jernej JEVŠEVAR, dig.; IZS G-3916**

  
**JERNEJ JEVŠEVAR**  
mag.inž.grad.  
IZS PI G-3916

Št. elaborata:

**8394/25/1**

Št. izvoda:

**1 2 A**

Datum izdelave elaborata:

**februar 2025**

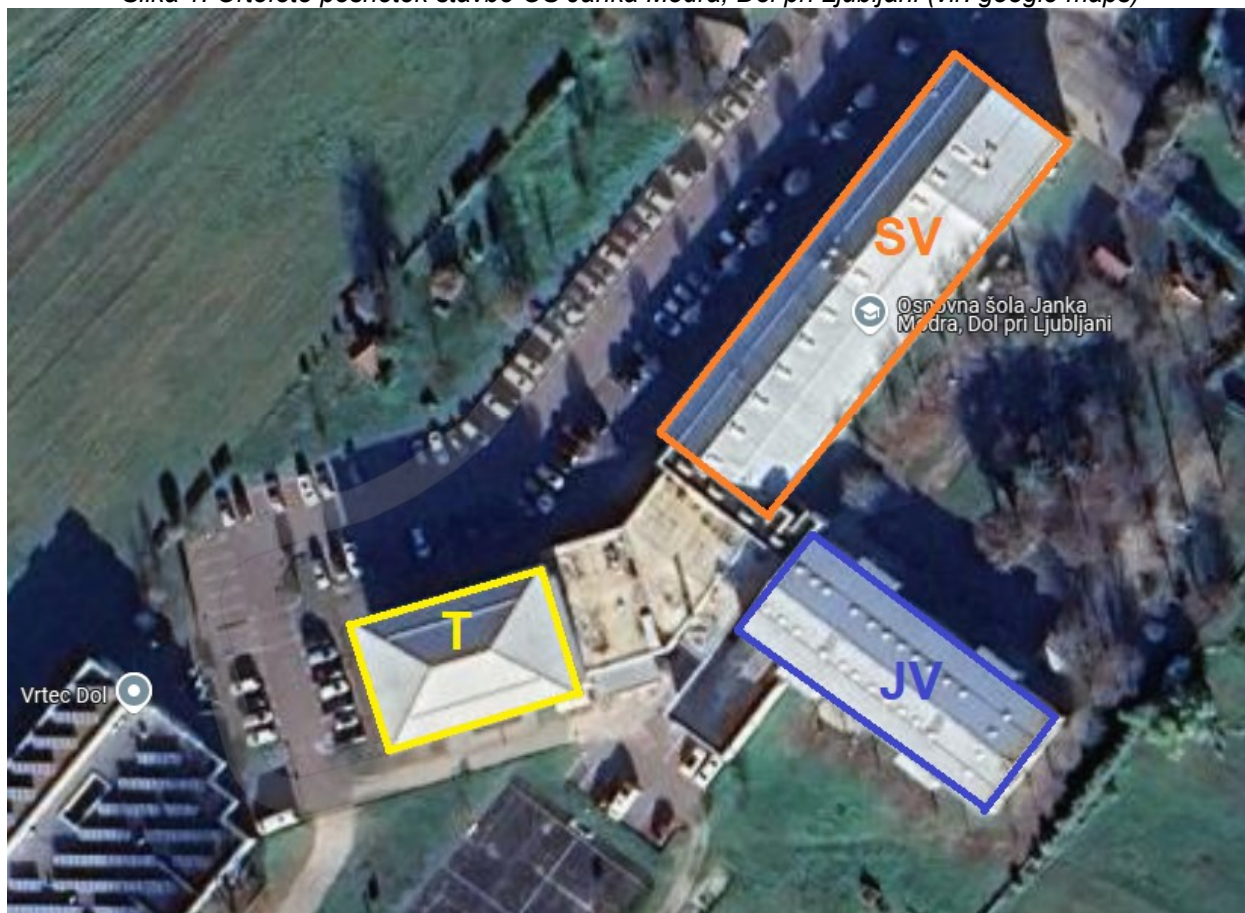
## KAZALO VSEBINE:

### 1.0 TEKSTUALNI DEL

## UVOD

Naročnik želi na streho OŠ Janka Modra, Dol pri Ljubljani postaviti fotonapetostno elektrarno, zato je naročil statično presojo predmetne strešne konstrukcije z upoštevanjem vpliva dodatne obtežbe FV panelov s pripadajočo podkonstrukcijo.

Slika 1: Ortofoto posnetek stavbe OŠ Janka Modra, Dol pri Ljubljani (vir: google maps)



**LEGENDA DELOV STAVBE, ki so predmet obravnave:**

T ... telovadnica

SV ... severovzhodni trakt

JV ... jugovzhodni trakt

Ker s posegom postavitve FV elektrarn na strehe objektov dodatno obremenimo strešne konstrukcije, je potrebno v sklopu presoj dokazati, da zaradi omenjene dodatne obremenitve ne bosta ogroženi mehanska odpornost in stabilnost objekta oziroma, da bo nivo zagotavljanja mehanske odpornosti in stabilnosti vsaj enak tistemu pred posegom.

V skladu s 4. odstavkom 25. člena gradbenega zakona (GZ-1) mora biti namreč vsak poseg izveden tako, da je mehanska odpornost in stabilnost objekta zagotovljena v skladu z aktualnimi predpisi, t. j. v skladu z določili danes veljavnih standardov Evrokod, pri čemer se preverjanje izpolnjevanja teh zahtev omeji na tiste bistvene in druge zahteve, ki so predmet spreminjanja objekta.

*Ta zahteva se ne uporablja, če je to tehnično neizvedljivo ali povezano z nesorazmernimi stroški, pri čemer pa se gradbenotehnične lastnosti objekta, med katere lahko štejemo tudi nivo zagotavljanja mehanske odpornosti in stabilnosti, ne smejo poslabšati.*

*Z vidika zagotovitve ustrezne mehanske odpornosti in stabilnosti so problematične predvsem stavbe, grajene v skladu s starejšimi predpisi, ki že pred postavitvijo elektrarne na strehi ne zadostijo danes veljavnim standardom Evrokod, s postavitvijo elektrarne pa se obtežba še nekoliko poveča, nivo zagotavljanja mehanske odpornosti in stabilnosti pa se posledično še zmanjša.*

*Strokovno pravilen pristop je, da se za take objekte pred postavitvijo sončne elektrarne predvidi ustrezne konstrukcijske ojačitve na način, da bo nivo zagotavljanja mehanske odpornosti in stabilnosti vsaj enak tistemu pred posegom, če to ni povezano z nesorazmernimi stroški pa je torej potrebno nivo zagotavljanja mehanske odpornosti in stabilnosti uskladiti tudi z danes veljavnimi standardi Evrokod.*

*Vprašanje, kdaj so stroški nesorazmerni, gradbena zakonodaja zelo slabo ureja, saj to ni nikjer ustrezno pojasnjeno.*

*Povsem druga zgodba je usklajevanje potresne odpornosti starejših objektov z današnjimi predpisi. Teoretično se sicer zaradi povečanja mase na strehi poveča tudi potresna obtežba, kar pomeni, da se nivo potresne odpornosti objekta zniža, a v praksi je tako znižanje potresne varnosti največkrat zanemarljivo, kar še posebej velja za zidane ali betonske stenaste objekte. (povzeto po IZS - MSG Okrožnica št. 4: Statična presoja konstrukcije obstoječe stavbe ob postavitvi sončne elektrarne na streho objekta).*

## **PREDMET ELABORATA**

### **OBSEG AKTIVNOSTI ZA IZDELAVO ELABORATA:**

- Pregled obstoječe projektne dokumentacije in objekta.
- Inženirska presoja vpliva dodatne obtežbe fotonapetostne elektrarne na obstoječo strešno konstrukcijo stavbe.

Predmet elaborata je inženirska presoja vpliva dodatne obtežbe fotonapetostne elektrarne na obstoječo strešno konstrukcijo obravnavane stavbe. FV elektrarna je predvidena na strešinah SV trakta in telovadnice. Elaborat obravnava izključno vidik zagotavljanja ustrezne mehanske odpornosti in stabilnosti objekta. Drugi vidiki (npr. požarna varnost, idr.) so zajeti v sklopu ločenih dokumentov.

V sklopu presoje vpliva dodatne obtežbe fotonapetostne elektrarne na streho objekta, ki je bil zgrajen, prizidan, rekonstruiran in nadzidan v različnih časovnih obdobjih po tedanjih predpisih, smo se omejili predvsem na cilj ohranitve nivoja zagotavljanja mehanske odpornosti in stabilnosti objekta, ki bo (kljub predvidenemu posegu) enakovreden tistemu pred posegom, saj je pri predmetni stavbi kakršen koli konstrukcijski poseg z namenom doseganja zahtev danes veljavnih standardov Evrokod zelo zahteven, tako iz vidika izvedbe, kot tudi z vidika stroškov. Kakršnakoli utrditev objekta bi bila, samo zaradi inštalacije razmeroma lahkih FV panelov, v našem primeru pretirana.

Izhajamo torej iz načela, da s predvidenim posegom ne poslabšamo stanja obstoječih konstrukcij stavbe. Pri pregledu dejanskega stanja objekta ugotavljamo, da je-le ta v dobrem stanju in na objektu ni vidnih poškodb.

## DOKUMENTACIJA PREJETA S STRANI NAROČNIKA

### PODATKI O FV SISTEMU

- [1] DESIGNER REPORT; FE JANKA MODRA - DOL PRI LJ
- Modul: Trina Solar Energy, TSM-450NEG9R.28
  - Modul dim. 1,762m x 1,134m (A=2 m<sup>2</sup>; M=21 kg) ... g(fv) = 0,11 kN/m<sup>2</sup>

### RAZPOLOŽLJIVA PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA in VIRI

- [2] TELOVADNICA V DOLU PRI LJUBLJANI GLAVNI PROJEKT ARHITEKTONSKI ELABORAT; Projektivni biro Zavoda ing. Stanka Bloudka, Ljubljana; št. proj. 137, maj 1967
- [3] 1 NAČRT ARHITEKTURE energetska sanacija osnovne šole; MISEL d.o.o., Postojna; št. načrta. A-036/13, februar 2014
- [4] PRIZIDEK+ADAPTACIJA (PGD + PZI) statični račun + pozicijski načrti; PROJEKTIVNI BIRO ŠKOFJA LOKA; št. proj. 2754/88-2092, maj 1988
- [5] IZGRADNJA PRIZIDKA ZA UČILNICE, PRIZIDAVA GARAŽE ZA ŠOLSKI AVTOBUS,... (PGD) statični račun + opazni načrti; PROJEKTIVNI BIRO ŠKOFJA LOKA; št. proj. 2754/88-2495/91, februar 1991

## LOKACIJA OBJEKTA

Objekt se nahaja na parcelah 643/1, 643/2, 643/6, 643/9, 643/12 in 643/13 vse k.o. 1761 – DOL PRI LJUBLJANI.

## OBSTOJEČE STANJE (povzeto po [2] - [5])

Obstoječa projektna dokumentacija, katero smo imeli na razpolago je izjemno pomanjkljiva, zato smo na podlagi razpoložljivih spletnih in drugih ustnih virov ter fotografij izdelali približni zgodovinski prikaz gradbenih posegov na objektu.

Prvotni objekt predmetne osnovne šole je bil del SV trakta, ki je bil zgrajen pred letom 1967. Ta objekt je bil etažnosti P+M.

V letu 1969 je bila zgrajena telovadnica (glej sliko 2). V ozadju na levi strani fotografije je takratni SV trakt.

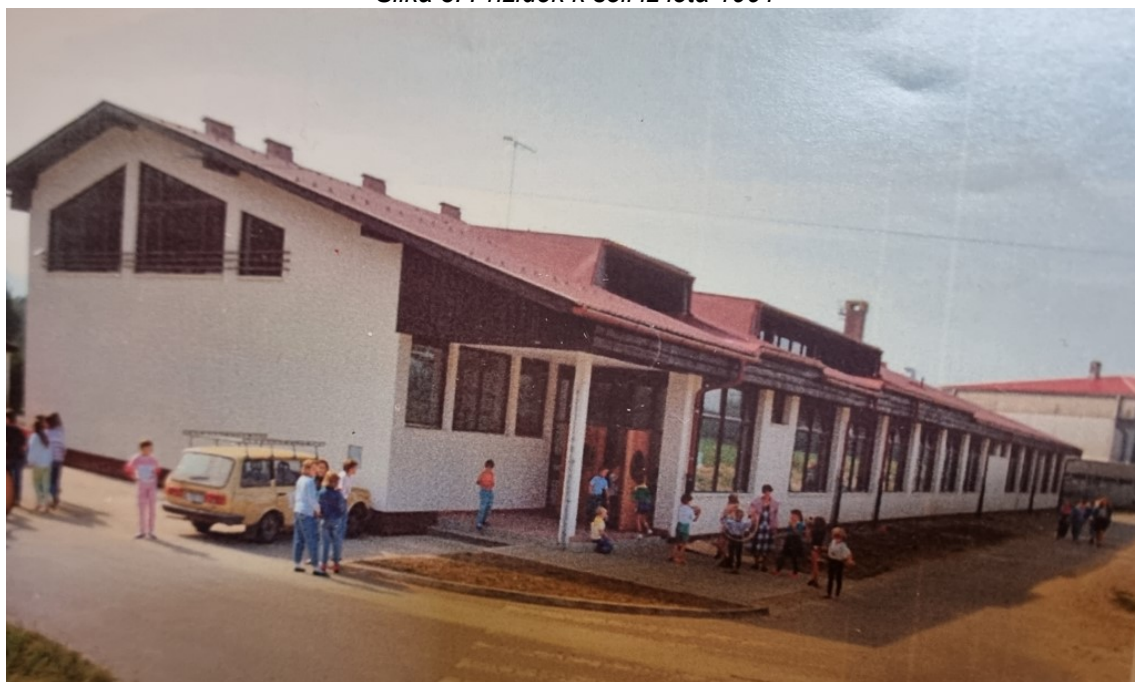


*Slika 2: Gradnja telovadnice 1968-1969*



V letu 1991 je bil izveden prizidek k SV traktu v enakem višinskem gabaritu (glej sliko 3).

*Slika 3: Prizidek k šoli iz leta 1991*



V letu 2007 je bila izvedena nadzidava prvotnega dela SV trakta (glej sliko 4).

*Slika 4: Nadzidava prvotnega dela SV trakta (gradnja 2007)*



*Slika 5: Stanje z nadzidanim delom SV trakta (med letom 2007 in 2014)*



Nato je bila izvedena še nadzidava prizidka SV trakta (po letu 2014) in izvedena energetska sanacija stavbe (glej sliko 6).



*Slika 6: Stanje v letu 2022 (trenutno stanje)*



## INŽENIRSKA PRESOJA

### SV TRAKT:

Ker je bil celotni SV trakt rekonstruiran in nadzidan v dveh fazah od leta 2007 in kasneje, to je v obdobju veljave prvotnega Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05) in posledično obveznosti upoštevanja današnjih standardov Evrokod smatramo, da je nosilna konstrukcija objekta sposobna prenesti dodatno obtežbo FV panelov s podkonstrukcijo z lastno težo 0,11 kN/m<sup>2</sup>.

### JV TRAKT:

O JV traktu nismo prejeli nobenih podatkov niti nismo razpolagali s projektno dokumentacijo obstoječega stanja, zato se postavitve FV elektrarne na tem območju odsvetuje.

### TELOVADNICA:

Glede na razpoložljive podatke smo analizirali stalne obtežbe na streho telovadnice, ki je predmet posega postavitve FV elektrarne. Analiza stalne obtežbe je izdelana za vsak primer posebej, glede na kronologijo posegov sprememb konstrukcijskih sestavov, in sicer:

0./ SESTAV STREHE PO ORIGINALNIH NAČRTIH IZ LETA 1967 [2] – prvotno stanje

1./ TRENUTNI SESTAV STREHE (po projektu energetske sanacije [3]) - trenutno stanje

2./ POSTAVITEV FV ELEKTRARNE NA TRENUTNI SESTAV (1./ ) - predvideno stanje

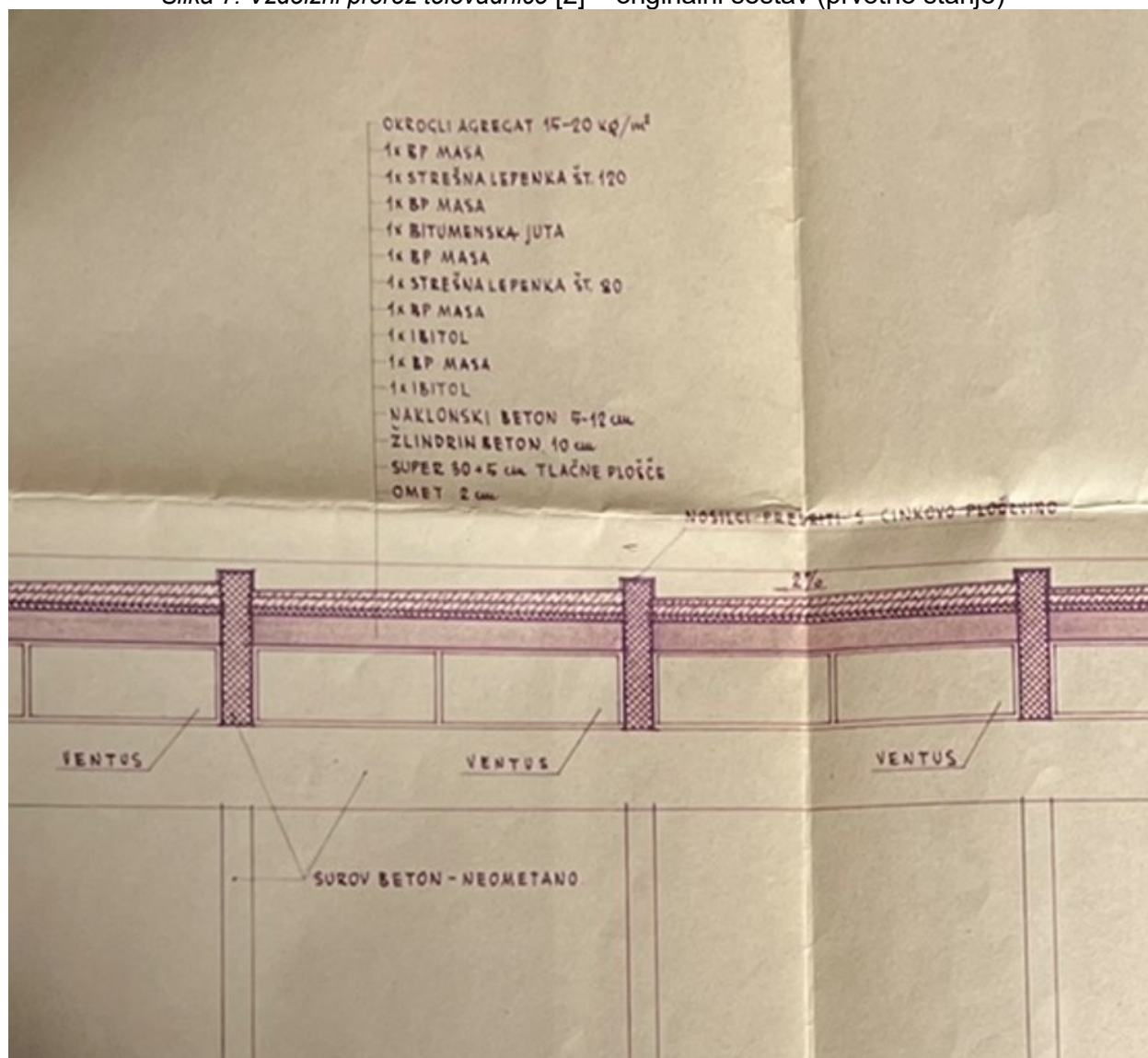


0./ SESTAV STREHE PO ORIGINALNIH NAČRTIH IZ LETA 1967 [2] – prvotno stanje

**0. SESTAV STREHE PO NAČRTIH IZ LETA 1967 [2] - obtežba - prvotno stanje**

	Opis	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	debelina [m]	$g_i$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Okrogli agregat 15-20 kg/m <sup>2</sup>			0,15
2	Bitumenska hidroizolacija			0,10
3	Naklonski beton 5-12 cm			2,04
4	Žlindrin beton 10 cm			2,40
5	Super 30 + 5			3,45
6	Omet 2 cm			0,36
<b>Σ</b>	<b>STALNA OBTEŽBA NA m<sup>2</sup> HORIZONTALNE OSNOVE</b>			<b>8,50</b>
	<b>SKUPAJ:</b>			

Slika 7: Vzdolžni prerez telovadnice [2] – originalni sestav (prvotno stanje)

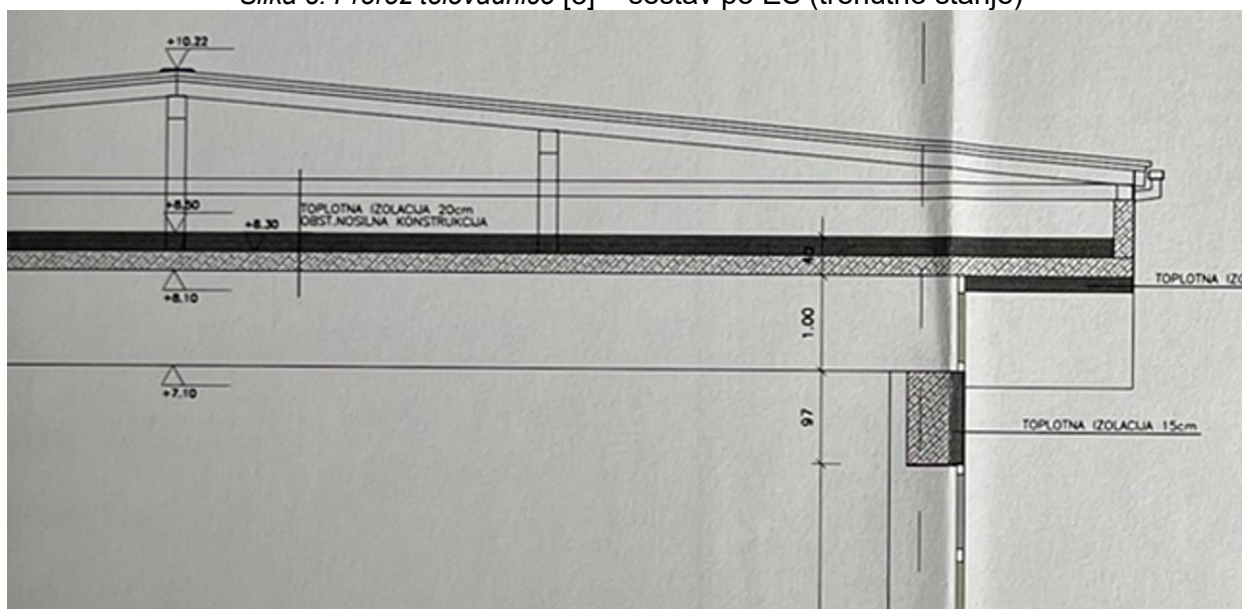


## 1./ TRENUTNI SESTAV STREHE - trenutno stanje

### 1. TRENUTNI SESTAV STREHE - obtežba - trenutno stanje

	Opis	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	debelina [m]	gi [kN/m <sup>2</sup> ]
1	trapezna pločevinasta kritina			0,10
2	Letve 5/8 cm; e=1,0 m			0,02
3	Lesena konstrukcija ostrešja			0,40
4	Toplotna izolacija 20 cm			0,10
5	Super 30 + 5			3,45
6	Omet 2 cm			0,36
<b>Σ</b>	<b>STALNA OBTEŽBA NA m<sup>2</sup> HORIZONTALNE OSNOVE</b> <b>SKUPAJ:</b>			<b>4,43</b>

Slika 8: Prerez telovadnice [3] – sestav po ES (trenutno stanje)



Komentar: Prvotni sestav strehe po originalnih načrtih je bil izveden po sistemu ravne strehe. Po podatkih načrta energetske sanacije so bili v preteklosti sloji nad nosilno konstrukcijo ravne strehe (krovno ploščo) odstranjeni, nato pa se je izvedlo leseno ostrešje – streha v obliki štiri kapnice. Vmesni podstrešni prostor predstavlja hladno podstrešje, zato je v sklopu ES izveden sloj toplotne izolacije v debelini 20 cm na obstoječi plošči.

Z omenjenim posegom se je precej zmanjšala obtežba na stropno konstrukcijo telovadnice.

## 2./ POSTAVITEV FV ELEKTRARNE NA TRENUTNI SESTAV (1./) - predvideno stanje

### 2. POSTAVITEV FV EL. NA TRENUTNI SESTAV - obtežba - predvideno stanje

	Opis	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	debelina [m]	$g_i$ [kN/m <sup>2</sup> ]
*	FV paneli s podkonstrukcijo			0,11
1	trapezna pločevinasta kritina			0,10
2	Letve 5/8 cm; e=1,0 m			0,02
3	Lesena konstrukcija ostrešja			0,40
4	Toplotna izolacija 20 cm			0,10
5	Super 30 + 5			3,45
6	Omet 2 cm			0,36
<b>Σ</b>	<b>STALNA OBTEŽBA NA m<sup>2</sup> HORIZONTALNE OSNOVE</b> <b>SKUPAJ:</b>			<b>4,54</b>

Komentar: Po zamenjavi strešne kritine se je stalna obtežba (kritina + leseno ostrešje) na konstrukcijo precej zmanjšala glede na prvotno originalno stanje.

S postavitvijo FV elektrarne (0,11 kN/m<sup>2</sup>) na trenutno stanje (1) pa se stalna obtežba na nosilno konstrukcijo malenkost poveča, vendar je še vedno manjša od prvotnega stanja (0)

$$g_2 = 4,54 \text{ kN/m}^2 < g_0 = 8,50 \text{ kN/m}^2$$

## **ZAKLJUČEK:**

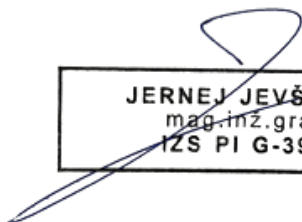
**SV trakt:** Ker je bil celotni SV trakt rekonstruiran in nadzidan v dveh fazah od leta 2007 in kasneje, to je v obdobju veljave prvotnega Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05) in posledično obveznosti upoštevanja današnjih standardov Evrokod smatramo, da je nosilna konstrukcija objekta sposobna prenesti dodatno obtežbo FV panelov s podkonstrukcijo z lastno težo 0,11 kN/m<sup>2</sup>.

**Telovadnica:** Pri predvideni varianti postavitve FV elektrarne na streho objekta telovadnice je razvidno, da je stalna obtežba manjša od prvotne (originalni sestav iz sedemdesetih let). S postavitvijo predvidene FV elektrarne na streho objekta bo nivo zagotavljanja mehanske odpornosti in stabilnosti objekta ohranjen oziroma bo enakovreden tistemu pred posegom.

Trbovlje, februar 2025

Sestavil:

Jernej JEVŠEVAR, mag. inž. grad.

  
**JERNEJ JEVŠEVAR**  
mag. inž. grad.  
IZS PI G-3916