

4.1	NASLOVNA STRAN
-----	----------------

<p>ŠTEVILČNA OZNAKA IN VRSTA NAČRTA:</p> <p>4 - NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME</p> <p>INVESTITOR:</p> <p>Občina Laško, Mestna ulica 2, 3270 Laško</p> <p>OBJEKT:</p> <p>Osnovna šola Rimske Toplice - dozidava</p> <p>VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:</p> <p>Projekt za izvedbo - PZI</p> <p>ZA GRADNJO:</p> <p>Nova gradnja</p> <p>PROJEKTANT:</p> <p>ESPLANADA d.o.o., Slovenska vas 5, 8232 ŠENTRUPERT</p> <p>Žig: Podpis:</p> <p>ODGOVORNI PROJEKTANT:</p> <p>Mitja Lisec, univ. dipl. inž. el., IZS E-1374</p> <p>Žig: Podpis:</p> <p>ŠTEVILKA PROJEKTA IN IZVODA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE PROJEKTA:</p> <p>Številka projekta: 30/2012</p> <p>Številka izvoda: 1 2 3 4</p> <p>Kraj in datum izdelave: Slovenska vas, Junij 2013</p> <p>ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:</p> <p>Jože Cugelj, univ.dipl.inž.arh., ZAPS - 1516 A</p> <p>Žig: Podpis:</p>
--

4.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA št. 13/2013-E
------------	--

4.1	Naslovna stran		
4.2	Kazalo vsebine načrta		
4.3	Izjava odgovornega projektanta načrta (samo v PGD)		
4.4	Tehnično poročilo		
4.5	Risbe		
	List 27	Tloris pritličja - razsvetljava	List 2
	List 28	Tloris pritličja - moč, rač. mreža, PC	List 3
	List 29	Tloris nadstropja - razsvetljava	List 4
	List 30	Tloris nadstropja - moč, rač. mreža, PC	List 5
	List 31	Tloris temeljev - potek temeljnega ozemljila	List 6
	List 32	Tloris strehe - inštalacija strelovoda	List 7

4.4	TEHNIČNO POROČILO
-----	-------------------

Načrt je izdelan na podlagi tehniške smernice TSG-1-001:2007, TSG-N-002:2009 in TSG-N-003:2009. V načrtu je upoštevan Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah UL RS 41/2009 in Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES) UL RS 93/2008 (21. člen).

A) NIZKONAPETOSTNI PRIKLJUČEK

a) Obstoječe stanje

Prizidek k obstoječi šoli se bo priključil na obstoječi razdelilec R šola. Priključna moč šole se s tem ne spremeni.

b) Novo stanje

S priklopom prizidka na obstoječi priključek ne spremenimo stanja. Priključna moč objekta ostane nespremenjena. Iz obstoječega razdelilca R šola se do razdelilca RP (razdelilec v pritličju prizidka) položi dovodni kabel NYV-J 5x25 mm². Kabel se položi delno v steno delno po tleh v estrih, kjer mora biti zaščiten z ustrezno zaščitno cevjo PVC fi 60 mm.

c) Tokovna obremenitev novega kabla

Priključna moč OŠ Rimske Toplice se z priklopom prizidka ne spremeni in ostane nespremenjena.

d.1) Zaščita pred kratkostičnim tokom

Izbrana kratkostična zaščita mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- odklopna zmogljivost ne sme biti manjša od pričakovanega kratkostičnega toka na mestu postavitve,
- kratkostični tok mora biti prekinjen v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature.

1. čas trajanja kratkega stika od 0,1 do 5 s... $t = \frac{(k \cdot S^2)}{I^2}$
2. čas trajanja kratkega stika krajši od 0,1 s... $k^2 \cdot S^2 > I^2 \cdot t$, kjer so

t	trajanje v s,
S	prerez v mm ² ,
I	efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v A,
k	115 za Cu vodnike s PVC izolacijo,
k	135 za Cu vodnike z izolacijo iz omrežnega polietilena,
k	74 za Al vodnike s PVC izolacijo,
k	87 za Al vodnike z izolacijo iz omrežnega polietilena,
$I^2 \times t$	vrednost prepuščene energije zaščitne naprave.

Izračun toka enopolnega kratkega stika: Kratkostične razmere morajo biti ugotovljene z meritvijo kratkostične zanke. Izvedemo računsko kontrolo.

d.2) Impedanca NN omrežja na priključnem mestu po podatkih ELEKTRO CELJE:

Podatke poda Elektro Celje.

g) Priključne varovalke in električne meritve za Osnovno Šolo Rimske Toplice

OŠ Rimske Toplice

Merilna oprema ostane nespremenjena. Ker se priključna moč ne spremeni ostanejo enake tudi glavne varovalke.

h) Navodila

Vsa dela pri izkopu, polaganju in zaščiti kablov, montaži kabelskih glav in spojk, montaži kabelske omarice se morajo izvajati v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi ter z upoštevanjem določil republiškega zakona o varstvu pri delu. Pred začetkom zemeljskih del za polaganje kabla oziroma kabelske kanalizacije je potrebno označiti vse ostale komunalne vode, ki potekajo v bližini.

Potrebno je tudi naročiti nadzor predstavnikov posameznih komunalnih organizacij nad izvajanjem del.

Zemeljska dela v bližini električnih kablov se morajo izvajati ročno in zelo pazljivo. Stalno mora biti prisotna odgovorna oseba izvajalca in predstavnik Elektra Maribor.

B) TELEFONSKI PRIKLJUČEK

Za potrebe telefonije se uporabi obstoječi telefonski priključek. Kabel se položi do komunikacijske omare (glej načrt), kjer se naprej izvedejo kabelske povezave do označenih projektiranih mest. Iz komunikacijskega vozlišča se vlečejo telefonski linije in izvede se računalniška mreža z kablji FTP cat.5.

4.4.1 Splošno

Vsa elektro instalacijska dela morajo biti izvedena v celoti skladno z obstoječimi in veljavnimi tehniškimi predpisi in standardi.

Izvajalec elektro instalacijskih del mora pri izbiri in nabavi materiala paziti, da bo vgradil samo tak material, za katerega proizvajalec z atestom oziroma kako drugo uradno listino izdano od pooblaščenih ustanov dokáže njegovo tehniško brezhibnost pri pogojih vgradnje oziroma uporabe.

Za vsa v predračun opisana dela in material veljajo tako glede stroškov kot glede izdelave vrednosti v podjetjih, katerih predmet poslovanja so elektro montažna dela. V primeru uporabe drugačnega materiala je potrebno upoštevati navedbe drugega odstavka tega poglavja in dobiti pristanek nadzornega organa.

Izvajalec je dolžan pisмено obvestiti projektanta, investitorja ter nadzorni organ, če ugotovi, da so potrebne večje spremembe pri izvajanju elektro energetskih instalacij.

Za vse potrebne spremembe mora izvajalec zahtevati pisмено soglasje projektanta. Izvajalec del je dolžan koordinirati z izvajalcem gradbenih del ter z izvajalcem ostalih instalacijskih in montažnih del.

Izvajalec del je dolžan v projektu za izvedbo označiti vse manjše spremembe, ki niso povezane s funkcionalnostjo izvedbe instalacije oziroma montaže.

Izvajalec je dolžan na kraju samem izdati ustrezno izjavo, ateste in meritve o izvedbi instalacije in montiranih naprav. Skupaj z atesti in meritvami pa je dolžan posredovati potrebne prospekte in garancijske liste in navodila za uporabo naprav in instalacij.

Izvajalec del je dolžan v izvedene stikalne bloke izvesti enopolne in večpolne načrte izvedenih del z vsemi potrebnimi oznakami in popisom materiala (vgrajenimi).

Izvajalec je dolžan obračunati dela iz popisa po izvršenih dejanskih izmerah. Točne dolžine kablov in količine kosovnega materiala se določi ob montaži oziroma izvajanju del.

Po zaključenih elektro instalacijskih delih je izvajalec dolžan izdati projekt izvedenih del, v kolikor ni izvajal po projektu za izvedbo.

4.4.2. Tehniško poročilo instalacije razsvetljave

Pri razsvetljavi je potrebno upoštevati Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja UL RS 81/2007.

Glavne smernice pri izdelavi tega projekta so:

- razsvetljava zaprtega prostora naj v okviru celotnega arhitektonskega oblikovanja prostora, ustvarja človeku tako okolje, ki zagotavlja primerno fiziološko in psihološko udobje.
- Razsvetljava mora ustrezati tehniškim in gospodarskim zahtevam,

Glede na postavljene smernice, upoštevamo v projektu razsvetljave še naslednje:

- Naravno svetlobo in vizuelne reakcije človeškega očesa v pogojih, ki jih ustvarjajo različni ambientni pri tej svetlobi,
- Proizvajanje, usmerjanje in porazdelitev svetlobe
- Način oblikovanja prostora (razsežnost, oblike).

Izračun osvetljenosti

Ker računamo osvetljenost v vseh prostorih na isti način, navajamo samo izračun osvetljenosti za tipično igralnico:

Osnovni podatki:

dolžina:	$l = 8,6 \text{ m}$
širina:	$b = 5,65 \text{ m}$
višina:	$h = 3,0 \text{ m}$
tlorisna površina:	$A = 48,59 \text{ m}^2$

Predvidimo naslednje faktorje refleksije:

- faktor refleksije zidov: 0,7
- faktor refleksije stropa: 0,5
- faktor refleksije tal: 0,1

Svetilke bodo priključene na omrežno napetost 220 V.

Koristna višina (h_k) je celotna višina (h) od tal do stropa in znaša:

$$h_k = h$$

Prostorski koeficient izračunamo po enačbi:

$$K = \frac{l \cdot x \cdot b}{h \cdot k \cdot x(l + b)} = 1,13$$

Za izračunani koeficient dobimo izkoristek: $\eta = 0,53$
In faktor zmanjšanja: $f = 0,75$

Predvidena osvetljenost znaša: $E = 400 \text{ lx}$

Celotni izračunani tok znaša:

$$\phi_c = \frac{E \cdot A}{\varepsilon \cdot f} = \frac{400 \text{ lx} \cdot 48,59 \text{ m}^2}{0,53 \cdot 0,75} = \frac{19436}{0,3975} = 48.895 \text{ lm}$$

Za uporabljene fluo svetilke 2x28W, 2x2800 lm dobimo:

$$n = \frac{\phi_c}{\phi_{\text{ž}}} = \frac{48.895 \text{ lm}}{5600 \text{ lm}} = 8,7 \text{ kos svetilk}$$

Potrebno število svetilk: 8-9 kos (odvisno od razporeditve)

Dejansko število svetilk: 8 kos

Tokokrogi instalacije razsvetljave

Instalacijo razsvetljave izvedemo v vseh prostorih podometno v instalacijskih ceveh. Razen instalacija razsvetljave na podstrešju je izvedena nadometno.

Instalacija se izvede s kablji PP-Y, preseka 1,5 mm².

V vseh prostorih je prižiganje lokalno s stikali ob vratih. Stikala so montirana na višini 1,2 m od tal.

Vsi vodi k svetilkam imajo presek 1,5 mm², pri določanju presekov vodov posameznih tokokrogov upoštevamo:

- nazivni tok vseh v tokokrog priključenih porabnikov,
- dovoljeni padec napetosti, do najodalienejšega porabnika svetilke, v najbolj obremenjenemvodu,
- zahteve, da naj bodo vse tri faze enakomerno obremenjene.

Instalacija varnostne razsvetljave

Na izhodih iz igralnic, stopniščih in hodnikih je predvideti instalacijo varnostne razsvetljave. Izvedemo jo s svetilkami z žarnico 11 W, ki imajo vgrajene lastne akumulatorje. Svetilke so montirane nad vrati nad izhodi iz igralnic in na hodnikih ter stopniščih skladno z ZPV. Predvidene so tudi svetilke splošne razsvetljave, ki imajo vgrajene aku modele.

Evakuacijske poti in izhodi morajo biti osvetljeni z varnostno razsvetljavo, ki sveti najmanj eno uro in daje osvetljenost 1lx pri tleh. Smeri izhodov morajo biti označene s piktogrami ustreznih velikosti na vidni razdalji skladno z zahtevami SIST 1013.

Smeri izhodov se označi s piktogrami ustreznih velikosti na vidni razdalji skladno z zahtevami SIST 1013. Evakuacijske poti, izhodi, dostopi do izhodov morajo biti nedvoumno označeni s poenotenimi oznakami (SIST 1013) in morajo biti dobro vidni. Varnostne oznake se namešča na stene ali druge navpične površine pravokotno na smer pogleda oziroma na os evakuacijske poti. Spodnji rob znaka naj bo, kjer je le mogoče 2 do 2,5 m od tal. Poti za evakuacijo morajo biti označene tudi v načrtih evakuacije, ki morajo biti razobešeni na vidnih mestih po objektu (požarni red).

Izhodi morajo biti označeni pravokotno na smer gibanja. V grafičnih prilogah k zasnovi požarne varnosti so označene možne smeri evakuacije in evakuacijski izhodi.

Pri znakih za umik je najmanjša potrebna višina 0,5 % razdalje razpoznavnosti, pri znakih za požarnovarnostne naprave in opremo pa je najmanjša potrebna širina 1,5 % razdalje razpoznavnosti. Število svetlečih znakov (piktogramov) na evakuacijskih poteh je še dodatno odvisno od medsebojne oddaljenosti znakov in vidnosti izhodov (na križiščih evakuacijskih poti in zavojih so potrebni dodatni svetleči znaki).

Varnostna razsvetljava se mora vklopiti v primeru izpada električnega napajanja. Najmanjša osvetlitev mora znašati 1 lx, merjeno na tleh – v osi poti za umik (sistem izvedeno skladno s standardi SIST EN 1838, SIST EN 50171 in SIST EN 60598-2-22).

Rezervno napajanje mora zadostovati za 1 urno delovanja (redne kontrole). Varnostna razsvetljava mora osvetljevati tudi varnostne znake – piktograme.

Izhodi morajo biti označeni pravokotno na smer gibanja. Če izhod ni dobro viden, mora biti označen dostop do izhoda z oznako smeri in oznako – piktogramom za izhod. Število piktogramov na evakuacijskih poteh je odvisno od izbrane velikosti piktogramov, vrste osvetlitve piktogramov (osvetljeni ali svetleči), medsebojen oddaljenosti piktogramov in vidnosti izhodov (na križiščih evakuacijskih poti in zavojih so potrebni dodatni piktogrami).

Po izvedbi – pogled o brezhibnem delovanju aktivne požarne zaščite – varnostna razsvetljava.

4.4.3. Tehnično poročilo instalacije moči

Instalacija moči predstavlja priključitev vtičnic in izdelavo električnih priključkov ogrevanja in prezačevanja.

Vtičnice v prostorih z otroki se montirajo na višini 1,8 m od gotovih tal, splošne vtičnice v ostalih prostorih se montirajo 0,5 m od tal oziroma v parapetnih kanalih ali odvisno od vgrajene opreme.

Vsi vodi k vtičnicam imajo presek 2,5 mm², pri določanju presekov vodov posameznih tokokrogov upoštevamo:

- nazivni tok vseh v tokokrog priključenih porabnikov,
- dovoljeni padec napetosti, do najoddaljenjšega porabnika svetilke, v najbolj obremenjenemvodu,
- zahteve, da naj bodo vse tri faze enakomerno obremenjene.

4.4.4 Izpad omrežne napetosti

Ob izpadu omrežne napetosti v objektu deluje – se vklopi varnostna razsvetljava, ki je napajana preko akumulatorskih modulov, ki zadoščajo za eno urno delovanje. Vsi ostali porabniki ostanejo brez napetosti.

Povratak omrežne napetosti ne povzroči nevarnosti, ker v objektu ni sistemov, ki bi bili z avtomatskim ponovnim zagonom lahko nevarni. Naprave se vzpostavijo v stanje pred izpadom napetosti.

4.4.5 Dimenzioniranje in kontrola padcev napetosti

Kable in vodnike dimenzioniramo glede na dopustno tokovno obremenitev in na padec napetosti od TP do končnega porabnika.

Trajno dovoljeni toki so določeni skladno z veljavnimi predpisi:

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

- za razsvetljavni tokokrog 3%, za tokokroge drugih porabnikov pa 5%, če se električna inštalacija napaja iz nizkonapetostnega omrežja.
- za razsvetljavni tokokrog 5%, za tokokroge drugih porabnikov pa 8%, če se električna inštalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost.

Kontrola padcev napetosti izvedemo po enačbi:

$$du\% = \frac{200 \times I \times P}{\lambda \times S \times U_2} \quad \text{za enofazne tokokroge}$$

$$du\% = \frac{100 \times I \times P}{\lambda \times S \times U_2} \quad \text{za trifazne tokokroge}$$

V gornji enačbi pomeni:

du%	padec napetosti
I	dolžina vodnika v m
λ	specifična prevodnost v Sm (56 Sm-Cu; 36 Sm-Al)
S	presek vodnika v mm ²
P	moč v kW
U	nazivna napetost v V

4.4.6 Kontrola padcev napetosti

Vsi padci napetosti so kontrolirani z enačbo: $du\% = \frac{200 \times I \times P}{\lambda \times S \times U_2}$ ali $du\% = \frac{100 \times I \times P}{\lambda \times S \times U_2}$

Izračun mejne dolžine enofaznega tokokroga preseka 1,5 mm² Cu s končno obtežbo 1,2 kW ob upoštevanju 3% padca napetosti:

$$l = \frac{\lambda \cdot S \cdot U^2 \cdot du}{2 \cdot P \cdot 100} = \frac{56 \cdot 1,5 \cdot 230^2 \cdot 3}{2 \cdot 1200 \cdot 100} = 55m$$

55 m je maksimalna dolžina kabla, da je padec napetosti v mejah 3% pri preseku kabla 1,5 mm².

Izračun padca napetosti v napajalnem vodu od kabelsko priključne merilne omare PMO, do glavnega razdelilca RG, na dovodnem bakrenem kablu 50 mm² Cu in dolžine L = 25 m s konično močjo P_k = 65 Kw.

$$du\% = \frac{P \cdot l \cdot 100}{\lambda \cdot S \cdot U^2} = \frac{65.000 \cdot 25 \cdot 100}{56 \cdot 35 \cdot 400^2} = 0,52\%$$

Kontrola padcev napetosti na glavnih vodnikih

4.4.7. Inštalacija za strojne naprave

Prezračevanje

Prostori se prezračujejo kombinirano – delno naravno, preko okenskih in vratnih odprtin, delno pa prisilno, preko sistema mehanskega prezračevanja.

Prezračevalni kanali, ki potekajo iz enega preko drugega požarnega sektorja (celice), morajo biti obloženi s požarno oblogo, ki zagotavlja vsaj 30 min požarno odpornost – EL 30 in morajo biti brez distribucijskih odprtin ali pa morajo imeti na mejah požarnih sektorjev (celic, instalacijskih jaškov) vgrajene požarne polute s požarno odpornostjo EL 30-S, z mehanskim zapiranjem preko elektro pogona in aktiviranjem preko požarne centrale.

Signalizacija vklopa požarnih loput kot tudi izklop ventilacijskih sistemov sta vezani preko požarne centrale v objektu investitorja.

Ventilacijski in klimatizacijski kanali morajo biti ozemljeni.

Po izvedbi – pregled o brezhibnem delovanju aktivne požarne zaščite – AJP – požarne lopute.

4.4.8. Inštalacija šibkega toka

TELEFON

Predvideno komunikacijsko vozlišče je nameščeno v pritličju v prostoru kabineta. V njem je skoncentrirana vsa telefonska in računalniška inštalacija. Iz KV se izvede celoten telefonski razvod. Telefonska omarica TT je z glavnim delilnikom povezana s kablom IV(st) Y 20x2x0,6.

Telefonske inštalacije do posameznih telefonskih priključkov se izvede s pomočjo kablov FTP cat.5E 4x2Xawg24 v izoliranih ceveh in parapetnih kanalih.

Izolirane cevi so položene v strop, stene, tla.

Predvidene tel. vtičnice so dvojne 2X RJ45, cat.5e ali enojne odvisno od potrebe.

Inštalacija telefonskega omrežja in računalniške mreže se izvede z povezavo iz šole.

INŠTALACIJA TV

V objektu je predviden priključek na zunanjo kabelsko mrežo CATV. Inštalacija se izvede s pomočjo kabla KEL 75/5172 položenega v podometne izolirne cevi. TV priključki se predvidijo v vseh učilnicah. Mreža se izvede žarkasto do kabelskega vozlišča. V primeru druge tehnologije se razvod prilagodi. Dovodni kabel do objekta za potrebe kabelske televizije CATV se uporabi kabel DG 11 Cu. Priključni kabelske kanalizacije se izvede na obstoječi priključek v šoli. Pred pričetkom se je potrebno obrniti na vzdrževalca omrežja na osnovni šoli Rimske Toplice.

4.4.9 UKREPI AKTIVNE POŽARNE ZAŠČITE

Alarmne hupe in izhodni elementi požarnega javljanja so na isti liniji kot javljalniki požara, zato mora biti kabel požarno odporen za 30 min.

Pri prehodu kablov skozi požarne cone, je treba upoštevati standard Smernice SZPV (Slovensko združenje za požarno varnost) in SIST EN 1366-3.

Sistem avtomatskega javljanja požara

Objekti z vzgojo in izobraževalno dejavnostjo, ki se uvrščajo med požarno zahtevne objekte, morajo biti opremljeni s sistemom avtomatskega javljanja požara.

Med delavnim časom odkrivajo in javljajo morebitne požare tudi prisotne osebe v objektu in le-te začetne požare lahko tudi gasijo, oziroma nastanek požara javljajo intervencijskim enotam. Po objektu se vgradi sistem avtomatskega javljanja požara (AJP), ki se bo z instalacijo navezoval na požarno centralo. Projektiranje in izvedba avtomatskega sistema javljanja požara mora biti skladno z normami EN 54 del 14 oziroma Vds 2095. V objektu se predvidi ustrezno ožičenje sistemov aktivne požarne zaščite, s katerimi se omogoča delovanje posameznega sistema v primeru požara, če je to zahtevano.

Predvidi se vgradnja adresabilnega sistema avtomatskega javljanja požara zasnovanega na sistemu popolne zaščite objekta (razen prostorov, namenjenih sanitarijam). Gostota javljalnikov mora biti izbrana skladno z zahtevami proizvajalca izbranega sistema.

V objektu se predvidi adresni sistem za zgodnje odkrivanje požara s centralo za dve adresni zanki s 126 adresami (naslovi). Centrala ima vgrajen napajalnik, alfanumerični LCD prikazovalnik. Centrala loči vsak posamezni javljalnik, ki pošilja centrali analogni podatek o svojem stanju npr. o trenutni temperaturi, koncentraciji dima itd. Centrala shranjuje podatke za vsak javljalnik posebej, računa kratkotrajno in dolgotrajno povprečje in se s primerjanjem podatkov odloča o normalnem, alarmnem ali kasnem drugem stanju. Z računanjem dolgoročnega povprečja se prilagaja počasnim spremembam stanja prostora in javljalnika in ohranja ves čas enako občutljivost na dim. Centrala lahko poleg tega ugotovi, da javljalnik ni prisoten ali da je njegova občutljivost zmanjšana. Toraj o alarmu odloča centrala in ne javljalnik, tako se število lažnih alarmov zmanjša na minimum.

V zanki se uporabijo adresni javljalniki, optični, termični in ročni ter vmesniki in tipke (ročni javljalniki posebej označeni in zaščiteni proti zlorabi) za proženje loput za odvod dima in toplote. Prav tako se v zanko vključijo tudi adresne elektronske sirene.

Na vsakih 20 ali 30 javljalnikov se vgradijo izolatorji. Izolator nadzira tok zanke za seboj. Ko tok zaradi okvare ali kratkega stika prekorači določeno vrednost, izolator izklopi ta del zanke. Alarmiranje v slučaju požara se izvrši preko elektronskih siren z vgrajenim adresnim dekodeerjem.

Instalacija se izvede s kablom JY(st)Y 2x2x0,8, položenih v podometne izolirne cevi v pritličju ter kabelske police PK.

Prav tako centralo vključimo na avtomatski pozivnik telefonskih števil za prenos alarmov na izbrane interne ali eksterne telefone, preko tonskega oddajnika pa tudi na gasilce.

Centrala se s kablom UTP 4x2x24 cat.5(e) poveže s komunikacijskim vozliščem KV zaradi eventuelne obdelave podatkov, grafičnega prikazovanja itd.

Zahteve za javljalne cone

Objekt bo zasnovan na več javljalnih conah, katere nadzoruje eden ali več javljalnikov, centrala pa požar v coni prikaže z vklopom opozorilne lučke za cono ali z izpisom na prikazovalniku. Prostorji, ki tvorijo posamezno javljalno cono glede na norme EN 54/14, navajajo naslednje omejitve:

- Tlorisna površina posamezne javljalne cone ne sme presegati 2000m²,
- Cona naj bo znotraj enega požarnega sektorja, če pa se razteza v več sektorjev, naj bo meja cone enaka meji sektorjev in tlorisna površina manjša od 300 m²,
- Cona naj zajema samo eno etažo, izjemoma se lahko razširi na več etaž, če gre za stopnišče, jašek in podobne prostore,
- Določitev javljalne cone med spuščenimi stropi glede na norme EN 54/14.

Vgrajevanje avtomatskih javljalnikov – specifikacije

En avtomatski javljalnik lahko nadzira le omejeno površino. Potrebno je upoštevati posebnosti prostora, ventilacije, višino in konfiguracijo stropa, vpliv različnih motilnih signalov, upoštevati pa je potrebno tudi dostopnost za servisiranje in vzdrževanje. Vsak zaprt prostor mora imeti vsaj en javljalnik. Javljalniki morajo biti nameščeni v zgornjih 5 % višine prostorov in ne smejo biti poglobljeni v strop. V kolikor je strop nagnjen, se lahko za vsako stopinjo nagiba razdalje v tabeli poveča za 1 %. Če prezačevanje prostora preseže 4-kratno izmenjavo zraka na uro, je potrebno predvideti še dodatne javljalnike. Javljalnik ne sme biti nameščen v toku svežega vstopnega zraka. Če je dovod zraka skozi perforiran strop, mora biti okrog javljalnika strop v premeru 600 mm neperforiran. Če je javljalnik nameščen manj kot 1m od vstopne odprtine ali je hitrost zraka pri javljalniku nad 1 m/s, je potrebno še posebej upoštevati vpliv toka zraka.

Ročni javljalnik požara - specifikacije

Sistem avtomatskega javljanja požara bo dopolnjen tudi z ročnimi javljalniki požara, ki bodo nameščeni po objektu. Ročni javljalniki morajo biti razporejeni tako na gosto, da pot do javljalnika za nobeno osebo v prostoru ne bo daljša od 30 m. Če se v prostoru nahajajo ljudje z oteženim gibanjem, je potrebno razdaljo še zmanjšati. Ročni javljalniki so predvideni ob izhodu iz objekta in na sečiščih evakuacijskih poti, priporočena višina je med 1,2 m in 1,5 m.

Avtomatski javljalniki požara in dima

Avtomatski javljalniki naj bodo optično – dimni in morajo imeti možnost nastavljanja stopenj občutljivosti posameznega senzorja glede na pričakovano vrsto požara. En avtomatski javljalnik lahko nadzira le omejeno površino – področje pokrivanja (skladno z EN 54/14 oziroma DIN VDE 0833). Pri tem se naj upoštevajo posebnosti prostora, ventilacija, višina in konfiguracija stropa, vpliv različnih motilnih signalov, dostopnost za servisiranje in vzdrževanje. Če ni posebnih določil v standardu, se upoštevajo priporočila proizvajalca (vodniki linij požarnega javljanja morajo biti položeni v enem kosu od javjalca do javjalca). Prepovedano je podaljševanje ali vezanje vodnikov v instalacijskih doзах. Kjer so prepovedane zbirne omarice posameznih javljalnih linij, mora to biti tipska omarica fiksno

prijetena na zid in opremljena z telefonsko regleto, na kateri se linije priključujejo. Omarica mora biti označena z rdečo barvo.

Požarna centrala

Požarna centrala mora biti nameščena na takem mestu, ki omogoča enostaven dostop gasilcem, ki morajo ob alarmu s pomočjo prikaza na požarni centrali hitro ugotoviti mesto požara in spremljati potek požara. Vgrajena mora biti v suh in čist prostor. Zagotovljena mora biti primerna osvetljenost prostora, ki omogoča normalno ravnanje s centralo ter branje napisov na njej. Posebno pomembno je, da je požarna centrala usklajena z vsemi ostalimi elementi požarnega javljanja.

Požarna centrala je predvidena v pritličju, v hodniku.

Napajanje:

V primeru požara v in na objektu je velika verjetnost, da bo izpadlo omrežje napajanja. Do požara lahko pride tudi takrat, ko je omrežno napajanje prekinjeno. Iz obeh razlogov se predvidi obvezno rezervno napajanje za vsak požarni sistem. Rezervno napajanje morajo zagotavljati akumulatorji, ki skladno z zahtevami standarda EN 54/14 oziroma VdS 2095 zahtevajo avtonomijo rezervnega napajanja 72 ur v normalnem stanju, po poteku tega časa pa še 0,5 ure v alarmnem stanju. Napajanje alarmnega sistema se ne sme uporabljati v druge namene.

Centrala zaznava:

- aktiviranje preko ročnih javjalnikov,
- aktiviranje preko avtomatskih javjalnikov,
- izpad napajanja na požarni centrali,
- nepravilnosti v delovanju požarne centrale.

Centrala krmili:

- odklepanje električne ključavnice na vratih, namenjenih evakuaciji iz objekta, ki so v normalnem stanju stalno zaklenjena,
- zaprtje požarnih loput prezračevanja na mejah požarnih sektorjev, celic,
- signal o požaru prenese do pristojne gasilske enote ali družbe registrirane za požarno varovanje s stalno 24 urno prisotnostjo (skladno s stand. EN 50136 1-4)
- sproži sistem za alarmiranje, ki osebe preko naprav za alarmiranje (zvočne in svetlobne sirene) obvesti, da je v objektu prišlo do požara.

Alarmiranje

Javljanje intervencijskim enotam opravi centrala po alarmu druge stopnje. Med alarmom prve in druge stopnje je časovni zamik od 1 do 3 minute, kar omogoča kontrolo morebitnega lažnega signala.

V primeru aktiviranja ročnega javjalca pride signal takoj k investitorjevi intervencijski enoti, s katero bo investitor sklenil pogodbo in ima jasna navodila za ravnanje v primeru opozorila s strani požarne centrale. V primeru aktiviranja ročnega javjalca pride signal na centrali v alarm druge stopnje. V primeru požara je možno alarmiranje tudi preko telefona.

Alarmiranje – zvočni signali:

Sistem za alarmiranje je nujno potreben za obveščanje ljudi v objektu o nevarnosti požara in za njihovo varno in pravočasno evakuacijo. Za alarmiranje se bo uporabljal sistem s sirenami, za katere so zahteve glede na normo EN 54/14 naslednje:

- alarmiranje mora biti skladno s požarnim redom,
- vsak splošni alarm mora biti v splošni obliki,
- splošno alarmiranje se vklopi z zakasnitvijo,
- alarmni signal mora biti enak v celotni zgradbi in se mora razlikovati od vseh ostalih signalov,
- zvočna jakost slišnega alarma mora biti minimalno 65 dB(A), ali 5 dB(A) nad hrupom okolice, ki lahko traja več kot 30 sekund,
- v vsakem požarnem sektorju mora biti nameščena vsaj ena sirena.

Za alarmiranje se uporabijo sirene, katerih zvok se mora jasno slišati v vseh prostorih etaže, zvok sirene se mora razlikovati od ostalih sistemov.

Alarmiranje – svetlobni signali:

Svetlobni signali so vzporedni indikatorji k posameznim javjalnikom ali pa so uporabljeni za splošni alarm, istočasno ko se vklopi alarmiranje. Večji svetlobni indikatorji za alarmiranje se uporabljajo za dopolnitev slišnega alarma. Največkrat se uporabljajo bliskavice. Posebnih zahtev za svetlobne signale ni (namestitvev na dovolj dobro vidno mesto).

Po izvedbi – pregled o brezhibnem delovanju aktivne požarne zaščite – sistem avtomatskega javljanja požara.

4.4.10 TEHNIŠKI IZRAČUNI

- Računsko dimenzioniranje vodnikov
- Računska kontrola učinkovitosti zaščite pred posrednim dotikom v TN sistemu
- Kontrola ozemljitve
- Zaščita pred prevelikimi tokovi
- Zaščita pred preobremenitvenim tokom
- Zaščita pred kratkostičnim tokom

a. Računsko dimenzioniranje vodnikov

Pri dimenzioniranju vodnikov upoštevamo zahteve veljavnih standardov za padce napetosti.

Trajno dovoljeni toki ne smejo v vodnikih povzročiti višje temperature kot 70°C (za PVC izolacijo).

V našem primeru so kablji položeni podometno, torej gre za tip instalacije A.

Iz standarda je razvidno, da so trajno dovoljeni toki za kable v našem primeru naslednji:

Kabel	Trajni tok	Faktor pol.	Faktor temp.	Kor. traj. Tok
PP-V 3x1,5 mm ²	14,5 A	0,8	1,06	12,3 A
PP-V 3x2,5 mm ²	19,5 A	0,8	1,06	16,5 A
PP00-V 5x6 mm ²	52,0 A	1,0	1,06	55,12 A
PP00-V 5x10 mm ²	71,0 A	1,0	1,06	75,26 A
PP00-V 5x16 mm ²	96,0 A	1,0	1,06	101,0 A
PP00-V 5x25 mm ²	119,0 A	1,0	1,06	126,0 A

Z upoštevanjem korekcijskih faktorjev za polaganje vzporednih vodnikov in temperaturo, so trajno dovoljeni toki naslednji (glej tabelo).

Za posamezne tokokroge so dejanski trajni toki izračunani po formuli:

$$I_l = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad \text{za enofazne tokokroge}$$
$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad \text{za trifazne tokokroge}$$

Trajni toki so vpisani v enopolnih vezalnih shemah.

b. Kontrola učinkovitosti zaščite pred električnim udarom

Karakteristika zaščitne naprave in impedanca tokokroga morata biti izbrani tako, da je izpolnjen pogoj:

$$Z_s \times I_e < U_0$$

$$Z_{sk} = \sqrt{(R_i)^2 + (X_i)^2} \qquad IK = \frac{U_0}{Z_{sk}}$$

Kjer pomeni:

Z_s impedanca zanke okvare od izvora preko faznega vodnika do mesta okvare in nazaj preko zaščitnega vodnika do izvora.

U₀ nazivna napetost proti zemlji

I_a tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave v določenem času (400 ms) in pogoji kot so predpisani v veljavnih standardih
 R_i ohmska upornost vodnika

X_i induktivna upornost vodnika

I_k kratkostični tok v primeru napake

c. Kontrola ozemljitve

Najmanjši prerezi ozemljitvenega vodnika so podani s standardom.

Najmanjši prerezi zaščitnih vodnikov se določijo po formuli:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

Kjer je:

- S prerez zaščitnega vodnika v mm²
- I efektivna vrednost toka zemeljskega stika v A
- T delavni čas zaščitne naprave v s
- K faktor odvisen od materiala.

Izračunani prerezi morajo biti v skladu s pogoji, določenimi za impedanco kvarne zanke, tako, da okvirni tok zagotavlja delovanje zaščitne naprave v času t, ki ni daljši od 400 ms.

Upornost zaščitnega vodnika mora ustrezati pogoju:

$$RPE < \frac{50 \cdot Z_s}{U_0}$$

Kjer je:

RPE	upornost zaščitnega vodnika med razdelilno ploščo in glavnim izenačenjem potenciala
Z_s	impedanca okvarne zanke
U_0	nazivna napetost proti zemlji

d. Zaščita pred prevelikimi toki

Vodniki morajo biti zaščiteni z eno ali več napravami za samodejno prekinitev napajanja v primeru:

- preobremenitve
- kratkega stika

Naprave, ki zagotavljajo zaščito pred prevelikimi in kratkostičnimi tokom:

- odklopniki, ki imajo nadtokovni sprožilnik
- odklopniki v kombinaciji z varovalkami
- varovalke gl., preizkušene po standardih
- varovalke z varovalnim vložkom glI, preizkušene v posebni napravi za preizkušanje z veliko toplotno prevodnostjo.

Naprave, ki zagotavljajo zaščito pred prevelikim tokom:

- to so zaščitne naprave z inverzno zakasnitvijo, pri katerih je lahko odklopna zmogljivost pod vrednostjo pričakovanega kratkostičnega toka v točki, kjer je naprava postavljena. Izpolnjen mora biti pogoj:

Naprave, ki zagotavljajo samo zaščito pred kratkostičnim tokom:

- te naprave se smejo postaviti tam, kjer se zaščita pred preobremenitvijo doseže na drug način ali kjer ni obvezna zaščita pred preobremenitvijo. Te naprave morajo prekiniti kratkostični tok do pričakovanega kratkostičnega toka.

Takšne naprave so lahko:

- odklopniki s kratkostičnim prožilnikom
- varovalke

e. Zaščita pred preobremenitvenim tokom

Zaščitne naprave morajo odklopiti vsak preobremenjeni tok, ki teče v vodnikih preden ta povzroči segrevanje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje.

Delovna karakteristika naprave, ki ščiti električni vod pred preobremenitvijo mora izpolniti dva pogoja:

1. $I_B < I_n < I_Z$
2. $I_Z < 1,45 \times I_Z$

Kjer so:

- | | |
|----------------------------------|--|
| I_B
I_Z
I_n
I_Z | tok, za katerega je tokokrog predviden
trajni zdržni tok vodnika in kabla
nazivni tok zaščitne naprave
tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave |
|----------------------------------|--|

f. Zaščita pred kratkostičnimi toki

Zaščitne naprave morajo biti sposobne prekiniti kratkostični tok, preden bi ta povzročil nevarnost zaradi toplotnih in mehanskih učinkov v vodnikih in stikih.

Pričakovani kratkostični tok se v vsaki točki določi z izračunom.

Skupna impedanca distribucijskega omrežja na merilnem mestu PMO vrtec znaša:

$$Z_s = 0,0787 \, \Omega$$

Tok kratkega stika:

$$I_K = \frac{U_f}{Z} = \frac{0,95 \cdot 230}{0,0787} = 2776,44$$

$$k = \frac{I_K}{I_v} = \frac{2776,4}{100} = 27,76 > 2,5$$

Kratkostični tokovi, ki se lahko pojavijo znotraj obravnavanega objekta so manjši od izračunanega primera.

Kratkostične zmogljivosti naprav znotraj objekta morajo presegati izračunano vrednost 0,6 kA.

Karakteristike zaščitnih naprav:

- odklopna zmogljivost ne sme biti manjša od pričakovanega kratkostičnega toka na mestu postavitve
- vsak kratkostični tok, ki se pojavi v katerikoli točki tokokroga mora biti prekinjen v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature, za kratke stike, ki trajajo do 5s, za čas t v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike od najnižje dovoljene temperature v normalnem obratovanju, do mejne temperature prilično izračuna po formuli:

$$t = K \times s / I$$

Kjer so:

t	trajni tok v s
s	prerez v mm ²
I	efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v A
K = 115	za bakrene vodnike s PVC izolacijo
K = 135	za bakrene vodnike z izolacijo iz gume, butilne gume, omrežnega polietilena in etilen propilenske gume

Vrednosti niso definirane za:

- male vodnike (prereza manj kot 10 mm²)
- trajanja kratkega stika čez 5 s
- druge vrste spojev vodnikov
- gole vodnike
- vodnike z mineralnim izolantom

Nazivni tok kratkostične zaščitne naprave je lahko večji od dovoljene tokovne obremenitve.

Kontrola kratkostičnih tokov je bila izvršena za kabel večjih presekov. Kratkostični toki so podani v priloženi tabeli. Čas delovanja zaščite je v našem primeru $t < 0,4$ s, tako da se vodniki ne segrejejo do dopustne temperature.

4.4.11 Glavna in dodatna izenačitev potencialov

Glavna izenačitev potencialov

Glavna izenačitev potencialov se izvede s povezavo vseh tujih prevodnih delov med seboj in z zaščitno ozemljitvijo.

Vodnik za glavno izenačitev potencialov mora medsebojno in z zaščitno ozemljitvijo povezati naslednje prevodne dele v vsakem objektu:

- glavni zaščitni vodnik (glavni nevtralni vodnik pri TN-S sistemu)
- PEN vodnik (pri TN-C ali TN-C-S sistemu)
- glavno ozemljilno sponko glavnega ozemljitvenega vodnika
- cevi in podobne kovinske konstrukcije v objektu (plinovod, vodovod, kanalizacija, vodila dvigal idr.)
- kovinske dele konstrukcij, centralne kurjave in klimatizacijskega sistema,
- sisteme zaščite pred delovanjem strele.

V TT in IT sistemih se N vodnik ne sme spojit z ozemljitveno zbiralko.

Vsi posamezni vodniki za glavno izenačitev potencialov, morajo biti spojeni na ozemljitveno zbiralko glavne izenačitve potencialov.

Ozemljitvena zbiralka glavne izenačitve potencialov, s katero so povezani posamezni vodniki za izenačitev potencialov, mora imeti trajno in jasno označene sponke za priključek posameznih vodnikov za izenačitev potencialov.

Prerez vodnikov za glavno izenačitev potencialov mora biti med 6 in 16 mm² Cu, če vodnik ni mehansko zaščiten, oziroma 16 mm² Al, pri čemer v tem razponu ne sme biti manjši od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v inštalacijskem sistemu.

Prerez ozemljilnega vodnika zbiralke za glavno izenačitev potencialov mora biti skladen z določili za zaščitne in ozemljilne vodnike.

Sistem za izenačitev potencialov se mora povezati z zaščitnimi vodniki celotne opreme, vključno z vtičnicami.

Dodatna izenačitev potencialov

Dodatna izenačitev potenciala je kompenzacijski zaščitni ukrep, ki se mora uporabiti, če zaščitni pogoji za neki inštalacijski sistem niso ustrezni.

Dodatna izenačitev potencialov je v TN ali IT sistemih zelo dolgih tokokrogih in kadar je impedanca okvarne zanke prevelika, da bi se zagotovilo delovanje zaščitne naprave v predpisanem času.

Z dodatno izenačitvijo potencialov se mora znižati napetost dotika na vrednost, ki ni nevarna, in ki lahko ostane neomejeno dolgo.

Lokalno dodatno izenačitev potencialov je treba izvesti, kadar naprava, ki zagotavlja zaščito pred posrednim dotikom tokokroga ali opreme pri okvari izolacije, ne zagotavlja izklopa tokokroga v času, ki bi preprečil vzdrževanje napetosti:

- nad 50 V efektivne imenične napetosti 15 – 1000 Hz (oziroma 24 V zaradi vlažne ali 12 V zaradi mokre kože v posebnih pogojih okolja) ali

Kadar je izvedena dodatna izenačitev potenciala, je odklopni čas samodejnega odklopa napajanja do 5 sekund primeren, če je zaščitna naprava varovalka. Če je zaščitna naprava odklopnik, je tok, ki ga je treba upoštevati, najmanjši tok, ki zagotavlja trenutno delovanje odklopnika.

Dodatna izenačitev potencialov mora vključevati vse hkrati dostopne izpostavljene prevodne dele pritrdjene opreme in tuje prevodne dele, in kadar je mogoče, glavne kovinske betonske armature uporabljene v objektu.

Za učinkovitost dodatne izenačitve potencialov, je treba izpolniti pogoji, da je upornost med hkrati izpostavljenimi prevodnimi deli in tujimi prevodnimi deli količnik med vrednostjo dovoljene zgornje meje male napetosti, glede na pogoje vplivov okolice in toka, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave – za diferenčno tokovno zaščito je to delavni diferenčni tok.

Vsi posamezni vodniki za dodatno izenačitev potencialov morajo biti povezani na zbiralko za dodatno izenačitev potencialov, ki mora imeti trajno in jasno označene sponke za priključek posameznih vodnikov za dodatno izenačitev potencialov in biti povezana z zbiralko glavne izenačitve potencialov.

Prerez vodnikov za dodatno izenačitev potenciala mora biti 4 mm², prerez povezave med zbiralko dodatne izenačitve potencialov in zbiralko glavne izenačitve potencialov pa mora biti enak prerezu vodnikov za glavno izenačitev potencialov.

4.4.12 Inštalacija za zaščito pred škodljivim delovanjem električnega udara

Upoštevati je potrebno Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele UL RS 28/2009.

Objekt zaščitimo pred škodljivimi vplivi električnega udara s strelovodno napravo, za katero je potrebno izdelati tehniško dokumentacijo. Pri izdelavi tehniške dokumentacije je potrebno upoštevati veljavne tehniške predpise in standarde.

Objekt je zidana zgradba z enokapnico. Strelovodno mrežo sestavljajo:

- lovilnih vodov
- odvodov
- ozemljila

Lovilni vod

Za lovilne vode uporabimo vodnik RF inox fi 8 mm, ki ga vodimo po strehi tako, da napravimo mrežo s kvadrati z osnovnico do največ 20 m. Na vsakih 20 m ali manj napravimo odvode.

Odvodi

Za odvode uporabimo vodnik RF inox fi 8 mm, ki ga vodimo po žlebovih. Vsi spoji in ostala dela morajo biti izvedeni s standardnimi materiali.

Ozemljilo

Za ozemljilo uporabimo trak Fe/Zn 25x4 mm, ki ga položimo v temelj. Trak položimo na rešetko armature temelja. S polaganjem traku vzdolžno in prečno dosežemo enovito strelovodno mrežo. Na mestih, kjer so predvideni odvodi, napravimo 3 m dolge odcepe, ki jih vodimo iz temelja in napravimo priključke (merilne sponke) za spoje z odvodi. Okrog objekta položimo valjanec Fe/Zn v zemljo.

Splošne določbe

Pred pričetkom del na strelovodni napeljavi, je potrebno izmeriti specifično upornost tal, po izvršenih delih pa preveriti prehodno upornost zemlje. Prav tako je potrebno po končanih delih vse spremembe vnesti v izvršilne načrte. Strelovodna napeljava mora imeti svojo evidenčno knjigo, v katero vpisujemo vse morebitne okvare pri atmosferskih motnjah oziroma praznitvah. S predpisi je zahtevano, da občasno (najmanj enkrat v petih letih)

preverimo prehodno upornost zemlje. Za meritve izberemo sušno obdobje, rezultat meritev pa vnesemo v evidenčno knjigo.

Izračun upornosti ozemljila

Vlogo skupnega ozemljila prevzame celotna jeklena armatura, postavljena v temelj objekta.

Trak, ki ga položimo na jekleno rešetko s svojim presekom ne vpliva na celotno upornost ozemljila, igra pa vlogo povezovalca posameznih jeklenih palic. Temelj predstavlja armiranobetonski sklop z jedrom, v katerem se ob robovih približno 5 cm pod površino nahaja jeklena armatura. V pošttev pridejo le palice ob straneh in na dnu temelja.

Podatki za izračun:

specifična upornost betona:	ro b = 5000 Ωm
specifična upornost zemlje:	ro z = 100 Ωm
debelina betona:	d = 5 cm
dolžina ozemljila:	l = 150 cm

Armatura ozemljila:

število palic:	n1 = 10
premer:	d1 = 16
število palic:	n2 = 10
premer:	d2 = 8

Specifična upornost betona na podani debelini znaša:

$$ro\ b = ro\ b \times d = 5000 \times 0,05 = 250\ \Omega m$$

Ob upoštevanju specifične upornosti zemlje, znaša specifična upornost:

$$ro\ u = ro\ b + ro\ z$$

Izračun ekvivalentnega preseka:

$$D1 = n1 \times d1$$

$$\frac{D2}{D} = \frac{n2 \times d2}{n1 \times d1}$$

$$D = 0,24\ m$$

Izračun upornosti po Loblu:

$$Ru = 0,37 \cdot \frac{rou}{n \cdot l} \log \frac{n \cdot l \cdot l}{D \cdot h}$$

Kjer je:

N	število palic betonskega železa
l	dolžina palic v m
D	ekvivalentni premer v m

h	globina vkopa (do 2 m)
rou	specifična upornost

$$Ru = 0,37 \cdot \frac{250}{10 \cdot 20} \log \frac{10 \cdot 20 \cdot 20}{0,24 \cdot 0,8} = 1,9 \Omega$$

Upornost v celoti ustreza in je ne korigiramo.