



PRILOGA 1C

2.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA – 2 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

investitor	Občina Ilirska Bistrica Bazoviška c. 14, 6250 Ilirska Bistrica
naziv gradnje	SE OŠ Podgrad
kratak opis gradnje	Predmet gradnje je postavitve sončne fotovoltaične elektrarne moči 40kW na objekt OŠ Podgrad, po shemi PS3A
VRSTE GRADNJE	<input checked="" type="checkbox"/> NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT
označiti vse ustrezne vrste gradnje	<input type="checkbox"/> NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA
	<input type="checkbox"/> REKONSTRUKCIJA
	<input type="checkbox"/> SPREMEMBA NAMEMBNOSTI
	<input type="checkbox"/> ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA
	<input type="checkbox"/> LEGALIZACIJA
	<input checked="" type="checkbox"/> MANJŠA REKONSTRUKCIJA

PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI

vrste dokumentacije	PZI (projekt za izvedbo)
številka projekta	24-039

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	2 Načrti s področja gradbeništva
naziv načrta	2 Gradbene konstrukcije
številka načrta	24-039/GK
datum izdelave	avgust 2024

PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA

projektant načrta (naziv družbe)	Novera projekt doo
naslov	Letališka c. 27, 1000 Ljubljana
odgovorna oseba projektanta načrta	Robert Španja, inž. grad.

podpis odgovorne osebe projektanta
načrta

NOVERA
PROJEKT d.o.o.
Letališka cesta 27, 1000 Ljubljana

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Erik Raspet, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	IZS G-4770
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	

PRILOGA 2C**IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA IN POOBLAŠČENEGA STROKOVNJAKA, KI JE IZDELAL IZVEDBENI NAČRT****PROJEKTANT NAČRTA**

projektant (naziv družbe)	<i>Novera projekt doo</i>
naslov	<i>Letališka c. 27, 1000 Ljubljana</i>
odgovorna oseba projektanta načrta	<i>Robert Španja, inž. grad.</i>

IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT

pooblaščen strokovnjak	<i>Erik Raspet, univ.dipl.inž.grad.</i>
------------------------	---

IZJAVLJAVA:**da načrt:**

vrsta dokumentacije	<i>PZI (projekt za izvedbo)</i>
strokovno področje načrta	<i>2 Načrti s področja gradbeništva</i>
naziv načrta	<i>2 Gradbene konstrukcije</i>
številka načrta	<i>24-039/GK</i>
datum izdelave	<i>avgust 2024</i>

upošteva relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upoštevane ustrezne bistvene in druge zahteve.

pooblaščen strokovnjak	<i>Erik Raspet, univ.dipl.inž.grad.</i>
identifikacijska številka	<i>IZS G-4770</i>
podpis pooblaščenega strokovnjaka	

odgovorna oseba projektanta načrta	<i>Robert Španja, inž. grad.</i>
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	



2.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA

2	NAČRT S PODROČJA GRADBENIŠTVA NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ št. 24-039/GK
2.1	Naslovna stran načrta
2.2	Kazalo vsebine načrta
2.3	Tehnično poročilo
2.4	Risbe

2.3 TEHNIČNO POROČILO

UVOD

Investitor, Občina Ilirska Bistrica, namerava na strehi objekta OŠ Rudolf Ukovič v Podgradu (v nadaljevanju OŠ Podgrad), s parc. št. 1156/2, 1156/14, 1156/18, 1953/4, k.o. Podgrad (2579), na naslovu Podgrad 99, Podgrad, postaviti sončno fotovoltaično elektrarno SE OŠ Podgrad, nazivne moči 40,0 kW in vključiti po shemi PS3A na notranjo inštalacijo objekta.

Osnovne karakteristike proizvodne naprave SE OŠ Podgrad;

- naziv proizvodne naprave: SE OŠ Podgrad
- št. PV modulov: 99
- nazivna moč modula: 450 Wp
- št. optimizatorjev moči: 99
- nazivna moč optimizatorja: 700 W
- št. razsmernikov: 1
- nazivna moč razsmernika: 40,0 kW
- nazivna moč elektrarne: $1 \times 40,0 \text{ kW} = 40,0 \text{ kW}$

Proizvodna naprava bo sestavljena iz generatorja (PV moduli z optimizatorji) na strehi objektov in ustreznih razsmernikov (inverterjev), t.j. naprav za pretvarjanje enosmernega električnega toka v izmeničnega ter pripadajočih kabelskih povezav.

V predmetnem načrtu je podana tehnična rešitev za lokacijo OŠ Rudolf Ukovič v Podgradu v smislu **preverbe obstoječih gradbenih konstrukcij**, ter morebiten predlog sanacije obstoječe strešne konstrukcije v primeru neustreznosti za izvedbo celovitega sistema posamezne SFE.

SFE PODGRAD - Tehnično poročilo

Opis

Investitor predvideva postavitev sončne elektrarne na streho objekta.

Opis obstoječega objekta

Streha je v osnovi dvokapnica. Paneli sončne elektrarne se postavijo samo na eno strešino. Streho predstavljajo Kingspan KS1000 RW paneli, ki samostojno prenašajo obtežbo na kapne, vmesne in slemenske lege. Panel poteka preko štirih polj, katerih razpon meri cca. 225 cm. Podkonstrukcija strehe (lege, sohe in ročice) so lesene, relativno velikih dimenzij in relativno majhnih razponov, tako da z gotovostjo trdimo, da manjše prirastke obtežbe brez težav prevzamejo.

Opis morebitnih dodatnih ukrepov

Po preverbi statike panelov zaključimo, da dodatni ukrepi niso potrebni.

Geometrija in obtežbe

Geometrija in obtežbe so razvidne iz statičnega izračuna ter armaturnih načrtov, ki sledijo v nadaljevanju.

Pritrjevanje in postavitev SFE panelov

Panele se postavi in pritruje skladno s statičnem izračunu, ki je podan v nadaljevanju.

SFE - OŠ Podgrad

Obtežba snega in vetra

SNEG

[SIST EN 1991-1-3, SIST EN 1991-1-3/A101]

Alpska regija I

Nadmorska višina A

$$A := 550 \text{ m}$$

Karakteristična obtežba snega

$$s_k := 0,651 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \left(1 + \left(\frac{A}{728 \text{ m}} \right)^2 \right) = 1,02 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Oblikovni koeficient strehe

$$\mu_1 := 0,8$$

Povečanje obtežbe na ravni strehi zaradi oteženega odtoka vode (nacionalni dodatek)

$$f_{ravna} := 1,0$$

Koeficient izpostavljenosti

$$C_e := 1,0$$

Toplotni koeficient

$$C_t := 1,0$$

Obtežba snega

$$s_d := f_{ravna} \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,82 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

VETER

[SIST EN 1991-1-4, SIST EN 1991-1-4/A101]

Vetrna cona 1

Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra

$$v_{b0} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Smerni koeficient

$$C_{dir} := 1,0$$

Koeficient letnih časov

$$C_{season} := 1,0$$

Osnovna hitrost vetra

$$v_b := C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b0} = 25,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Kategorija terena II

Hrapavostna dolžina

$$z_0 := 0,05 \text{ m}$$

Minimalna in maksimalna višina

$$z_{min} := 2 \text{ m}$$

$$z_{max} := 200 \text{ m}$$

$$z_{0,II} := 0,05 \text{ m}$$

Faktor terena

$$k_r := 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19$$

Referenčna višina

$$z_e := 10 \text{ m}$$

Faktor hrapavosti terena

$$c_r := k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 1,01$$

Faktor hribovitosti

$$c_0 := 1,0$$

Srednja hitrost vetra

$$v_m := c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 25,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Turbulenčni faktor

$$k_l := 1,0$$

Standardna deviacija turbulence

$$\sigma_v := k_r \cdot v_b \cdot k_l = 4,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vetrna turbulenca

$$I_v := \text{if } z_e > z_{min}$$

$$\frac{\sigma_v}{v_m}$$

else

$$\frac{k_l}{c_0 \cdot \ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right)}$$

$$I_v = 0,19$$

Gostota zraka

$$\rho := 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Osnovni tlak vetra

$$q_b := 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,39 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Faktor izpostavljenosti

$$c_e := \frac{(1 + 7 \cdot I_v) \cdot v_m^2}{v_b^2} = 2,35$$

Tlak pri največji hitrosti ob sunkih vetra

$$q_p := (1 + 7 \cdot I_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vplivi vetra na konstrukcijo

Obtežba vetra na streho
(naklon strehe = 18°)

Obtežba vetra srk

$$c_{pe,10} := 0,90$$

$$w_{G,s} := q_p \cdot c_{pe,10} = 0,83 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obtežba vetra pritisk

$$c_{pe,10} := 0,20$$

$$w_{G,p} := q_p \cdot c_{pe,10} = 0,18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

NOSILNOST STREŠNIH PANELOV

IZRAČUN NAJVEČJE OBSTOJEČE OBTEŽBE NA STREŠNI PANEL

[SIST EN 1990 in SIST EN 1991-1-1]

Faktorirana obstoječa obtežba - tlak

Upoštevamo pritisk vetra in sneg, pri čemer prevladuje vpliv snega.

$$q_{Ed,s_w} := s_d \cdot 1,5 + w_{G,p} \cdot 1,5 \cdot 0,6 = 1,39 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Faktorirana obstoječa obtežba - srk

Upoštevamo srk vetra brez snega.

$$q_{Ed,s_w} := w_{G,s} \cdot 1,5 = 1,24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

LASTNOSTI STREŠNEGA PANELOV

Tip panela

Kingspan KS1000 RW

Razmik podpor:

$$e_p := 2,25 \text{ m}$$

Število podpor enega panela

$$n_p := 5$$

Obravnavamo panel, ki neprekinjeno poteka preko štirih polj (multispan).

Tabela maksimalnih obremenitev - tlak:

Load span tables for panels **KS1000 RW**

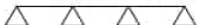
Maximum load for roof panels Kingspan KS1000 RW; snow pressure; thickness of steel facings ext. 0,5 mm/int. 0,4 mm, IPN core

installed as MULTISPAN    

Panel thickness [mm]	Limit State	Maximum load, kN/m ² for spans - snow PRESSURE																
		1,00 m	1,25 m	1,50 m	1,75 m	2,0 m	2,25 m	2,50 m	2,75 m	3,00 m	3,25 m	3,50 m	3,75 m	4,00 m	4,25 m	4,50 m	4,75 m	5,00 m
40	ULS	4,44	3,15	2,41	1,93	1,59	1,34	1,14	0,98	0,85	0,75	0,66	0,58	0,51	0,46	0,41	0,37	0,33
	SLS L/200	4,44	3,15	2,41	1,93	1,59	1,34	1,14	0,98	0,85	0,75	0,66	0,58	0,51	0,46	0,41	0,37	0,33
60	ULS	4,19	3,04	2,38	1,96	1,66	1,43	1,25	1,06	0,91	0,79	0,70	0,62	0,55	0,49	0,44	0,40	0,36
	SLS L/200	4,19	3,04	2,38	1,96	1,66	1,43	1,25	1,06	0,91	0,79	0,70	0,62	0,55	0,49	0,44	0,40	0,36
80	ULS	4,42	3,32	2,68	2,26	1,96	1,62	1,36	1,16	1,00	0,87	0,77	0,69	0,62	0,55	0,50	0,45	0,41
	SLS L/200	4,42	3,32	2,68	2,26	1,96	1,62	1,36	1,16	1,00	0,87	0,77	0,69	0,62	0,55	0,50	0,45	0,41
100	ULS	4,59	3,54	2,92	2,51	2,10	1,73	1,45	1,25	1,08	0,95	0,84	0,75	0,67	0,61	0,55	0,50	0,46
	SLS L/200	4,59	3,54	2,92	2,51	2,10	1,73	1,45	1,25	1,08	0,95	0,84	0,75	0,67	0,61	0,55	0,50	0,46

Tabela maksimalnih obremenitev - srk

Load span tables for panels **KS1000 RW**

Maximum load for roof panels Kingspan KS1000 RW; wind suction; thickness of steel facings ext. 0,5 mm/int. 0,4 mm, IPN core
installed as MULTISPAN 

Panel thickness [mm]	Limit State	Maximum load, kN/m ² for spans - wind SUCTION																
		1,00 m	1,25 m	1,50 m	1,75 m	2,0 m	2,25 m	2,50 m	2,75 m	3,00 m	3,25 m	3,50 m	3,75 m	4,00 m	4,25 m	4,50 m	4,75 m	5,00 m
40	ULS	-5,41	-3,97	-3,09	-2,49	-2,06	-1,73	-1,48	-1,27	-1,11	-0,98	-0,87	-0,78	-0,70	-0,63	-0,58	-0,53	-0,49
	SLS L/200	-5,41	-3,97	-3,09	-2,49	-2,06	-1,73	-1,48	-1,27	-1,11	-0,98	-0,87	-0,78	-0,70	-0,63	-0,58	-0,53	-0,49
60	ULS	-6,11	-4,69	-3,47	-2,72	-2,22	-1,87	-1,61	-1,41	-1,26	-1,13	-1,03	-0,94	-0,87	-0,80	-0,75	-0,70	-0,66
	SLS L/200	-6,11	-4,69	-3,47	-2,72	-2,22	-1,87	-1,61	-1,41	-1,26	-1,13	-1,03	-0,94	-0,87	-0,80	-0,75	-0,70	-0,66
80	ULS	-6,89	-4,71	-3,51	-2,78	-2,29	-1,94	-1,68	-1,48	-1,32	-1,20	-1,09	-1,00	-0,93	-0,86	-0,81	-0,76	-0,71
	SLS L/200	-6,89	-4,71	-3,51	-2,78	-2,29	-1,94	-1,68	-1,48	-1,32	-1,20	-1,09	-1,00	-0,93	-0,86	-0,81	-0,76	-0,71
100	ULS	-6,77	-4,67	-3,51	-2,79	-2,30	-1,96	-1,70	-1,51	-1,35	-1,23	-1,12	-1,03	-0,96	-0,89	-0,84	-0,79	-0,74
	SLS L/200	-6,77	-4,67	-3,51	-2,79	-2,30	-1,96	-1,70	-1,51	-1,35	-1,23	-1,12	-1,03	-0,96	-0,89	-0,84	-0,79	-0,74

Izbrani paneli so ustrezni za prenos obstoječe obtežbe.

IZRAČUN NAJVEČJE NOVE OBTEŽBE NA STREŠNI PANEL

Dodajanje fotovoltaičnih panelov bo pozitivno vplivalo na razbremenitev strešine pri največjih srkih vetra, zato v nadaljevanju izračunamo samo največje tlake po montiranju fotovoltaičnih panelov.

Teža FV panelov:

$$g_{SFE} := 0,20 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Faktorirana obtežba - tlak po montiranju SFE:

$$q_{Ed, novo} := q_{Ed, s_w} + 1,35 \cdot g_{SFE} = 1,51 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Strešni paneli Kingspan KS1000 RW so ustrezni tudi po dodatni obremenitvi s paneli sončne elektrarne.

Prav tako dodatna obtežba predstavlja majhen prirastek, ki ga je lesena konstrukcija obstoječega ostrešja sposobna prevzeti.

Kontrola pritrjevanja podkonstrukcije panelov na zunanjo pločevino sendvič panela

[SIST EN 1991-1-4, SIST EN 1991-1-4/A101]

Vetrna cona 2: Podgrad

Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra

$$v_{b0} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Smerni koeficient

$$c_{dir} := 1,0$$

Koeficient letnih časov

$$c_{season} := 1,0$$

Osnovna hitrost vetra

$$v_b := c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0} = 25,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Kategorija terena III

Kategorija terena	z_0 m	z_{min} m
0 Morsko ali obalno področje, izpostavljeno proti odprtemu morju	0,003	1
I Jezersko ali ravninsko področje z zanemarljivim rastlinjem in brez ovir	0,01	1
II Področje z nizkim rastlinjem (trava) in posameznimi ovirami (drevesi, stavbami) na razdalji najmanj 20 višin ovir	0,05	2
III Področja z običajnim rastlinjem ali stavbami ali s posameznimi ovirami na razdalji največ 20 višin ovir (vasi, podeželsko okolje, stalni gozd)	0,3	5
IV Področje, kjer je najmanj 15 % površine pokrite s stavbami s povprečno višino več kot 15 m	1,0	10
OPOMBA: Kategorije terena so ilustrirane v A.1.		

Hrapavostna dolžina

$$z_0 := 0,05 \text{ m}$$

Minimalna in maksimalna višina

$$z_{min} := 2 \text{ m}$$

$$z_{max} := 200 \text{ m}$$

$$z_{0,II} := 0,05 \text{ m}$$

Faktor terena

$$k_r := 0,19 \cdot \left(\left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} \right) = 0,19$$

Referenčna višina

$$z_e := 10 \text{ m}$$

$$z := \max \left(\left[z_e \ z_{min} \right] \right)$$

Faktor hrapavosti terena

$$c_r := k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 1,01$$

Faktor hribovitosti

$$c_0 := 1,0$$

Srednja hitrost vetra

$$v_m := c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 25,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Turbulenčni faktor

$$k_1 := 1,0$$

Standardna deviacija turbulence

$$\sigma_v := k_r \cdot v_b \cdot k_1 = 4,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vetrna turbulenca

$$I_v := \text{if } z_e > z_{min} \frac{\sigma_v}{v_m} \text{ else } \frac{k_1}{c_0 \cdot \ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right)}$$
$$I_v = 0,19$$

Gostota zraka

$$\rho := 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Osnovni tlak vetra

$$q_b := 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,39 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Faktor izpostavljenosti

$$c_e := \frac{(1 + 7 \cdot I_v) \cdot v_m^2}{v_b^2} = 2,35$$

Tlak pri največji hitrosti ob sunkih vetra

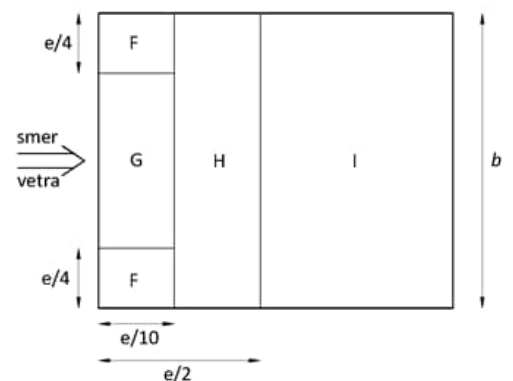
$$q_p := (1 + 7 \cdot I_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obtežba vetra na posameznih delih strehe (deli F,G,H,I)

$$c_{pe} := \begin{bmatrix} \text{"F"} & \text{"G"} & \text{"H"} & \text{"I"} \\ -1,8 & -1,2 & -0,7 & -0,2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{"F"} & \text{"G"} & \text{"H"} & \text{"I"} \\ -1,8 & -1,2 & -0,7 & -0,2 \end{bmatrix}$$

$$w_e := \begin{bmatrix} \text{"F"} & \text{"G"} & \text{"H"} & \text{"I"} \\ q_p \cdot c_{pe} \quad 5 & q_p \cdot c_{pe} \quad 6 & q_p \cdot c_{pe} \quad 7 & q_p \cdot c_{pe} \quad 8 \end{bmatrix}$$

$$w_e := \left(\text{row} \left(w_e ; 2 \right) \right) = \begin{bmatrix} -1,65 & -1,1 & -0,64 & -0,18 \end{bmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Lastna teža panelov

$$g_M := 23,5 \text{ kg}$$

Lastna teža pritrdilnega sistema (K2 Minirail)

$$g_p := 0,8 \text{ kg}$$

Površina posameznega panela

$$A := 1,98 \cdot 1 \text{ m}^2$$

Število vijakov za sidranje posameznega panela	$n_v := 8$
Dimenzije sestava panelov	$B := 7 \text{ m}$
	$H := 12 \text{ m}$
Najmanjši odmik panelov od robov stavbe	$d := 0,5 \text{ m}$
Cona maksimalnih srkov vetra	$d_{min} := \frac{\text{Max}(B ; H)}{10} = 1,2 \text{ m}$
	<pre> if $d_{min} \leq d$ = "Rob panelov je v coni G in F" "Rob panelov je izven con G in F" else "Rob panelov je v coni G in F" </pre>
Izvlačna sila na en vijak (MSN)	$F_{t,Ed} := \frac{1,5 \cdot \left w_e \right \cdot A - 1,0 \cdot (g_M + g_p) \cdot g_e}{n_v} = 0,38 \text{ kN}$
Izvlačna nosilnost samoreznega vijaka 6.0x25	$F_{t,Rd} := 0,65 \text{ kN}$
Izkoriščenost vijaka	$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = 0,58$