Občina Trbovlje

Dokumentacija: **ELABORAT:**

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

Naročnik: **OBČINA TRBOVLJE**
Mestni trg 4, 1420 Trbovlje

Objekt: **OŠ TONČKE ČEČ - TELOVADNICA**

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

Direktor: **Jernej JEVŠEVAR**

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

Izdelal: **Jernej JEVŠEVAR, dig.; IZS G-3916**

JERNEJ JEVŠEVAR
dipl.inž.grad.
IZS G-3916

Št. elaborata: **8361/24/1**

Št. izvoda: **1 2 A**

Datum izdelave elaborata: **marec 2024**

KAZALO VSEBINE:

1.0 TEKSTUALNI DEL

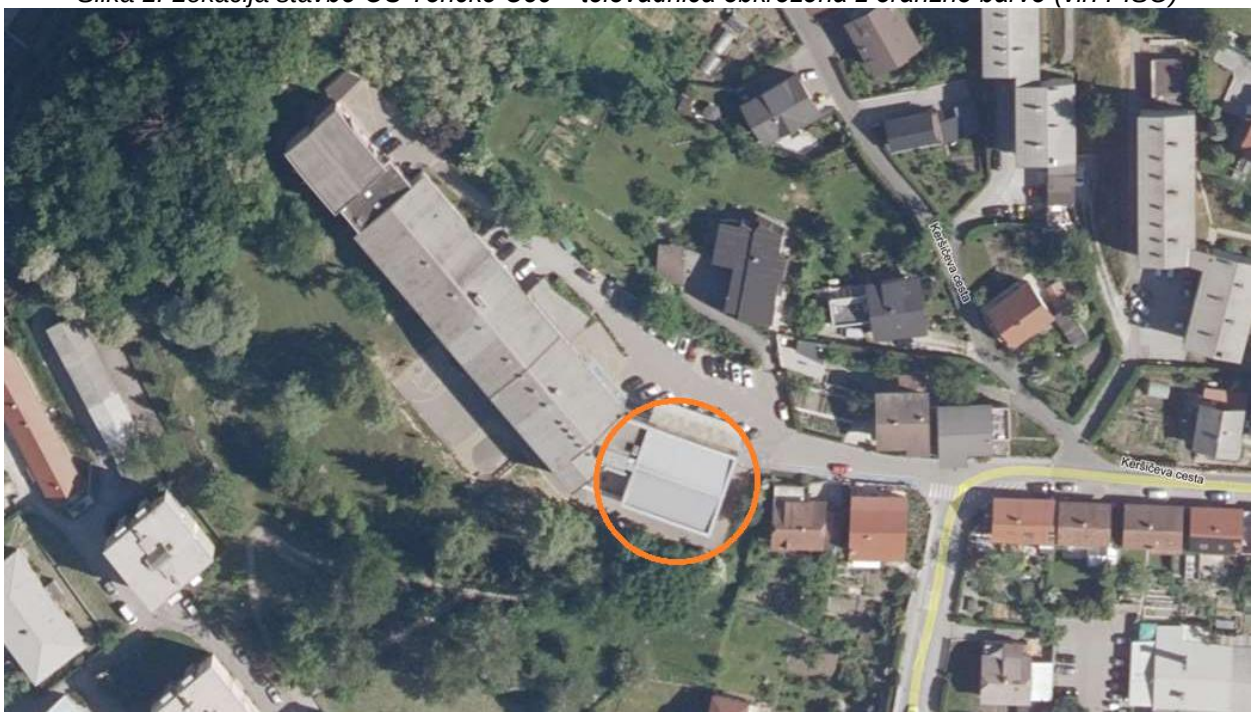
2.0 RAČUN KONSTRUKCIJE

2.1 LINIJSKI RAČUNSKI MODEL – jeklene strešne legice; z upoštevanjem dodatne obtežbe FV
2.2 LINIJSKI RAČUNSKI MODEL – jekleni palični nosilec; z upoštevanjem dodatne obtežbe FV

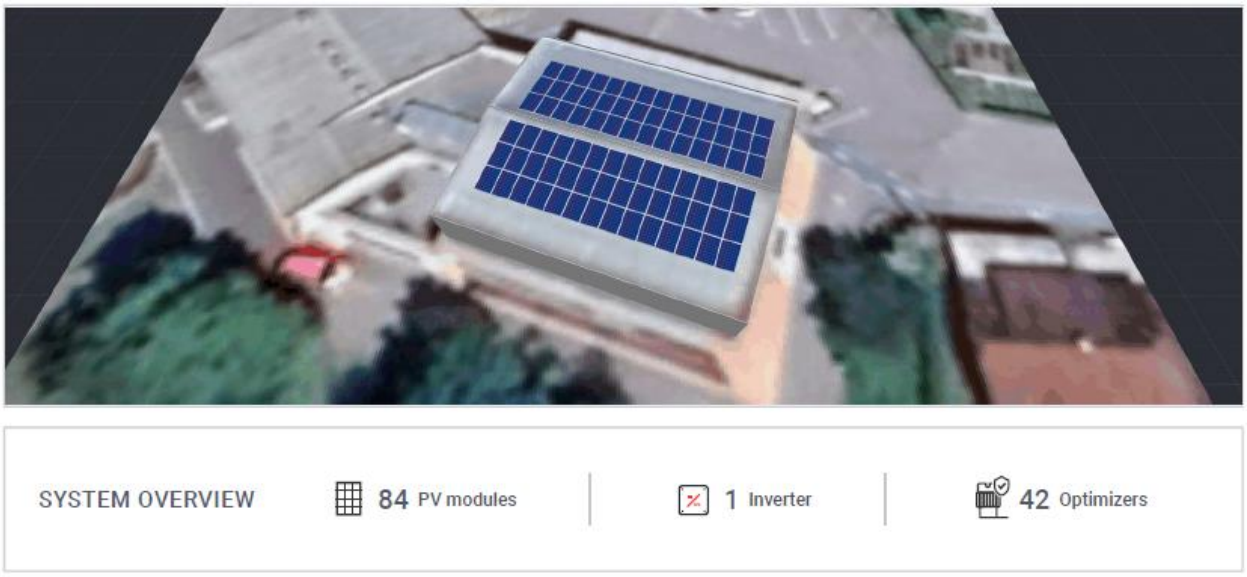
UVOD

Naročnik Občina Trbovlje želi na streho telovadnice (južna strešina) OŠ Tončke Čeč postaviti fotonapetostno elektrarno, zato je naročil statično presojo predmetne strešne konstrukcije z upoštevanjem vpliva dodatne obtežbe FV panelov s pripadajočo podkonstrukcijo.

Slika 1: Lokacija stavbe OŠ Tončke Čeč – telovadnica obkrožena z oranžno barvo (vir: PISO)



Slika 2: Območje FV panelov (vir: DESIGNER REPORT)



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 pregled nosilne konstrukcije v dejanskem stanju

- Izdelava statične presoje konstrukcij z upoštevanjem dodatne obtežbe fotonapetostne elektrarne (skladno aktualnimi predpisi, t.j. s standardi Evrokod).

Predmet elaborata je statična presoja strešne konstrukcije objekta telovadnica OŠ Tončke Čeč z upoštevanjem dodatne obtežbe FV elektrarne. Statični račun je izdelan na podlagi veljavnih standardov EVROKOD (v nadaljevanju EC). 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 je izdelan kontrolni račun po EC na podlagi naslednjih računskih modelov:

JEKLENA STREHA NAD TELOVADICO:

1. LINIJSKI RAČUNSKI MODEL – jeklene strešne legice; z upoštevanjem dodatne obtežbe FV
2. LINIJSKI RAČUNSKI MODEL – jekleni palični nosilec; z upoštevanjem dodatne obtežbe FV

DOKUMENTACIJA PREJETA S STRANI NAROČNIKA

PODATKI O FV SISTEMU

- [1] DESIGNER REPORT; EVJ Energetika d.o.o. Loke pri Zagorju 22, 1412 Kisovec, marec 2024

OBSTOJEČA PROJEKTNA DOKUMENTACIJA

- [2] 1 ARHITEKTURA; Novogradnja telovadnice in vzgojno- izobraževalnega dela pri Osnovni šoli Tončke Čeč v Trbovljah, PGD; št. proj. 26/2007, FIN ARS d.o.o., januar 2008
- [3] 3.0 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ; Novogradnja telovadnice in vzgojno-izobraževalnega dela pri Osnovni šoli Tončke Čeč v Trbovljah, PID; št. proj. 18/2009, GRADBENI BIRO REPOVŽ JURIJ s.p., maj 2009

LOKACIJA OBJEKTA

Objekt se nahaja na parceli 752/5 in 776/16 k.o. 1871 – TRBOVLJE in predstavlja prizidek k glavnem objektu osnovne šole.

OBSTOJEČA KONSTRUKCIJA (povzeto po [3])

PRIZIDEK VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNEGA DELA IN TELOVADNICE

Prizidek je sestavljen iz veznega dela in telovadnice. Vezni del sestoji iz AB sten in AB plošč ter ima ravno streho. Nosilno konstrukcijo telovadnice predstavljajo AB stene, sovprežna medetažna plošča (jeklo – beton) in jeklena streha iz glavnih paličnih nosilcev.

Temeljenje objekta je plitvo, na AB pasovnih temeljih. Objekt je na zadnji severni strani deloma zasut.
Vse stene so AB, kvaliteta betona C25/30, armatura S-500.

Streha nad vmesnim (veznim) delom je ravna. Streha nad telovadnico je sestavljena iz jeklenih paličnih nosilcev in jeklenih legic. Zavetrovanje je v prvem in zadnjem polju. Kvaliteta jekla je S235. Kritina je trapezna pločevina.

Podatki o obtežbah in statični račun konstrukcij je vsebovan v sklopu osnovnega načrta, tako da smo pri kontrolnih računih podatke o obstoječem stanju privzeli iz osnovnega načrta [3]. Nosilna konstrukcija osnovnega objekta je grajena skladno s standardi Evrokod.

STATIČNI MODEL IN OBTEŽBE TER POVZETEK REZULTATOV

Statična analiza je izdelana s programom Tower in z upoštevanjem Evrokod predpisov.

Računski modeli so enakovredni modelom iz osnovnega načrta [3]:

JEKLENA STREHA NAD TELOVADICO:

1. LINIJSKI RAČUNSKI MODEL – jeklene strešne legice; z upoštevanjem dodatne obtežbe FV
2. LINIJSKI RAČUNSKI MODEL – jekleni palični nosilec; z upoštevanjem dodatne obtežbe FV

Upoštevane so vrednosti za mejno stanje nosilnosti (MSN – ULS) in mejno stanje uporabnosti (MSU – SLS).
g … lastna in stalna obtežba
p … obtežba FV panelov s podkonstrukcijo
s … obtežba snega

1. LINIJSKI RAČUNSKI MODEL – Jeklene strešne legice (e = 2,0 m; Lr = 3,75 m)

1	**STREŠNE LEGE – obtežba**				
	Opis	**Vrsta obt.**	**γ**	**gi [kN/m2]**	**gi [kN/m1] na element**
g	Strešna kritina *	stalna	1,35	0,20	**0,40**
p	*FV paneli s podkonstrukcijo*	*stalna*	*1,35*	*0,20*	***0,40***
s	Sneg *	koristna	1,5	1,23	**2,46**
	* privzeto iz [3]				

LASTNO TEŽO KONSTRUKCIJE UPOŠTEVA PROGRAM TOWER!

MSN: merodajna kombinacija: 1,35 (g + p) + 1,5 s (karakteristični vpliv)

MSU: merodajna kombinacija: 1,0 (g + p) + 1,0 s (karakteristični vpliv)

Parameter:	**PRIMERJAVA REZULTATOV**	
	OBTEŽBA PO OSNOVNEM PROJEKTU [3]:	OBTEŽBA PO OSNOVNEM PROJEKTU [3] + DODATNA OBTEŽBA FV PANELOV:
Vsd (kN)	8,43	9,45
Msd (kNm)	7,75	8,68
Kontrola napetosti – faktor izkoriščenosti:	0,32	0,38
Kontrola stabilnosti – faktor izkoriščenosti:	0,39	0,43
Maksimalni poves (MSU) Zp (mm)	4,87 < 12,50 = L/300	6,81 < 12,50 = L/300

Obstoječa jeklena strešna lega je sposobna prevzeti vpliv dodatne obtežbe FV panelov s podkonstrukcijo.

2. *LINIJSKI RAČUNSKI MODEL – Jekleni palični nosilec*

2	**JEKLENI PALIČNI NOSILEC – vplivi od legic**				
	Opis	**Vrsta obt.**	**γ**		**Fi [kN]**
G1	Stalna od legic *	stalna	1,35		**2,24**
G2	Stalna od stropne konstrukcije *	stalna	1,35		**2,28**
P	*FV paneli od legic*	*stalna*	*1,35*		***1,50***
S	Sneg *	koristna	1,5		**9,22**
	* privzeto iz [3]				

LASTNO TEŽO KONSTRUKCIJE UPOŠTEVA PROGRAM TOWER!

MSN: merodajna kombinacija: 1,35 (g + p) + 1,5 s (karakteristični vpliv)

MSU: merodajna kombinacija: 1,0 (g + p) + 1,0 s (karakteristični vpliv)

Parameter:	**PRIMERJAVA REZULTATOV**	
	OBTEŽBA PO OSNOVNEM PROJEKTU [3]:	OBTEŽBA PO OSNOVNEM PROJEKTU [3] + DODATNA OBTEŽBA FV PANELOV:
PALICA 1 (120/120/5) Kontrola napetosti – faktor izkoriščenosti:	0,55	0,60
PALICA 1 (120/120/5) Kontrola stabilnosti – faktor izkoriščenosti:	0,90	0,95
PALICA 2 (HOP 80/80/4) Kontrola napetosti – faktor izkoriščenosti:	0,70	0,76
PALICA 2 (HOP 80/80/4) Kontrola stabilnosti – faktor izkoriščenosti:	0,68	0,66
Vertikalni reakciji v podporah (MSN) (kN):	84	92,1
Maksimalni poves (MSU) Zp (mm)	14,54 < 54,00 = L/300	21,37 < 54,00 = L/300

Obstoječi jekleni palični nosilec je sposoben prevzeti vpliv dodatne obtežbe FV panelov s podkonstrukcijo.

ZAKLJUČEK:

Obstoječa jeklena konstrukcija je sposobna prevzeti vpliv dodatne obtežbe FV panelov s podkonstrukcijo. Predviden poseg postavitve FV panelov na streho telovadnice ne predstavlja bistvenega vpliva na zagotavljanje mehanske odpornosti in stabilnosti celotnega objekta.

Trbovlje, MAREC 2024

Sestavil:

Jernej JEVŠEVAR, dig.

