TEHNIČNO POROČILO – JAVNA RAZSVETLJAVA

objekt: **KOMUNALNA INFRASTRUKTURA V LOKALNI CESTI LC 401181 V NASELJU SV. DUH**

naročnik / investitor: **OBČINA ŠKOFJA LOKA**
Mestni trg 15
4220 Škofja Loka

št. projekta: **K 159280**

I. UVOD

Občina Škofja Loka namerava, v okviru investicijsko vzdrževalnih del, rekonstruirati cesto v sklopu katerih se bo uredila tudi javna razsvetljava. Območje obdelave obsega lokalno cesto LC 401181 in del LC 401072.

V tem načrtu je obdelana javna razsvetljava.

II. SPLOŠNO

Načrt električnih inštalacij in električne opreme je, glede na določila 8. člena Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 140/2021) izdelan v skladu s Tehnično smernico TSG-N-002:2021 Nizkonapetostne električne inštalacije.

Osvetlitev cestišča je predvidena s svetilkami, ki ustrezajo Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur.l.RS, št. 81/07, 109/07 in 62/2010).

III. OSNOVNI PODATKI O OPREMI

Cestne svetilke:
Osvetlitev ceste je predvidena z LED svetilkami z ravnim steklom, na višini 6 m od tal.

Oznaka	Kos	Tip svetilke	Sijalka	Višina montaže
S1	28	LO-L-N-8-730-2033lm-11W-Y	11W, 3000K, 2033 lm	6 m

montaža: z natikom na kandelaber premera 60 mm

ohišje: Ohišje je izdelano iz visokotlačno litega aluminija in dodatno zaščiteno z epoxi UV odporno prašno barvo.Tesnila so iz ozonsko in UV - odpornega materiala, ki zagotavljajo zaščito IP66.

redukcija: 50% avtonomna redukcija. Svetilke pri prehodih za pešce se ne reducira.

Svetilke je treba pritrditi in priključiti po navodilih proizvajalca.
Kandelabri:
kovinski konusni kandelaber za vkop, vroče pocinkani, višine 6,8 m.

premer cevi kandelabra na vrhu ∅ = 60 mm
priključna plošča v kandelabru »PVE-5/16-2« z varovalko 6,3 A

Kandelabri bodo postavljeni v tipske betonske temelje z luknjo. V kandelabru se nahaja priključna omarica za vgradnjo priključne plošče. Kandelabri naj bodo dimenzionirani na obtežbe z vetrom 0,6 kN/m^2 - vetrovna cona I.
Kandelabri morajo biti izdelani skladno s standardom SIST EN 40 - Drogovi za razsvetljavo (Uradni list RS, št. 97/2006) in sicer v naslednjih delih:
SIST EN 40- 1 Drogovi za razsvetljavo – Izračuni
SIST EN 40-2 Drogovi za razsvetljavo - Splošne zahteve in mere
SIST EN 40-3-2 Projektiranje in preverjanje - Preverjanje s preskušanjem
SIST EN 40-3-3 Drogovi za razsvetljavo - Preverjanje z izračunom.
SIST EN 40-5-6 Zahteve za jeklene drogove za razsvetljavo.

Betonski tipski podstavki z jaški:
Betonski podstavki (kot npr. VIPRO Jesenice ali enakovredni) skupaj z jaškom z LTŽ pokrovom, 12,5 T.

dimenzije: (šxdxv) 40x70x70 cm (za kandelabre višine do 6 m).
Betonski podstavek ima okroglo odprtino ∅16 cm v katero se vstavi kandelaber, ki se zalije z betonom za nabrekanje. Spodnji premer kandelabra ∅12,8 cm.

IV. IZRAČUN RAZSVETLJAVE

Pri izračunih so bili upoštevani: “Priporočila SDR CESTNA RAZSVETLJAVA” PR5/2-2000, standard SIST EN 13201-2:2016 in Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur.l.RS, št. 81/07, 109/07).

CESTA
na cesti se odvija promet z nizko hitrostjo 30 km/h.

Parameter	Možnosti	Opis		Utežni faktor	Določitev razreda M
Projektirana hitrost ali hitrostna omejitev	Zelo visoka	v ≥ 100 km/h		2	
	Visoka	70 km/h < v < 100 km/h		1	
	Zmerna	40 km/h < v ≤ 70 km/h		-1	
	Nizka	v ≤ 40 km/h		-2	-2
Obseg prometa		Avtoceste, večpasovnice	Dvopasovnice		
	Visok	>65% maksimalne kapacitete	>45% maksimalne kapacitete	1	
	Zmeren	35-65% maksimalne kapacitete	15-45% maksimalne kapacitete	0	
	Nizek	<35% maksimalne kapacitete	<15% maksimalne kapacitete	-1	-1
Sestava prometa	Mešana z visokim deležem ostalih vozil			2	2
	Mešana			1	
	Samo motorna vozila			0	
Ločena smerna vozišča	Ne			1	
	Da			0	
Parkirana vozila	So prisotna			1	
	Niso prisotna			0	0
Svetlost okolice	Visoka	Izložbena okna, osvetljeni reklamni panoji, športna igrišča, bencinski servisi, skladišča		1	
	Zmerna	običajne razmere		0	0
	Nizka			-1	
Zahtevnost navigacije	Zelo zahtevna			2	
	Zahtevna			1	1
	Enostavna			0	
Seštevek					0
Svetlobno tehnnični razred				M	6

*Na podlagi osnovnih izhodišč smo izvedli izbiro svetlobnotehničnega razreda, za cesto razred **M6***

ZAHTEVE M6	IZRAČUNANE VREDNOSTI
potrebna srednja svetlost – *Lsr = 0,30 cd/m2*	izračunana srednja svetlost – *Lsr = 0,36 cd/m2*
splošna enakomernost svetlosti – Uo *= 0,35*	splošna enakomernost svetlosti – Uo *= 0,47*
vzdolžna enakomernost svetlosti – Ui = 0,40	vzdolžna enakomernost svetlosti – Ui = 0,6

Kompletni izračuni so shranjeni v arhivu projektanta

LC-Sveti Duh-javna razsvetljava

luxtella

Summary (according to EN 13201:2015)

Results for valuation fields

A maintenance factor of 0.90 was used for calculating for the installation.

	Symbol	Calculated	Target	Check
Roadway 1 (M6)	L_{av}	0.36 cd/m²	≥ 0.30 cd/m²	✓
	U_o	0.47	≥ 0.35	✓
	U_l	0.60	≥ 0.40	✓
	TI	15 %	≤ 20 %	✓
	R_{EI}	0.50	≥ 0.30	✓

Results for energy efficiency indicators

	Symbol	Calculated	Energy Consumption
Street 1	D_p	0.016 W/lx*m²	-
LO-L-N-8-730-2033lm-11W-Y (single side bottom)	D_e	0.3 kWh/m² yr	43.6 kWh/yr

V. DIMENZIONIRANJE, VAROVANJE IN KONTROLA ZAHTEV PO STANDARDIH

V.1. IZRAČUN MAKSIMALNE MOČI IN DIMENZIONIRANJE KABLA

Konični tok (I_b) izračunamo po naslednjem obrazcu:

$$I_b = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

kjer pomeni:

P_{max} = maksimalna (konična) moč ob upoštevanju faktorja istočasnosti
U = 400 V
cos φ = 0,95

Rezultati izračunov so prikazani v TABELI KONTROLIRANIH VELIČIN na strani 7.

V.2. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Sistem napajanja (omrežja) je TN, kar pomeni, da je nevtralna točka v transformatorski postaji direktno ozemljena, s tem so ozemljeni tudi vsi izpostavljeni prevodni deli preko PE oz. PEN sistema, ki je ozemljen že pri vhodu v omarico (glavno izenačevanje potenciala).

Kot zaščitni ukrep pred nevarnostjo električnega udara je predviden samodejen izklop napajanja in sicer tako, da so vsi izpostavljeni deli inštalacije vezani na zaščitni vodnik (TN sistem). Za uspešnost te zaščite morajo biti izpolnjeni pogoji, ki jih predpisujejo ustrezni tehniški normativi:

- zaščitni vodniki morajo biti ozemljeni v ali blizu ustreznega transformatorja in v mreži, kjer je mogoče, obvezno pa pri vstopu v zgradbe in objekte;
- karakteristike zaščitne naprave in impedanca tokokroga morata izpolnjevati pogoju:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

kjer je:

Z_s impedanca okvarne zanke, ki sestoji iz impedanc napajalnega vira, linijskega vodnika do mesta okvare in zaščitnega vodnika med mestom okvare in napajalnim virom,

U_0 efektivna vrednost nazivne napetosti proti zemlji,

I_a tok, ki povzroči samodejni odklop zaščitne naprave v času, ki ni večji od vrednosti, podane v tabeli (pregoretje varovalke, odklop inst. odklopnika). Če se uporablja zaščitna naprava na diferenčni tok, ustreza tok Ia nazivnemu diferenčnemu toku naprave IΔn v določenem času in predpisanim pogojem (glej tabelo).

Najdaljši odklopni časi v TN - sistemu

Uo (V)	t (s)
230	0,4
400	0,2

Daljši odklopni čas je (5s) je dovoljen za razdelilne oz. napajalne tokokroge in končne tokokroge, ki napajajo samo nepremično opremo.

Impedanco izračunamo po naslednjem obrazcu:

$$Z = \frac{2 \times l}{\lambda \times S}$$

Tok okvare izračunamo:

$$Ia = 0{,}8 \frac{Uo}{Zs}$$

("c" je konvencionalni faktor, ki korigira napako zaradi impedance izvora 0,8). Iz izklopnih karakteristik je razvidno, da varovalni element v primeru kratkega stika odklopi v manj kot 0,4 sek.

Računska kontrola kaže, da so impedance tokokrogov precej manjše od dopustnih. Pred priključkom na električno inštalacijo je treba te vrednosti kontrolirati z meritvijo.

TABELA ODKLOPNIH TOKOV VAROVALK
pri izklopnem času 5 sekund (za NV in inst. odklopnike) in pripadajoče maksimalne impedance kratkostičnih zank za napajalne tokokroge:

	NV		instalacijski odklopniki tip B	
Inv	Ia (A)	Z (Ω)	Ia (A)	Z (Ω)
10	-	-	50	4,6

Rezultati izračunov so prikazani v TABELI KONTROLIRANIH VELIČIN na strani 7.

V.4. DIMENZIONIRANJE, VAROVANJE IN KONTROLA ZAHTEV PO STANDARDIH

Kontrola presekov zaščitnih oz. ozemljitvenih vodnikov in vodnikov za izenačevanje potenciala je predvidena ustrezno standardu SIST HD 60364-5-54.

Ustrezno SIST IEC 60364-4-43 izvedemo kontrolo zaščite pred preobremenitvami.
Delovna karakteristika naprave, ki ščiti električni vod pred preobremenitvijo mora zadostiti dvema pogojema:

$Ib < In < Iz$
$I_2 < 1{,}45 \times Iz$

kjer pomeni:
In (A) nazivni tok zaščitne naprave
Iz (A) zdržni tok kabla, ki je določen po SIST HD 603 S1
Ib (A) tok, za katerega je tokokrog predviden
I_2 (A) tok pregoretja zaščitne varovalke ali zaščitnega elementa v določenem času. $I_2 = In \times K$

Faktor K:
1,9 za taljive varovalke 6 in 10 A
1,6 za taljive varovalke 16 A in več
1,45 za instalacijske odklopnike

Tok Ib določimo (za posameznega porabnika):

$$Ib = \frac{Pn}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$ za trifazne porabnike U = 400 V

$$Ib = \frac{Pn}{U \times \cos\varphi}$$ za enofazne porabnike U = 230 V

Za vodnike prereza večje od 10 mm^2 kontroliramo še zdržnost na kratek stik (SIST IEC 60364-4-43) po enačbi:

$$S\ min = \frac{Ia \times \sqrt{t_{odk}}}{k} = \frac{Ia \times \sqrt{5}}{115}$$

k 115 za Cu vodnike s PVC izolacijo
k 74 za Al vodnike s PVC izolacijo
t_{odk} (sek) odklopni čas zaščitne naprave-trajanje kratkega stika
Ia (A) tok kratkega stika

Padec napetosti:

Kontrolo padca napetosti izračunamo po enačbi:

$$u\ \% = \frac{100 \times P \times l}{56 \times S \times U^2}$$ za trifazne porabnike U = 400 V

$$u\ \% = \frac{200 \times P \times l}{56 \times S \times U^2}$$ za enofazne porabnike U = 230 V

kjer pomeni:
P (W) moč porabnika
l (m) dolžina kabla
S (mm^2) presek kabla

Dovoljeni padec napetosti med napajalno točko električne inštalacije in katerokoli drugo točko ne sme biti, glede na nazivno napetost električne inštalacije, večji od naslednjih vrednosti:

- za razsvetljavni tokokrog 5%, za tokokroge drugih porabnikov pa 8%, če se električna inštalacija napaja iz transformatorske postaje.

Rezultati izračunov so prikazani v TABELI KONTROLIRANIH VELIČIN na strani 7.

VI. IZRAČUNI

TABELA KONTROLIRANIH VELIČIN				
			Prižigališče PR-JR	**Prižigališče PR-JR**
NAPAJANO IZ				
TOKOKROG			**W1**	**W2**
TIP NAPELJAVE			D	D
NAZIVNA NAPETOST	Un	V	400	400
MOČ PORABNIKA	P	kW	0,18	0,23
$\cos \varphi$			0,95	0,95
NAZIVNI TOK PORABNIKA	Ib	A	0,27	0,34
VRSTA KABLA			NYY-J	NYY-J
PRESEK FAZNEGA VODNIKA	Sf	mm^2	16,0	16,0
PRESEK NEVTRALNEGA VODNIKA	So	mm^2	16,0	16,0
ŠTEVILO VODNIKOV			1,0	1,0
TRAJNI ZDRZNI TOK KABLA	Iz	A	67,0	67,0
KOREK. FAKTOR OKOLNE TEMPERATURE			1,00	1,00
KOREKCIJSKI FAKTOR POLAGANJA			1,00	1,00
NAZIVNI TOK VAROVALKE	In	A	10	10
TOK DELOVANJA ZAŠČITE	I_2	A	14,50	14,50
Izx1,45			97,15	97,15
DOLŽINA TOKOKROGA	l	m	400	400
IMPEDANCA OMREŽJA	Zo	ohm	0,10	0,10
IMPEDANCA OD R DO PORABNIKA	Z1	ohm	0,89	0,89
SKUPNA IMPEDANCA	Z	ohm	0,99	0,99
TOK OKVARE	Ia	A	255,87	255,87
ODKLOPNI ČAS	t	s	0,001	0,001
MAX KTRATKOSTIČNI TOK	Ikmax		351,8	351,8
KRATKOSTIČNA TRDNOST RAZDELILNIKA	Icw		10	10
PADEC NAPETOSTI OD R DO PORABNIKA	u_2	%	0,08	0,10
KONTROLA PRESEKA	Smin	mm^2	2,19	2,19
Iz tabele vidimo, da velja:		Ib<In	VELJA	VELJA
Ib<In<1,45xIz I2<Izx1,45		In<1,45xIz	VELJA	VELJA
kabli so pravilno izbrani		I2<Izx1,45	VELJA	VELJA

VII. NAPAJANJE, KRMILJENJE IN MERITVE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Nove svetilke bodo priključene na napajaje iz novega prižigališča. Prižigališče bo v prosto stoječi omarici, napajano iz predvidene transformatorske postaje, preko prosto stoječe priključno merilne omarice, ki bo nameščena ob omarici prižigališča.

Svetilke imajo tovarniško nastavljeno redukcijo:

od	do	% svetlobe
vklop	22:00	100%
22:00	23:30	75%
23:30	2:30	50%
2:30	4:00	75%
4:00	izklop	100%

Svetilk pri prehodih za pešce se ne reducira.

VIII. OZEMLJITVE

Kot zaščitni ukrep pred posrednim dotikom se v obravnavanem omrežju cestne razsvetljave uporabi sistem zaščite TN-C, v katerem bosta nevtralni vodnik N in zaščitni vodnik PE združena v PEN.

Da je izpolnjen osnovni pogoj za učinkovito delovanje sistema zaščite TN-C, mora znašati obratovalna ozemljitev na koncu voda manj kot 5,0 Ω.
To dosežemo, če na celotni trasi cestne razsvetljave položimo (cca 20 cm nad kablom) ozemljitveni trak FeZn 25×4 mm, ki ustreza strelovodni in istočasno tudi obratovalni ozemljitvi.. Na ta trak, preko križne sponke, priključimo vse kovinske drogove cestne razsvetljave. Trak se na drogove pritrdi z dvema vijakoma M10. Obravnavana ozemljitev se poveže tudi z ozemljitvijo obstoječega nizkonapetostnega omrežja. Ozemljimo tudi vse kovinske mase, ki so drogovom bližje od 0,5 m (kovinske ograje, …).
V vseh kandelabrih se izdela tudi povezava PE vodnika in ozemljitve.

IX. KRIŽANJE IN PRIBLIŽEVANJE NN KABLOVODOV Z OSTALIMI KOMUNALNIMI VODI

Izvedba križanja in približevanja NN energetskega kabla z ostalimi komunalnimi napravami mora biti naslednja.

Vodovod:
- približevanje:
R_{min} = razmak med najbližjimi robovi inštalacij
$R_{min} \geq 0,5$ m za cevovode nižjega tlaka in za hišne priključke
$R_{min} \geq 1,5$ m za magistralne cevovode
- 30 % v primeru če sta obe inštalaciji zaščiteni s specialno mehansko zaščito
- križanje:
d = svetli razmak
$d \geq 0,3$ m za priključne cevovode
$d \geq 0,5$ m za magistralne cevovode
(razmaka sta enaka tudi v primeru zaščitne cevi za kabel)

Kanalizacija:
- približevanje:
$d \geq 0,5$ m za manjše kanalizacijske cevi ali hišne priključke
$d \geq 1,5$ m za kanale večje ali enake ∅ 60/90 cm
- križanje:
h = globina od temena
$d \geq 0,3$ m
$h \geq 0,8$ m kot mehanska zaščita se polagajo TPE cevi ∅ 160 mm ali 200 mm v sloju 5 cm suhega betona
$h < 0,8$ m kot mehanska zaščita se polagajo Fe cevi ∅ 150 mm v sloju 5 cm suhega betona

Plinovod:
- Polaganje elektroenergetskega kabla nad ali pod plinovodom ni dovoljeno razen na mestu križanja
- približevanje:
$R_{min} \geq 0,5$ m za plinovode $p \leq$ bar in hišne priključke
$R_{min} \geq 1,5$ m za magistralne plinovode $p > 4$ bar
- križanje:
$d \geq 0,3$ m za priključni plinovod
$d \geq 0,5$ m za magistralni plinovod
(razmaka sta enaka tudi v primeru zaščitne cevi za kabel)

Objekti (temelj):
- približevanje:
$d \geq 0,6$ m

Telekomunikacijski vodi:
- približevanje:
$d \geq 0,3$ m
- križanje:
$d \geq 0,3$ m
Križanje se izvede praviloma pod kotom 90°, nikoli pa ne manjšim od 45°

Električni kabli nad 1 kV:
- približevanje:
$d \geq 0,07$ m

NN omrežje:
- približevanje:
$d \geq 0,3$ m

X. KABELSKA KANALIZACIJA

Izvedba kabelske kanalizacije:

Za razvod kablov cestne razsvetljave se na delih trase ob robu ceste položi kabelska kanalizacija. Položi se ena cev PE-HD 1x ∅ 75 mm. Cevi se na spojih obbetonirajo, nad cevmi se položi (pokončno) ozemljitveni trak FeZn 25x4 mm in opozorilni trak.

Pred začetkom izvedbe zemeljskih del za izvedbo kabelske kanalizacije je treba zakoličiti traso obstoječih vodov. Izkop za izdelavo kabelske kanalizacije je treba izvajati pazljivo, da se obstoječi komunalni vodi ne poškodujejo.

Cev se položi v presejani pesek in nato z istim peskom obsuje, preostanek pa se zasuje s prebranim izkopanim materialom z nabijanjem materiala v plasteh po 20 cm. Nad kabelsko kanalizacijo se v globini 40 cm položi tudi plastični opozorilni trak z napisom “Pozor energetski kabel”, ki služi kot zaščita oziroma opozorilo izvajalcem del ob kasnejših prekopih trase cestne osvetlitve. Pod voznimi površinami se vrh jarka v globini 30 cm zabetonira.
Globina zaščitne cevi se lahko, pri eventualnih križanjih, spreminja.

Končna ureditev delovnega pasu in ravnanje z gradbenimi odpadki:

Pri montaži kablovodov se ne pojavljajo gradbeni odpadki v poimenskem smislu, pač pa je to v glavnem material, ki se ga po zaključeni montaži inštalacij uporabi za ponovno zasutje jarka in vzpostavitve terena v prvotno stanje. Odpadek v bistvu predstavlja ostanek materiala, ki ga ni možno ponovno vgraditi na prvotno mesto.

Tehnologija gradnje je zasnovana tako, da je ob jarku kablovoda predviden pas za začasno deponijo izkopanega materiala, kateri ne sme presegati meje parcelnih številk navedenih in določenih s trasnim načrtom kablovoda.

Po zasipu jarka mora izvajalec urediti površine na enak način in v enaki kvaliteti, kot so bile pred gradbenim posegom.

Sanirati mora vse površine, tako na območju polaganja kablovoda kot tudi na območju začasnih gradbiščnih površin (deponije materiala, dostopne poti, začasni gradbiščni objekti itd.).

Cestne površine mora asfaltirati, ali makadamsko urediti ali obnoviti tlak iz betonskih plošč ali tlakovcev glede na prvotno stanje.

Na neutrjenih površinah mora sanirati zgornjo rodovitno plast zemlje v debelini in kvaliteti, kot je bila pred gradbenim posegom (načeloma v debelini 0,20 m). Travniške in parkovne površine mora posejati s primerno travno mešanico.

Razne ograje, oporni zidovi in ostale podobne ovire se za montažo kablovoda praviloma spodkopljejo. Če to zaradi objektivnih vzrokov ni možno, se križanje izvede in obračuna na način, ki ga predlaga nadzorni organ z vpisom v gradbeni dnevnik.

Izvajalec more sanirati vse objekte, ograje, žive meje in ostale objekte, ki se poškodujejo zaradi gradnje kablovoda, do enake kvalitete in stanja, kot je bilo pred gradbenim posegom.

Po potrebi ali na zahtevo nadzornega organa z vpisom v gradbeni dnevnik je potrebno rodovitno plast tudi rahljati z ustrezno napravo (npr. kultivator, plug). Globina in način rahljanja predlaga izvajalec, potrdi pa jo nadzorni organ z vpisom v gradbeni dnevnik.

Odvečni material, ki ga izvajalec ne more uporabiti pri končni ureditvi delovnega pasu, izvajalec odpelje na ustrezno lokalno deponijo, ki je pooblaščena za sprejem gradbenega odpadnega materiala.