

**TEHNIČNO POROČILO**

## 1. SPLOŠNO

Izdelana je tehnična dokumentacija elektroinstalacij in opreme za 3 večstanovanjske objekte v območju urejanja VS6/1 Dolgi most, prostorska enota PE2 v Ljubljani. V načrtu je obdelan el.del naslednjih naprav :

- splošna in tehnološka moč
- splošna razsvetljava
- ozemljitve
- izenačitve potenciala
- sistem grelnih kablov
- meritev porabe vode
- komunikacije (telefonija, internet, TV)
- govorna naprava
- požarno javljanje

Načrt je narejen na podlagi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v zgradbah (UL RS 41/2009), Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele (UL RS 28/2009, Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (UL RS 52/2010) in pripadajočih Tehničnih smernicah : TSG-1-001:2007 (Požarna varnost v stavbah), TSG-N-002:2013 (Nizkonapetostne električne inštalacije), TSG-N-003:2013 (Zaščita pred delovanjem strele), TSG-1-004:2010 (Učinkovita raba energije).

Načrt je izdelan na podlagi Tehnične smernice TSG-N-002:2009 (Nizkonapetostne električne inštalacije) in ne na podlagi 8.člena Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v zgradbah (UL RS 41/2009).

Načrt je izdelan na podlagi Tehnične smernice TSG-N-003:2009 (Zaščita pred delovanjem strele) in ne na podlagi 11.člena Pravilnika o zahtevah za zaščito pred delovanjem strele (UL RS 28/2009).

**Priključna moč, dovodni kabli in zaščitni elementi energetskega napajanja objekta so podani v poglavju “Dimenzioniranje”.**

Vsa vgrajena oprema in instalacijski material mora imeti ustrezen atest oz.certifikat. Pred pričetkom del mora izvajalec projekt detaljno pregladati in morebitne pripombe nemudoma posredovati projektantu.

Za vsako spremembo, dopnilo in odstopanje od projektne dokumentacije mora pridobiti izvajalec pismeno soglasje projektanta ter soglasje investitorja in pooblaščenega nadzornega inženirja.

## **2. IZVEDBA INSTALACIJ**

Osnova za izdelavo dokumentacije Elektroinštalacije in oprema, so gradbene podloge objekta in načrti Strojnih inštalacij in opreme.

Dovod el.energije do elektro omar v stanovanjih, je narejen iz priključno merilne elektro omare E-PMO1, E-PMO2, E-PMO3, locirane v kletnem delu, pod stopniščem. V elektro omarah E-PMO so nameščeni trifazni števeci električne energije za posamezna stanovanja in za skupno rabo objekta.

V el.omarah so vgrajeni elementi za varovanje in krmiljenje. Na vratih so elementi za posluževanje in signalizacijo delovanja posameznih porabnikov. Vsi elementi v el.omarah so enoumno označeni po oznakah iz načrta. Sponke v el.omari imejo oznake po načrtu.

Kabli iz elektro omar potekajo po kabelskih policah in podometno v instalacijskih ceveh. Trase kabelskih polic oziroma trase kablov so prilagojene poteku strojnih instalacij. Kabli za moč in komunikacije oz. meritve potekajo po ločenih trasah. Kabelske police in parapetni kanali omogočajo polaganje dodatnih vodnikov tudi po končani izvedbi. Prehod kablov do parapetnih kanalov je peljan skozi instalacijske cevi  $\Phi$  36 mm.

Kabli za napajanje porabnikov in za NN razvod so tipa NYY, NYY-J, oziroma NYM in NYM-J. Kabli za komunikacije, signalizacijo in meritve so tipa UTP, JY(ST)Y. Vodniki v električnih inštalacijah morajo biti napeljani vzporedno z robovi prostora (vodoravno ali navpično); vodoravno : 0.3 do 1.1 m od tal in 2.0 m od tal do stropa, navpično pa namanj 0.15 m od robov oken in vrat.

Pri vseh elektroinstalacijah je izvedena izenačitev potenciala kovinskih mas. Pri vseh napravah s kovinskimi masami je narejena galvanska povezava s finožičnim vodnikom  $1 \times 16 \text{ mm}^2$ .

Meritev porabe vode je izvedena z daljinskim odčitavanjem števecov za vodo. Števci hladne in tople vode so vezani na kalorimetre s kabli JY(ST)Y. Kalorimetri so preko M-busa povezani na hidrocenter. Od tam se s pomočjo GSM modema prenašajo merjeni podatki porabe vode v dispečerski center.

**Dovod električne energije in komunikacijski priključki niso predmet tega načrta.**

### 3. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Zaščito pred električnim udarom obravnava standard SIST HD 60364-4-41.

#### TN-S sistem

Sistem ozemljitve je TN-S. Zaščita pred električnim udarom je izvedena s samodejnim odklopom napajanja, ki izklopi okvarjeni del instalacije v predpisanem času. Narejena je z zaščitnimi napravami pred prevelikim tokom ( varovalke, instalacijski odklopniki, zaščitna stikala itd.).

Kot dodaten zaščitni ukrep so v kopalnicah, napravah za gretje žlebov in ramp, uporabljene zaščitne naprave na diferenčni tok (RCD).

Uspešno delovanje zaščite je zagotovljeno s kratkostično zanko tako majhne impedance, da lahko ob okvari steče kratkostični tok, večji od toka pri katerem deluje zaščita v predpisanem času :

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s} = \frac{U_0}{\sqrt{(R^2 + X^2)}}$$

kjer pomeni:

- $I_a$  tok delovanja zaščite v predpisanem času ( A )
- $U_0$  fazna napetost ( V )
- $Z_s$  impedanca celotne kratkostične zanke (  $\Omega$  )
- $R$  celotna ohmska upornost kratkostične zanke (  $\Omega$  )
- $X$  celotna reaktanca kratkostične zanke (  $\Omega$  )

El.omare so s stopnjo zaščite IP 43 in je pri zaprtih vratih slučajen dotik z deli pod napetostjo nemogoč.

Najdaljši odklopni čas v omrežju TN za končne tokokroge, ki napajajo vtičnice ali prenosne ročne aparate I. razreda, ki se med uporabo premikajo ročno:

<b>U<sub>0</sub> (V)</b>	<b>t (s)</b>
od 50 do 120	0.8
od 121 do 230	0.4
od 231 do 400	0.2
nad 400, Ex	0.1

#### 4. DIMENZIONIRANJE

##### Dimenzioniranje električne instalacije

Prerez vodnika je izbran skladno s standardom SIST HD 60364-4-43, kjer upoštevamo :

- bremenski tok
- vrsto vodnika
- tip električne napeljave
- število obremenjenih vodnikov
- material vodnika
- temperaturo okolice

Kabli so proti kratkemu stiku in preobremenitvi zavarovani z zaščitnimi elementi, izbranimi z ozirom na obremenitev, selektivnost ter dovoljeno napetost dotika.

Dimenzioniranje je izvedeno po sledečih formulah:

$$\begin{aligned} P_{\text{inst}} &= P_d / \eta \\ P_{\text{kon}} &= P_{\text{inst}} * f_i * f_o \\ P_n &= P_{\text{kon}} / \cos \varphi \\ I_b &= (1000 * P_n) / (\sqrt{3} * U) && \text{trifazni porabnik} \\ I_b &= (1000 * P_n) / U && \text{enofazni porabnik} \end{aligned}$$

kjer pomeni :

$P_d$  vsota nazivnih moči porabnikov ( kW )  
 $P_{\text{inst}}$  instalirana moč porabnikov ( kW )  
 $P_{\text{kon}}$  konična delovna moč ( kW )  
 $P_n$  konična navidezna moč ( kVA )  
 $I_b$  tok porabnika ( A )  
 $I_{\text{kon}}$  konični tok ( A )  
 $U$  nazivna medfazna napetost ( V )  
 $\eta$  izkoristek porabnika  
 $f_i$  faktor istočasnosti porabnikov el.omare  
 $f_o$  faktor obremenitve porabnika  
 $\cos \varphi$  faktor moči

Na osnovi podatkov določimo za izbrani prerez trajni zdržni tok vodnika  $I_z$ . Pri izbiri prereza je upoštevano še :

- zaščito pred toplotnimi učinki ( SIST HD 384.4.42 )
- zaščito pred preobremenitvijo vodnikov ( SIST HD 60364-4-43 )
- dopustne padce napetosti (TSG-N-002:2013)
- mejne temperature priključkov opreme in spojev
- zunanje vplive ( SIST HD 384.4.482 )

**Kontrola padcev napetosti**

Izračun padcev napetosti je izveden po naslednji formuli

$$\text{Trofazni tokokrog: } u = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

$$\text{Enofazni tokokrog: } u = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

kjer pomeni :

u	padec napetosti ( % )
P	priključna moc ( W )
l	dolžina kabla ( m )
S	prerez vodnika ( mm <sup>2</sup> )
λ	prevodnost vodnika v kablu ( 56 Sm/mm <sup>2</sup> za Cu in 34 Sm/mm <sup>2</sup> za Al)
U	nazivna napetost ( V )

Največji dovoljeni padec napetosti med napajalno točko el. instalacije in kontrolirano točko znaša :

Napajanje iz javnega distribucijskega omrežja

- za tokokroge razsvetljave 3 %
- za ostale tokokroge 5 %

Napajanje iz transf.postaje

- za tokokroge razsvetljave 5 %
- za ostale tokokroge 8 %

**Zaščita pred preobremenitvenim tokom**

Kontrola je narejena v skladu s SIST HD 60364-4-43. Izpolnjena sta dva pogoja :

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z, \text{ kjer je } I_2 = k \cdot I_n$$

$I_n$ (A)	k
$I \leq 4$	2.1
$I > 6 \leq 10$	1.9
$I > 16$	1.6
instal. odklopnik	1.45
zaščitno stikalo	1.2

kjer pomeni :

$I_n$  nazivni tok varovalke (A)

$I_b$  tok porabnika (A)

$I_z$  zdržni tok kabla, določen po zgornjem standardu (A)

$I_2$  tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave (A)

**Zaščita pred kratkostičnim tokom**

Zaščitna naprava po SIST HD 60364-4-43 ustreza naslednjim zahtevam :

- odklopna zmogljivost zaščitne naprave mora biti večja od pričakovanega kratkostičnega toka
- kratkostični tok mora biti prekinjen v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne temperature

$$t = < (k \cdot S / I)^2$$

t trajanje kratkega stika ( s )

S prerez vodnika ( mm<sup>2</sup> )

I efektivna vrednost toka kratkega stika ( A )

k koeficient odvisen od konstrukcije vodnika

V sledečih tabelah , ki so rezultat izračunov , so uporabljene naslednje oznake in veličine :

$P_m$  moč na osi motorja (kW)

$I_b$  tok porabnika (A)

$I_k$  tok kratkega stika porabnika (kA)

$I_{k1}$  tok kratkega stika s povratkom po zaščitnem vodniku (A)

$I_a$  tok delovanja zaščite pri okvari (A)

$S_{zas}$  presek zaščitnega vodnika kabla (mm<sup>2</sup>)

TINS tip uporabljene instalacije

$u_1$  padec napetosti od el.omare do porabnika (%)

$l_k$  dolžina kabla do porabnika (m)

$t_{izk}$  izklopilni čas pri nastopu okvarnega toka (s)

$Z$  skupna impedanca pri nastopu okvarnega toka (ohm)

$I_2$  tok , ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave (A)

$I_n$  nazivni tok zaščitne naprave (A)

$P_{inst}$  instalirana moč el.omare (kW)

$I_{inst}$  instalirani tok el.omare (A)

$P_{kon}$  konična moč el.omare (kW)

$I_{kon}$  konični tok el.omare (A)

$u_2$  padec napetosti od izvora do el.omare (%)

## REZULTATI IZRAČUNOV

DIMEN. OPREME / NAP. DOTIKA - EL. OMARA: E-PMO1

ŠT.	NAZIV PORABNIKA	Pm(kw)	Ib(A)	KONTAKTOR	BIM. RELE	ZAŠČ.In(A)	Ik(kA)	Ik1(A)	Ia(A)
1	E-1	10.0	16.5			20	1.1	577	180
2	E-2	10.0	16.5			20	1.1	577	180
3	E-3	10.0	16.5			20	1.1	577	180
4	E-4	10.0	16.5			20	1.1	577	180
5	E-5	10.0	16.5			20	1.1	577	180
6	E-6	10.0	16.5			20	1.1	577	180
7	E-7	10.0	16.5			20	1.1	577	180
8	E-8	10.0	16.5			20	1.1	577	180
9	E-9	10.0	16.5			20	1.1	577	180
10	E-10	10.0	16.5			20	1.1	577	180
11	E-SK1	10.0	16.5			20	1.1	577	180

Pinst = 110 kW  
fi = 0.5

Pkon = 55 kW  
Ikon = 80 A

PADCI NAPETOSTI / TOKOVNE PREOBREMENITVE - EL. OMARA: E-PMO1

ŠT.	NAZIV PORABNIKA	KABEL PORABNIKA	Szas	TINS	u1(%)	Ik (m)	Tizk(s)	Z(ohm)	I2(A)	1.45xIz(A)	Iz(A)
1	E-1	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
2	E-2	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
3	E-3	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
4	E-4	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
5	E-5	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
6	E-6	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
7	E-7	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
8	E-8	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
9	E-9	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
10	E-10	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
11	E-SK1	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51

DOVODNI KABLI IN OPREMA

ŠT.	EL.OMARA	Pkon(kW)	Ikon(A)	DOV.KABEL	ZAŠČ.In(A)	u2(%)	Ikr(kA)	Z(ohm)	I2(A)	Iz(A)
1	E-PMO1	55	80	4x150.0	100	1.2	15.7	0.03	128	178

Merilna mesta v objektu A :

10 x stanovanja  
1 x skupna raba

tarifne varovalke 3x20A  
tarifne varovalke 3x20 A



**DIMEN. OPREME / NAP. DOTIKA - EL. OMARA: E-PMO2**

ŠT	NAZIV PORABNIKA	Pm(kw)	Ib(A)	KONTAKTOR	BIM. RELE	ZAŠČ.In(A)	Ik(kA)	Ik1(A)	Ia(A)
1	E-11	10.0	16.5			20	1.1	577	180
2	E-12	10.0	16.5			20	1.1	577	180
3	E-13	10.0	16.5			20	1.1	577	180
4	E-14	10.0	16.5			20	1.1	577	180
5	E1-5	10.0	16.5			20	1.1	577	180
6	E1-6	10.0	16.5			20	1.1	577	180
7	E-17	10.0	16.5			20	1.1	577	180
8	E-18	10.0	16.5			20	1.1	577	180
9	E-19	10.0	16.5			20	1.1	577	180
10	E-20	10.0	16.5			20	1.1	577	180
11	E-SK2	10.0	16.5			20	1.1	577	180
12	E-GAR	22.0	31.8			35	1.1	620	220

Pinst = 132 kW

fi = 0.52

Pkon = 68 kW

Ikon = 99 A

**PADCI NAPETOSTI / TOKOVNE PREOBREMENITVE - EL. OMARA: E-PMO2**

ŠT	NAZIV PORABNIKA	KABEL PORABNIKA	Szas	TINS	u1(%)	Ik (m)	Tizk(s)	Z(ohm)	I2(A)	1.45xIz(A)	Iz(A)
1	E-11	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
2	E-12	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
3	E-13	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
4	E-14	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
5	E-15	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
6	E-16	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
7	E-17	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
8	E-18	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
9	E-19	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
10	E-20	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
11	E-SK2	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
12	E-GAR	YYY-J 5x 10.0// 1	10.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	56	116	80

**DOVODNI KABLI IN OPREMA**

ŠT	EL.OMARA	Pkon(kW)	Ikon(A)	DOV.KABEL	ZAŠČ.In(A)	u2(%)	Ikr(kA)	Z(ohm)	I2(A)	Iz(A)
1	E-PMO2	68	99	4x150.0	100	1.2	15.7	0.03	160	178

**Merilna mesta v objektu B :**

10 x stanovanja

1 x skupna raba

1 x garaža, pritličje

tarifne varovalke 3x20A

tarifne varovalke 3x20 A

tarifne varovalke 3x35 A

**DIMEN. OPREME / NAP. DOTIKA - EL. OMARA: E-PMO3**

ŠT.	NAZIV PORABNIKA	Pm(kw)	Ib(A)	KONTAKTOR	BIM. RELE	ZAŠČ.In(A)	Ik(kA)	Ik1(A)	Ia(A)
1	E-21	10.0	16.5			20	1.1	577	180
2	E-22	10.0	16.5			20	1.1	577	180
3	E-23	10.0	16.5			20	1.1	577	180
4	E-24	10.0	16.5			20	1.1	577	180
5	E-25	10.0	16.5			20	1.1	577	180
6	E-26	10.0	16.5			20	1.1	577	180
7	E-27	10.0	16.5			20	1.1	577	180
8	E-28	10.0	16.5			20	1.1	577	180
9	E-29	10.0	16.5			20	1.1	577	180
10	E-30	10.0	16.5			20	1.1	577	180
11	E-SK3	10.0	16.5			20	1.1	577	180

Pinst = 110 kW

fi = 0.5

Pkon = 55 kW

Ikon = 80 A

**PADCI NAPETOSTI / TOKOVNE PREOBREMENITVE - EL. OMARA: E-PMO3**

ŠT.	NAZIV PORABNIKA	KABEL PORABNIKA	Szas	TINS	u1(%)	Ik (m)	Tizk(s)	Z(ohm)	I2(A)	1.45xIz(A)	Iz(A)
1	E-21	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
2	E-22	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
3	E-23	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
4	E-24	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
5	E-25	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
6	E-26	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.0	25	<0.2	0.32	32	74	51
7	E-27	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
8	E-28	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
9	E-29	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
10	E-30	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51
11	E-SK3	YYY-J 5x 6.0// 1	6.0	J	1.1	30	<0.2	0.32	32	74	51

**DOVODNI KABLI IN OPREMA**

ŠT.	EL. OMARA	Pkon(kW)	Ikon(A)	DOV. KABEL	ZAŠČ.In(A)	u2(%)	Ikr(kA)	Z(ohm)	I2(A)	Iz(A)
1	E-PMO3	55	80	4x150.0	100	1.2	15.7	0.03	128	178

**Merilna mesta v objektu C :**

10 x stanovanja

1 x skupna raba

tarifne varovalke 3x20A

tarifne varovalke 3x20 A

## 5. SISTEM NAPAJANJA IN IZENAČITVE POTENCIALA

V objektu je predviden TN-S sistem napajanja in ozemljitve električnega sistema. To pomeni:

- zaščitni vodnik PE poteka ločeno od nevtralnega vodnika N
- izpostavljeni prevodni deli so povezani z zaščitnim vodnikom

### Glavna izenačitev potenciala

Za osnovno izenačitev potencialov v objektu je predvidena glavna ozemljitvena zbiralnica, ki je nameščena v omari GIP. Nanjo mora biti povezano naslednje :

- glavni zaščitni vodnik PE
- glavni ozemljitveni vodnik
- glavni vodnik za izenačevanje potenciala, ki povezuje glavne cevi vodovoda, plina, centralne kurjave, kanalizacije in druge kovinske elemente objekta
- strelovodne inštalacije

Glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom objekta, ki je predviden kot skupna zaščitna, obratovalna in strelovodna ozemljitev.

Prerez glavnega vodnika za izenačitev potencialov ustreza določilom iz standarda SIST HD 60364-5-54 :

### Dopolnilna izenačitev potenciala

V vlažnih prostorih, strojnicah in povsod tam, kjer niso doseženi pogoji za zaščito pred električnim udarom, je potrebno izvesti dopolnilo izenačitev potencialov. V takih prostorih so predvidene omarice s Cu zbiralnico. Z zbiralnico so povezane vse kovinske mase v prostoru.

## 6. NAČIN OZNAČEVANJA

Vse el.omare in aparati v postroju morajo biti označeni z oznakami navedenimi v načrtih. Priključni kabli morajo biti na obeh koncih označeni z oznako kabla. Primer označevanja el.omar :

E - 1  
.  
.  
.  
oznaka elektro omare  
el.omara

Vodniki – izmenična napetost

barva	napetost
črna	faza L1
rjava	faza L2
črna	faza L3
svetlo modra	ničelni vod N
rumeno/zelena	zaščitna zbiralka PE
rumeno/zelena	skupni vodnik PEN
	zemlja E

## 7. RAZSVETLJAVA IN MOČ

V načrtu so upoštevane zahteve iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES, UL RS 93/2008. Člen 21.določa, da se mora v stopniščih, hodnikih, kletih in pomožnih prostorih uporabiti senzorje za vklop in izklop razsvetljave.

Pri načrtovanju osvetljenosti so upoštevani minimalni pogoji v Pravilniku o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (UL RS št.89/99), priporočila SDR (slovensko društvo za razsvetljavo) in standard SIST EN 12464-1:2004, svetloba in razsvetljava na delovnem mestu. Izračun osvetljenosti prostorov je narejen po metodi svetlobnega izkoristka:

$$E = ( n * \Phi * \eta * F1 * F2 ) / ( a * b )$$

$$K = a * b / ( a + b ) * ( h - 0.85 )$$

Pri izračunu uporabimo veličine :

E	srednja osvetljenost prostora ( lx )	a	dolžina prostora ( m )
n	število svetilk	b	širina prostora ( m )
$\Phi$	svetlobni tok svetilk ( lm )	h	višina od tal do svetilke ( m )
$\eta$	svetlobni izkoristek prostora		
F1	faktor zaprašenosti prostora		
F2	faktor staranja žarnic		

Svetlobni izkoristek prostora je izbran iz tabele izkoristkov posamezne vrste svetilke v odvisnosti od odbojnosti stropa, sten in delovne površine ter od prostorskega faktorja K, ki je odvisen od oblike prostora.

### Splošna razsvetljava

Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z izoliranjem vodnikov in s postavitvijo svetlobnih elementov v ustrezna ohišja.

Instalacija je narejena z vodnikom NYM in NYM-J v cevi  $\phi$  16, položeni podometno. Razsvetljava je izvedena s svetilkami, ki jih je določil arhitekt ali investitor s stopnjo zaščite IP20, oziroma so puščeni izpusti za naknadno montažo svetilk.

V kopalnicah se vgradijo svetilke s stopnjo zaščite IP54.

Normalno prižiganje razsvetljave je v glavnem preko stikal nameščenih na dostopnih mestih ob vratih in prehodih v višini 1,1 m od tal. Za kopalnice so uporabljeni stikalni tabloji. Vklop razsvetljave na hodnikih in stopniščih je urejen s senzorji gibanja.

### Varnostna razsvetljava

Za minimalno osvetljenost evakuacijskih poti uporabimo svetilke splošne razsvetljave z vgrajenimi AKU moduli, 1 urne avtonomije v trajnem spoju. Normalno so svetilke napajane preko M+D vira električne energije, preklopijo pa na lokalni vir v 0.5 sekunde. Krmilijo se hkrati s svetilkami splošne razsvetljave. Nameščene so pravokotno na smer umika. Svetilke imajo za oznako številko tokokroga in zaporedno številko v tokokrogu. Te svetilke morajo po SIST EN 1838 zagotoviti minimalno osvetljenost :

- evakuacijskih poti 1 lx na tleh, merjeno na sredini evakuacijske poti.
- požarnovarnostne opreme (hidrantne omarice, gasilniki, ročni javljalniki požara, mesta z opremo za prvo pomoč, prostore z glavno el.omaro) 5 lx.

Za označitev poti in izhodov so uporabljeni varnostni znaki v pripravnem spoju z AKU modulom, 1 urne avtonomije.

Zahteve za načrtovanje varnostnih znakov so po SIST 1013 :

- vsi znaki za označitev smeri evakuacijskih poti in izhodov iz prostorov, v stopnišča, v prehode in iz objekta na prosto, morajo biti pravokotne oblike, pri čemer je vodoravna stranica daljša in praviloma dvakrat večja od višine
- mere varnostnih znakov so odvisne od razdalje razpoznavnosti, pri kateri je znak še razpoznaven in viden in se izračuna po standardu SIST 1013
- barva svetilk mora biti po SIST ISO 3864
- varnostni znaki morajo biti nameščeni na vseh glavnih in zasilnih izhodih ter na vseh mestih spremembe nivoja (stopnice, rampe,...) V primeru požara morajo znaki nedvoumno usmerjati ljudi do izhodov na varno. Nameščeni morajo biti na dobro vidnih mestih in sicer v pokončnem položaju na steni ali obešeni s stropa pravokotno na smer gibanja. Spodnji rob znaka naj bo 2 do 2.5 m od tal.

Velikost varnostnih znakov je

razdalja razpoznavnosti L (m)	mere znaka l x h (mm)
< 5	50x25
10	100x50
15	150x75
20	200x100
25	250x125
30	300x150
35	350x175

Tabela klasičnih varnostnih svetilk (upoštevane je 45% izkoristek in svetlobni tok 300 lm)

	svetilke vzdolž evakuacije						svetilke pravokotno na evakuacijo					
H (m)	2.5	3	3.5	4	4.5	5	2.5	3	3.5	4	4.5	5
a (m)	6.1	6.1	6	5.8	5.5	4.7	6.5	6.4	6.4	6.2	6.0	5.9
b (m)	2.6	2.5	2.4	2.1	1.3	1.1	2.4	2.3	2.2	2.1	0.8	0.2

H višina montaže (m)

a razdalja med svetilkami, da se doseže v osi evakuac. poti osvetljenost 1.25 lx na tleh (m)

b razdalja med prvo oz zadnjo svetilko in steno, da se doseže v osi evakuac. poti osvetljenost 1.25 lx na tleh (m)

### Instalacija za moč

Vgrajene so vtičnice L+N+PE, razporejene glede na funkcionalne potrebe prostora in so montirane podometno. Servisne vtičnice so vgrajene ob vratih posameznih prostorov. Posebno razporeditev zahtevajo prostori kot so kuhinje, kopalnice. Višine vgradnje vtičnic in stikal so :

- normalne vtičnice za moč 0.5 m od tal
- vtičnice v kopalnici 1.5 m od tal
- v kuhinji nad delovno površino 1.1 m od tal
- TV in telefonske vtičnice 0.5 m od tal
- stalni priključki za el. štedilnik, pomivalni stroj na višini 0.5 m od tal
- priključek za napo 1.8 m od tal
- stikala za vklop razsvetljave 1.1 m od tal
- stikala za vklop razsvetljave v stanovanjih za invalide 1.05 m od tal

Elektro omara za stanovanje je nadometne izvedbe in je locirana nad vhodnimi vrati.

Iz elektro omare skupne rabe se napajajo sledeči porabniki :

- skupna razsvetljava, vtičnice na hodnikih in skupnih prostorih
- kotlovnica
- hidrofor
- govorne naprave
- dvizna vrata v garaži

## **8. KOMUNIKACIJE (telefonija, internet, TV)**

Dovodni optični kabel FO 2x9/125  $\mu\text{m}$  je od priključne optične omare OPT pripeljan do nadgradne komunikacijske omarice v stanovanju, maksimalne višine 350 mm, locirane nad vhodnimi vrati. Do komunikacijske omarice sta položeni 2 instalacijski cevi  $\Phi$  16 podometno, zaradi možnosti kasnejšega priklopa na drugega komunikacijskega operaterja. Posebno pozornost je treba posvetiti radiju krivljenja, ker so optični kabli občutljivi.

Notranji razvod se izvede v instalacijskih ceveh  $\Phi$  16 podometno z vodnikom UTP cat.6, do TV aparatov, računalnikov, telefonov.

Po končanih delih instalacije je potrebno opraviti meritve in preizkuse :

- preizkus na medsebojno ločitev žil
- preizkus na prekinitev vodnikov
- meritve upornosti zanke instalacijskih vodnikov
- meritve izolacijske upornosti zanke
- meritev upornosti ozemljila

## **9. HIŠNA GOVORNA NAPRAVA**

Domofon se uporablja v objektih, kjer se želi preprečiti vstop nezaželenim osebam. Naprava je namenjena za govorno komunikacijo med vstopnimi mesti v objekt ter med osebo, ki dololi vstop oseb v objekt. Audio govorna naprava sestoji iz :

- zunanjega modula,
- notranjega modula.

Obiskovalec, ki želi vstopiti v objekt mora preko ustrezne tipke izbrati stanovanje (željeno osebo). Izbrana oseba preko notranjega modula vzpostavi zvočno komunikacijo.

## 10. OZEMLJITEV IN STRELOVODNA NAPRAVA

Objekt ima izvedeno strelovodno zaščito v skladu s Pravilnikom o zaščiti stavb pred delovanjem strele UL RS 28/2009, Tehnične smernice TSG-N-003:2013, SIST HD 384.5.54 in SIST EN 62305.

Izbira primerne zaščite pred delovanjem strele temelji na izbiri zaščitnega nivoja. Za vsak zaščitni nivo so definirani največji in najmanjši parametri toka strele, prikazani v tabeli 1, Tehnične smernice TSG-N-003:2013, oziroma tabeli 5 v SIST EN 62305-1.

Vzroki poškodb, vrste poškodb in vrste izgub glede na točko udara strele so prikazani v tabeli 2, Tehnične smernice TSG-N-003:2013.

S pomočjo programa SIRAC (Simplified IEC Risk Assessment Calculator), ki je priloga k SIST EN 62305-2:2006 je izračunan skupni riziko, ki mora biti manjši od dopustenga (tolerančnega) RT. Pri tem so upoštevani vsi tehnični in ekonomski učinki različnih zaščitnih ukrepov po standardu SIST EN 62305-2. Pri izračunu je upoštevana največja gostota strel, podana v prilogi 2 Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele.

Za zaščito pred udarom strele je na podlagi izračuna rizika in podatkov iz Tehnične smernice TSG-N-003:2009, uporabljen **neizoliran sistem zaščitnega nivoja IV**.

Strelovodna instalacija je narejena le z elementi, predvidenimi po veljavnih predpisih. Ozemljitveni vodniki se polagajo v čim bolj ravnih linijah tako, da se izognejo ostrim zavojem ter nepotrebnim prekinitev. Največja dopustna sprememba smeri je 90°, krivinski radij pa 20 cm.

Stiki so izvedeni s trajnim spojem, z varjenjem ali z vijačenjem z vijaki M10. Vsa instalacija je dobro zaščitena pred korozijo, posebno pa še stiki in uvodi v zemljo. Križanja z električnimi kablji so izvedena pod pravim kotom in kabel do ozemljila je uveličen v plastično cev 3 m levo in desno od mesta križanja. Betonska armatura objekta je na večjih mestih povezana z ozemljitvijo.

Po končani montaži strelovodne naprave se izvršijo meritve. Če vgrajena ozemljitev ni zadovoljiva, je potrebno zakopati dodatno ozemljitev v obliki krakov na mestih, kjer so priključeni odvodi na ozemljilo. Pregled strelovodne naprave se izvrši :

- po končani montaži strelovodne naprave
- po vsakem udaru strele v napeljavo ali objekt
- enkrat letno pri kritičnih objektih
- enkrat letno pri objektih s potencialno eksplozivno atmosfera, vizualni pa vsakih 6 mesecev
- vsaki 2 leti pri zaščitnih nivojih I in II
- vsaka 4 leta pri zaščitnih nivojih III in IV

O vsakem pregledu je potrebno sestaviti zapisnik in vanj vpisati vrednosti, ki so bile ugotovljene z meritvami. Iz njega mora biti razvidno ali je strelovodna naprava brezhibna in kakšna morebitna popravila so na njej potrebna.

### Izvedba strelovodne instalacije

Strelovodno instalacijo izvedemo tako, da tvori zaprto kletko okrog varovanega objekta. To kletko sestavljajo :

- lovilci, odvodi
- merilni in vezni stiki
- zemljevedi, ozemljilo

## **Lovilci**

Za lovilne vodnike strelovodne inštalacije se uporabi vodnik  $\Phi$  8 mm. Z lovilci so povezane vse kovinske mase na strehi, kot so : obrobe dimnikov, kovinski ventilacijski jaški itd.

## **Odvodi**

Odvodi povezujejo lovilce z merilnimi sponkami. Izbrani so po tabeli glede na uporabljeni material. Odvodi so nameščeni najmanj na vsakih 10-20 m po obodu fasade. Kot pomožni odvodi lahko služijo odtočne cevi meteorne vode. Odvodi potekajo od strehe do tal v betonu pod fasado.

Z odvodi se povežejo kovinske mase na fasadi, na pr. : kovinske okvirje oken, kovinske obloge, cevovode itd.

## **Merilni stiki**

Merilni stiki služijo za kontrolo ozemljitve in povezavo med odvodom in zemljevodom. Vse kovinske mase na fasadi so priključene na strelovodno instalacijo nad merilnimi stiki.

## **Zemljevodi**

Zemljevodi povezujejo merilne stike z ozemljitvijo. Izbrani so po tabeli glede na uporabljeni material.

## **Ozemljilo**

Ozemljitev je izvedena z ozemljitvenim vodnikom, položenim v zemljo okrog objekta v globini 0.5 m. Najmanjše mere ozemljila so podane v tabeli 1.

Z ozemljitvijo so povezane vse kovinske mase v zemlji kot so cevovodi itd., ki so od ozemljitve oddaljeni manj kot 3 m. Prav tako so z ozemljitvijo povezane vse ozemljitve sosednjih objektov.

## **Določitev strelovodnih in ozemljilnih vodnikov**

Materiali, oblike in minimalni preseki strelovodnih vodnikov lovilne mreže in odvodov so podani v Tehnični smernici TSG-N-003:2013, tabela 10.

Materiali, oblike in minimalne mere ozemljilnih vodnikov so podani v Tehnični smernici TSG-N-003:2013, tabela 11.

## **Izračun ozemljila**

Določi se na podlagi standarda SIST HD 384.5.54 in Tehnične smernice TSG-N-003:2013.

Ponikalna upornost tračnega ozemljila  $R_t$

$$R_t = (1/2 \cdot \pi) \cdot (\rho/l) \cdot \ln(l^2/H \cdot dt) = 0.159 \cdot (\rho/l) \cdot \ln(l^2/H \cdot dt) \quad (\Omega)$$

oz. poenostavljeno

$$R_t = 2 \cdot (\rho/l) \quad (\Omega)$$

## **Udarne ponikalna upornost ozemljila**



Pri izračunu udarne ponikalne upornosti ozemljila upoštevamo le delovno dolžino ozemljila, ki znaša največ 20 m, odvisno od specifične ohmske upornosti zemlje.

$$R_u = k \cdot R_{sk} \ (\Omega)$$

kjer pomenijo :

$R_t$	ponikalna upornost tračnega ozemljila ( $\Omega$ )
$R_{sk}$	skupna ponikalna upornost ozemljila ( $\Omega$ )
$\rho$	specifična ohmska upornost zemlje ( $\Omega \text{ m}$ )
$l$	dolžina tračnega ozemljila ( m )
$H$	globina vkopa ( m )
$d_t$	premer vodnika ( m ) pri čemer je $d = 1/2$ širine traku
$r_k$	redukcijski faktor zaradi vpliva kablovskega omrežja
$r_c$	civilizacijski faktor zaradi doprinosa kovinskih instalacij v naseljenih področjih
$R_{sk}$	skupna ponikalna ozemljitvena upornost z upoštevanjem redukcijskega faktorja ( $\Omega$ )
$k$	korekcijski faktor iz tabele

### Izračun temeljskega ozemljila

Pri izračunu ponikalne upornosti temeljskega ozemljila upoštevamo standard SIST HD 384.5.54., s celotno dolžino ozemljila

$$R_{pt} = \rho / (\pi \cdot D) \ (\Omega)$$

$$D = 1.57 \cdot (V)^{1/3}$$

kjer pomenijo :

$R_{pt}$	ponikalna upornost temeljskega ozemljila ( $\Omega$ )
$\rho$	specifična ohmska upornost zemlje ( $\Omega \text{ m}$ )
$V$	volumen temeljev ( $\text{m}^3$ )
$D$	računski premer ozemljila (m)

### Ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS

Električna izolacija med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli, se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja **s**. Določi se po Tehnični smernici TSG-N-002:2013.

$$S = k_i \cdot (k_c / \text{km}) \cdot l = k \cdot l \ (\text{m})$$

kjer pomeni :

$k_i$	koeficient odvisen od izbrane vrste LPS (tabela 14)
$k_c$	koeficient odvisen od toka strele, ki teče po odvodu (tabela 15)
$km$	koeficient odvisen od električnega izolacijskega materiala (tabela 16)
$l$	vertikalna razdalja kovinske mase od ozemljila (m)

V danem primeru je :

vrsta LPS	: IV
$l$ (m)	: 15
$s$ (m)	: > 0.3

Vse kovinske mase v objektu, ki so oddaljene od strelovodne instalacije za razdaljo **s** ali manj, je potrebno povezati z njo.

#### SKUPNA PONIKALNA UPORNOST

Skupna ponikalna upornost ozemljil in temeljskega ozemljila je

$$R_{sk} = \frac{R_t * R_{pt}}{R_t + R_{pt}} * (r_k * r_c) \quad (\Omega)$$

$$R_{sk} \leq 10 \, \Omega$$

Zaradi odvodnikov prenapetosti je pogoj, da je skupna ponikalna upornost manjša od 5 ( $\Omega$ ). Pogoj za strelovono instalacijo je udarna ponikalna upornost manjša od 20 ( $\Omega$ ). Kadar je specifična upornost tal večja od 250 ( $\Omega$ ), mora biti  $R_u < 0.08 * \rho$ .

#### OZEMLJITEV :

$\rho$	= 300 $\Omega$ m	
$r$	= 0.42	
$r_k$	= 0.7	
$r_c$	= 0.6	
$d_t$	= 0.0125 m	
$H_1$	= 0.5 m	
$R_t$	= 4.8 $\Omega$	tračno ozemljilo
$l_t$	= 130 m	
$V$	= 34 m <sup>3</sup>	temeljsko ozemljilo
$D$	= 3.1 m	
$R_{pt}$	= 25.3 $\Omega$	
$R_{sk}$	= 4.1 $\Omega$	tračno, temeljsko ozemljilo

$$R_{sk} = 4.1 \, \Omega \leq R_p = 10 \, \Omega \text{ ozemljitev zadovoljuje !}$$

Kontrola strelovoda

$$R_{sku} = 4.1 \, \Omega < 20 \, \Omega$$

#### 11. Detekcija plina v plinski kotlovnici

Za detekcijo plina je uporabljena alarmna centrala za detekcijo plina z dvema sondama. Sonde sta montirani pod stropom. V primeru dosega 30% SME, se aktivira zvočni in svetlobni signal in izvede se zapora magnetnega ventila na dovodu plina. Alarmni signal se kot opcija posreduje na požarno centralo.

## 12. KLIC V SILI

V invalidskih stanovanjih je klic v sili urejen s sistemom klicnih naprav »Lifeline«. Te naprave za svoje delovanje potrebujejo samo analogno telefonsko omrežje in omrežno napajanje 230 V, 50 Hz.

Lifeline 400 je poseben telefonski aparat za klic za pomoč. Namenjen je tistim ostarelim, invalidom in bolnim, ki živijo sami in občasno ali le izjemoma potrebujejo pomoč na domu. Priključimo ga na obstoječi telefonski priključek, nanj pa priključimo običajni telefon. Na aparat Lifeline 400 lahko priključimo :

- potezno stikalo za klic v sili
- daljinsko brezžično prožilo
- detektor padca
- detektor izliva vode
- detektor dima
- pohodno blazino
- detektor prenizke temperature

Klic za pomoč se proži s stikalom ali samodejno s pomočjo senzorja. Telefon pokliče osebo, ki bo pomagala. To je lahko nekdo od svojcev, sosedov, prijateljev ali dežurna oseba v centru za pomoč na domu.

Naprava Lifeline 400 omogoča klic na do 6 vpisanih telefonskih števil. V primeru klica na center za pomoč na domu, bo operater v centru vodil dvosmerni pogovor in uravnaval glasnost telefona. Na sprejemni napravi v centru se izpiše osebna številka klicatelja in kod prožila, s katerim je bil aktiviran nujni klic, na računalniku pa osebna kartoteka klicatelja.

Operater sprejme klic s klikom miške pri osebem računalniku. Vzpostavi se govorna telefonska povezava med operaterjem in klicočim, ki je lahko oddaljen od svojega posebnega telefona Lifeline 400 nekaj metrov. Po končanem pogovoru operater s klikom miške prekine zvezo. Sprejemna naprava je tako pripravljena na sprejem naslednjega klica. Sprejemna naprava zabeleži v računalniku čas sprejema in čas zaključitve klica.