

4.1 TEHNIČNO POROČILO

1. TEHNIČNI OPIS

1.1 SPLOŠNO

Prostori se nahajajo v dosedanji Ginekološki kliniki Ljubljana v drugem nadstropju in zajemajo predvsem bolniške sobe, prostore za sestre, prostore pripravo zdravil in pripadajoče prostore. V prvi kleti je predviden nov UPS prostor in zamenjava kompenzacijske naprave.

PZI načrt električnih inštalacij za močnostne inštalacije in elektro inštalacije za strojne naprave in CNS za »**ODELEK ZA INTENZIVNO NEGO ODRASLIH V 2. NADSTROPJU KO ZA PERINTALOGIJO NA GINEKOLOŠKI KLINIKI UKC LJUBLJANA**« investitorja UKC Ljubljana je izdelan na osnovi gradbeno arhitektonskih podlog, projektne naloge, projektnih pogojev, obstoječih načrtov inštalacije, obstoječe študije požarne varnosti, smernice MZ TSG-12640, ter dogovorov z arhitektom in investitorjem.

V projektu so obdelane naslednje vrste močnostnih elektroinštalacij:

- elektroenergetski razvod 0.4 kV, ozemljitve in zaščita pred prenapetostmi
- postavitve novega UPS sistema in razvod
- zamenjava kompenzacijske naprave
- splošna razsvetljava
- varnostna razsvetljava po sobah
- el. inštalacije za malo moč in vtičnice
- el. inštalacije za tehnologijo
- sistem izenačevanja potencialov

ELEKTROINSTALACIJE STROJNIH NAPRAV IN CNS, ki obsegajo:

- napajanje razdelilnikov strojnih naprav, ki so predvideni v projektih strojnih naprav in razdelilnika s PLC krmilnikom za povezavo krmilno-regulacijske opreme strojnih naprav
- povezavo posameznih krmilnikov na centralni nadzorni sistem

Načrt električnih inštalacij in električne opreme – močnostne elektroinštalacije je izdelan v skladu s slovenskimi pravilniki in zakoni ter z veljavnimi standardi ter evropskimi normami in pravili za tovrstne objekte. Pri projektiranju so upoštevane smernice za zdravstvene objekte (bolnišnica) iz prostorske tehnične smernice TSG-12640-001:2008.

Sistem napajanja inštalacij je TN – S.

1.2 ENERGETSKI RAZVOD IN VIRI NAPAJANJA

Prostori bodo oskrbovani z energetske mediji iz obstoječih energetskih postrojenj (trafo postaja in dizel agregat), ki se nahajajo v prvi kleti objekta.

Nov energetski medij bo UPS, ki se bo nahajal v prvi kleti poleg dvigala (zdaj je tam čajna kuhinja).

1.2.1 NEPREKINJENO NAPAJANJE – UPS SISTEM

Za zanesljivejše delovanje in zagotavljanju kvalitetnega električnega napajanja nujnim potrošnikom je predvidena njihova priključitev na nov vir neprekinjenega napajanja (UPS), ki se bo nahajal v 1. kleti, s čimer se doseže predvsem neobčutljivost na razne (pre)napetostne sunke,

nepravilno obliko sinusnega signala, nihanja v omrežni napetosti in zagotovitev napajanja ob izpadih omrežne napetosti. Poleg tega je UPS tudi izvor napajanja teh porabnikov od trenutka izpada omrežne električne napetosti pa do trenutka, ko to vlogo prevzame dizel električni agregat.

S projektom je predviden modularni sistem UPS-a, z moduli po 20 ali 25 ali 30kW, razširljiv na 175-180kW (6-9 modulov) + en modul redundance (n+1).

V tej fazi sta predvidena dva modula + en modul redundance.

Preko UPS-a se bodo napajali sledeči uporabniki:

- IT sistem napajanja
- računalniki na delovnih mestih
- komunikacijska vozlišča
- posamezna tehnološka oprema

Avtonomija sistema je predvidena za 10 minut.

1.2.2 KOMPENZACIJA JALOVE ENERGIJE

V sklopu obstoječe transformatorske postaje se nahaja obstoječa kompenzacija jalove energije. Zaradi dotrajanosti je predvidena zamenjava. V času projektiranja so bile izdelane enotedenske meritve električnih veličin z analizo mreže na obeh transformatorjih. Transformatorja sta moči 630kVA in ne delata v paralelni vezavi.

Na osnovi enotedenskih meritev in predvidevanja obremenitev čez celo leto, smo se odločili za filtersko kompenzacijo moči 200kVAr. Predvidena je za montažo na mestu obstoječih. Kabelske povezave do NN polja so predvidene nove. V NN plošči se priključi na obstoječe odcepe, s tem da se zamenja varovalne vložke.

1.2.3 NIZKONAPETOSTNI RAZVOD ZNOTRAJ OBJEKTA

Od posamezne NN plošče (mreža, agregat, UPS) v novem NN prostoru potekajo kabli do posameznih pod razdelilnikov oziroma večjih porabnikov, ki se nahajajo:

- v nišah na primernih prostorih posameznega nadstropja
- ob instalacijskih vertikalah
- v obrobju hodnikov
- na ostalih primernih mestih

Kabli potekajo:

- položeni na police v tehničnem stropu
- v obstoječih vertikalah v instalacijskih jaških in utorih, ki so speljani na primernih lokacijah stavbe

Iz posameznih etažnih razdelilnikov pa do končnih porabnikov potekajo kabli:

- za razsvetljavo - pretežno v tehničnem stropu
- za splošne vtičnice, tehnološke priključke in do parapetnih kanalov - po policah v dvojnem stropu in stenah
- za tehnološke priključke, ki niso ob stenah - v tlaku

Kabli, ki so povezani s požarno varnostjo, imajo ustrezno požarno odpornost v skladu s študijo požarne varnosti.

Vsi energetske – napajalni kabli morajo imeti na obeh koncih in na revizijskih mestih (prehodi skozi stene na obeh mestih, iz polic v jaške in kinete...) trajno neizbrisljivo oznako iz načrta.

Vsi kabli končnih tokokrogov morajo imeti v razdelilniku trajno neizbrisljivo oznako iz načrta.

V pisarnah ob pisarniških mizah in ostalih delovnih mestih so predvideni parapetni kanali. V bolniških-intenzivnih sobah so za posteljo predvideni bolniški kanali.

1.2.4 SPLOŠNA OPREMA RAZDELILNIKOV

V razdelilnikih je predvidena sledeča oprema priznanih svetovnih proizvajalcev:

- glavno stikalo razdelilnika se nahaja v pripadajoči omari pod vrati omare.
- za močnejše odcepe iz razdelilnikov (nad 63A) so predvideni odklopniki
- instalacijski odklopniki za ostale porabnike
- prenapetostni odvodniki 100kA oz. 15kA, nameščeni takoj ob dovodu v omaro.
- oznake vseh naprav (stikala, instalacijski odklopnik, odvodniki) v razdelilniku morajo biti na omari in na sami napravi.
- tipska ključavnica vseh razdelilnikov v UKC-ju

V vsakem razdelilniku bo rezervni prostor cca 25% za dodatne elemente.

Za napajanje splošne moči in razsvetljave je za posamezno področje predviden en razdelilnik, ki se napaja iz vira mreža/agregat.

Razdelilniki morajo imeti vrata s tritočkovnim zapiranjem in s tipsko kljuko in ključavnico s polcilindrom tipa TITAN K1. Šifro ključa naj bo identična z ostalimi ključi za odklepanje razdelilnikov v UKC; oziroma šifro sporočijo v oddelku tehnične vzdrževalne službe UKC-ja.

1.2.5 OZNAKE RAZDELILNIKOV

Vsi razdelilniki in aparati v postroju morajo biti označeni z oznakami navedenimi v načrtih.

Na zunanji strani razdelilnika mora biti ploščica z imenom proizvajalca, tipska oznaka ali identifikacijska številka, oznaka uporabljenega sistema (TT, TN, IT, ...). Oznaka mora ustrezati določbam SIST EN 61439-1.

Priključni kabli morajo biti na obeh priključnih mestih označeni z oznako kabla. Oznake kablov morajo biti trajne in na vidnem mestu.

1.2.6 ŠE NEKAJ NAPOTIL ZA SISTEM ELEKTROENERGETSKEGA NAPAJANJA

Delitev prostorov v objektu po namembnosti

prostori namenske skupine 0

V njih:

- niso trajno nameščeni elektromedicinski aparati,
- pacienti običajno trajno niso v stiku z elektromedicinskimi aparati,
- v nekaterih primerih se uporabljajo le običajni splošni elektromedicinski aparati,
- se uporabljajo elektromedicinski aparati, ki imajo lastno vgrajeno energetsko napajanje.

prostori namenske skupine 1

V njih so v uporabi medicinski aparati, ki so energetsko napajani iz energetskega omrežja objekta. Ob izostanku energetskega napajanja medicinskim aparatom to nima posledic za pacienta.

prostori namenske skupine 2

V njih so v uporabi medicinski aparati, ki so energetsko napajani iz omrežja objekta in katerih delovanje je življenjsko pomembno za pacienta.

Za energetsko napajanje se zahteva:

- za glavnim razdelilnikom - razvodom naj ne bo več vodnika PEN (zaščitno – nevtralni vodnik: delitev na N in PE vodnik),
- za prostore namenske skupine 2 se zahteva:
 - dva energetska dovoda do vsakega razdelilnika (dovod iz omrežja in dovod iz zasilnega napajanja z avtomatičnim preklopom UPS in DEA),
 - posamezen IT sistem napaja svoj prostor ali skupino naprav v prostoru,

- z zasilnim napajanjem je lahko energetska napajano več prostorov,
- močnostni transformatorji sistema IT morajo biti po možnosti nameščeni izven prostorov namenjenim medicinski dejavnosti,
- močnostni transformatorji za IT sistem naj bodo izvedeni z ločenimi navitji in ojačeno izolacijo.
- nazivne napetosti na sekundarni strani transformatorja (IT sistem) naj bodo $\leq 230V$,
- močnostni transformator za IT sistem naj ima izveden statični oklepom z izvedenim (dostopnim) izvodom,
- kratkostična napetost močnostnega transformatorja naj bo $\leq 3\%$,
- vklopni tok v praznem teku močnostnega transformatorja naj bo manjši od $\leq 8 I_n$,
- izvedena naj bo signalizacija močnostnega transformatorja za pregrevanje,
- dovoljena moč močnostnega transformatorja je med 3,15 in 8 kVA, 230/230V
- zaradi preobremenitve se naj ne odklapljajo te naprave IT sistema:
 - kabli in napeljava med razdelilnikom in močnostnim transformatorjem,
 - močnostni transformator,
 - napeljava v IT sistemu po močnostnem transformatorju.
- obstaja naj tudi možnost napajanja omrežja (IT) posameznega močnostnega transformatorja v primeru, ko nastane odklop enega izmed njih.

1.3 SPLOŠNA RAZSVETLJAVA

Pri projektiranju so bili upoštevani veljavni predpisi in priporočila za tovrstne prostore (TSG-12640-001:2008, tabela A.1, kakovostni kriteriji razsvetljavne tehnike in navodila za zdravstvene prostore).

Tipi svetil so prilagojeni tipu stropov, ki bodo predvideni s strani arhitektov, ter zahtevam tehnološkega načrta (tipi, barve sijalk, način vklopov, krmiljenja).

Svetlobna telesa so izbrana na osnovi izračuna osvetljenosti na nivoju 0,85 m od tal. Osvetljenost posameznih prostorov mora biti :

• Hodniki	300lx
• Bolniške-intenzivne sobe	500lx
• sanitarije	400lx
• pomožni prostori	200lx
• strojnice, tehnični prostori, energetika	300lx

Predvidena so pretežno:

- LED svetila ustrezne kvalitete in zaščite, raznih izvedb z elektronskimi predstikalnimi napravami za regulacijo svetlobnega toka in nadzor nad svetilkami (DALI), ustrezne IP zaščite (sobe, hodnik, sestrška baza,...),
- fluorescentna svetila z elektronskimi predstikalnimi napravami in T8 sijalkami ustreznih barv in IP zaščite (UPS prostor), upravljanje je predvideno s stikali,
- LED svetila ustrezne kvalitete in zaščite (sanitarije, osebje, priprava zdravil), upravljanje je predvideno s senzorji in/ali stikali,
- svetila za indirektno/direktno osvetlitev, vgrajena v bolniške kanale z elektronskimi predstikalnimi napravami za regulacijo svetlobnega toka in nadzor nad svetilkami (DALI), (bolniške sobe)

Viri napajanja svetil po prostorih bodo usklajeni s tehnološkim načrtom, splošno pa bo:

- napajanje svetil splošne razsvetljave bo izvedeno iz vira agregat.

1.4 VARNOSTNA RAZSVETLJAVA

Varnostna razsvetljava se obdeluje v ločenem projektu za celotno ginekološko kliniko in ga izdeluje BOJAN MIKOLIČ, S.P. - MB BIRO.

V tem projektu so zajete varnostne svetilke po sobah in ožičenje za navezavo na sistem, ki je obravnavan v ločenem projektu (MB-29/12-14).

1.5 EL. INŠTALACIJE ZA MALO MOČ IN VTIČNICE, TER TEHNOLOGIJO - PRIKLJUČKI NAPRAV

1.5.1 SPLOŠNO

Električna instalacija za malo moč in vtičnice, ter tehnologijo obsega napajanje:

- električnih priključkov, ki jih zahteva tehnologija klinike, skladno s tehnološkimi načrti
- pogone avtomatskih vrat
- priključke vseh vtičnic,
- priključke naprav, ki bodo podani v strojnih projektih

Vir napajanja (mreža, agregat, UPS, stabilizirani vir napajanja) je prilagojen tehnološkemu načrtu.

1.5.2 BOLNIŠKI KANALI

Bolniški parapetni kanali so iz eloksiranega aluminija in s kovinsko pregrado za močnostne inštalacije in signalno-komunikacijske inštalacije, ter ločenim kanalom za vodenje medicinskih plinov. Kanali morajo biti opremljeni komplet s pokrovom, pregradami, spojkami in direktno in indirektno svetilko.

Uporabljeni so bolniški kanali, ki izpolnjujejo pogoje glede TSG-12640-001:2008 in IEC 60598-1:2008, IEC 60598-2-25:1994+A1:2004, ter zahtevam UKC glede nivoja kvalitete opreme.

1.5.3 VTIČNICE

Število in tip (samostojne, v parapetnih kanalih,...) vtičnic po prostorih, lokacije in vir napajanja se prilagodijo tehnološkemu načrtu.

Uporabljene so vtičnice, ki izpolnjujejo pogoje glede TSG-12640-001:2008 in IEC 60884-1:2002+A1:2006, ter zahtevam UKC glede nivoja kvalitete opreme. Uporabljene morajo biti vtičnice, ki imajo zanesljiv ozemljitveni kontakt, sestavljen iz dveh po robu postavljenih pločevinastih kontaktov (kot na primer JUNG). Predvidene so sledeče barve vtičnic:

Mreža	- bela
Dizel agregatsko napajanje	- zelena
UPS napajanje	- oranžna
IT napajanje	- bela z napisom »IT napajanje« in signalno LED diodo, ki ponazarja prisotnost napetosti

Pri vsaki vtičnici je potrebno napisati pripadajoč tokokrog in vir napajanja.

Mreža	- bela nalepka črna pisava
Dizel agregatsko napajanje	- zelena nalepka črna pisava
UPS napajanje	- rdeča nalepka črna pisava
IT napajanje	- modra nalepka črna pisava

1.5.4 NAPRAVE, PRIKLJUČENE NA IT SISTEM

V bolniških-intenzivnih sobah je predvideno napajanje vtičnic preko IT sistema in kontrolnika izolacije za vsak tokokrog. Vsak IT sistem ima dva vira napajanja. Primarni vir predstavlja napajanje preko UPS sistema, sekundarni rezervni vir pa je predviden iz DEA napajanja. Vsaka IT naprava poskrbi za brezprekinitveni preklop ob izpadu enega vira in sproži odgovarjajočo signalizacijo preko nadzornega tabloja.

Predvidene so štiri IT omare, ki bodo locirane v hodniku. IT sistemi so predvideni z 6,3 in 8kVA transformatorjem in z 12-timi in 18-timi ločeno nadzorovanimi tokokrogi.

Za vsako posteljo v sobah (v sobah je skupaj 21 postelj) sta predvidena dva ločena tokokroga na posteljo. Nanju so priključene vtičnice v bolniških kanalih.

1.5.5 MEDICINSKA OPREMA

Za priklop preiskovalnih svetilk je v bolniškem kanalu predvidena dodatna vtičnica, ki se napaja iz agregatskega vira.

Prav tako je na steni predvidena vtičnica za priklop postelje, ki se prav tako napaja iz agregatskega vira.

1.6 SISTEM IZENAČEVANJA POTENCIALOV

Objekt ima obstoječ ozemljitveni sistem.

Strelovodni sistem na kliniki ostane obstoječ.

V bolniških kanalih je predvidena tipska zbiralka za dodatno izenačenje potencialov IP. Na te zbiralke je potrebno priključiti vse ozemljitvene vtičnice kakor tudi tuje prevodne dele kot so kovinska oprema in stativi

1.7 UKREPI NA PODROČJU ELEKTROMAGNETNE ZDRUŽLJIVOSTI

V objektu je potrebno upoštevati ukrepe, pravilnike in predpise s področja elektromagnetne združljivosti. V ta namen so pri projektiranju upoštevani ustrezni razmiki med razvodi in opremo jakega toka in signalno-komunikacijskih instalacij, ter morebitne oklopitve razvoda na kritičnih mestih (zaprte kovinske police, kovinski kanali, kovinski parapetni kanali s kovinskimi predelnimi stenami...). V sobah in ostalih prostorih z medicinsko opremo so instalacije predvidene s kablji z opletom za preprečitev elektromagnetnih motenj.

1.8 EL. INSTALACIJE ZA STROJNE NAPRAVE IN CNS

El. instalacije za strojne naprave so predvidene za napajanje porabnikov strojnih naprav, ki so predvideni v strojnem projektu.

Sistemi bodo opremljeni kompletno z omaro in z vgrajeno avtomatiko. Funkcijsko delovanje bo predvideno v strojnem projektu.

Detajlne vezalne sheme razdelilnikov z vgrajenimi krmilniki pa izriše dobavitelj krmilnikov. Sheme potrdijo investitor, uporabnik in nadzor.

Za povezavo krmilj kompaktnih strojnih naprav (prezračevalna naprava, UPS), bo predvideno s komunikacijskimi vmesniki Modbus RTU RS485.

Predvidena je povezava posameznih krmilnikov na obstoječi program nadzornega sistema UKC-ja (sistem elektro energetike, stavbne avtomatike, strojne energetike (prezračevanje, medicinski plini, ...) ...

Preko CNS-a bo glede na obstoječe stanje dodatno predvideno naslednje:

- **nadzor nad novimi elektroenergetskimi sistemi in sistemi za rezervno napajanje z električno energijo** (IT sistem povezan v mrežo in preko vmesnika na industrijsko mrežo, UPS (Modbus RTU RS485, ...),
- **nadzor nad porabo energentov** (analizatorji na novih etažnih razdelilnikih),
- **nadzor nad medicinskimi plini** (DI signali).

Vsi porabniki strojnih naprav prezračevanja, hlajenja, ... (črpalke, ventilatorji, ventili, tipala,

termostati in drugi sklopi) morajo imeti poleg ploščico z neizbrisljivo oznako elementa iz pripadajoče elektro in strojne sheme.

1.9 DEMONTAŽNA DELA IN DELA POD NAPETOSTJO

1.9.1 DEMONTAŽNA DELA

V obravnavanem delu (drugo nadstropje) je potrebno demontirati vse obstoječe elektro elemente (parapetne kanale, vtičnice, stikala, luči, kabelske police, ...), ki po prenovi ne bodo več v funkciji vključno z etažnimi razdelilniki (glej popis poglavje demontažna in pomožna dela).

Demontirane razdelilnike z vgrajeno opremo, kable in ostale elektro elemente (parapetne kanale, vtičnice, stikala, luči, kabelske police, ...) je potrebno uskladiščiti na začasno deponijo v okviru gradbišča, kjer bo investitor pregledal, izbral in shranil uporaben material (demontaža uporabne opreme iz razdelilnikov je v okviru elektro vzdrževanja TVS UKC). Ostali materiala je potrebno odpeljati na odgovarjajočo deponijo.

Kable, ki po prenovi ali med prenovo ostanejo v funkciji je potrebno zaščititi pred poškodbami oziroma dati na provizorične kabelske police (uporabi se demontiran material). Po končanju del se vse provizorične police odstranijo, kable pa namesti na nove police.

1.9.2 DELA POD NAPETOSTJO

Zaradi čim manjšega motenja delovanja klinike je potrebno v NN polja mreže in agregata dograditi varovalne ločilnike, zamenjati keramična podnožja in povezati odvodne kable pod napetostjo razdelilnika NN < 1kV.

Da bodo dela potekala varno je potrebno pripraviti vso potrebno dokumentacijo za takšno vrsto del, ter vso potrebno zaščito delovišča in oseb, ki bodo izvajala dela (ogradev-označitev delovišča, osebna varnostna oprema, ...).

Po končanju del je potrebno odstraniti vse varovalne ukrepe (ograde, zaščite, ... delovišča).

1.10 NAČIN OZNAČEVANJA

1.10.1 SPLOŠNO

Vsi razdelilniki in aparati v postroju morajo biti označeni z oznakami navedenimi v načrtih. Priključni kablji morajo biti na obeh priključnih mestih označeni z oznako kabla. Oznake kablov morajo biti trajne in na vidnem mestu.

1.10.2 OZNAČEVANJE RAZDELILNIKOV

1 2 3 4 5

R-1K-LM1/A

1. oznaka za stikalni blok

R – stikalni blok (razdelilnik)

2. oznaka – številka etaže in ime etaže

1K	- 1. klet
2N	- 2. nadstropje
ST	- streha

3. oznaka – oznaka namena stikalnega bloka

LM	- napajanje razsvetljave in moči
IT	- napajanje porabnikov v prostorih namenske rabe 2
PR	- napajanje prezračevanja (klimati)

HA - hladilni agregat
UPS - stikalni blok za neprekinjeno napajanje
OGC - stikalni blok za ogrevanje cevovodov

4. oznaka – zaporedna številka stikalnega bloka v etaži

1,2,3 - zaporedna številka stikalnega bloka enakega tipa oz. funkcije v etaži

5. oznaka – vir napajanja stikalnega bloka

U - razdelilnik priključen na UPS
A - razdelilnik priključen na agregat
M - razdelilnik priključen na mrežo

2. TEHNIČNI IZRAČUNI

2.0 DIMENZIONIRANJE INSTALACIJ

2.0.1 IZRAČUN KONIČNE MOČI IN DOVODNEGA KABLA

Pri izračunu koničnih moči in koničnih tokov razdelilnikov upoštevamo vsoto instaliranih moči vseh tokokrogov in ocenjene faktorje istočasnosti in obremenitve ter izkoristek priključenih aparatov.

Dimenzioniranje je izvedeno po sledečih formulah:

$$P_k = \frac{P_i * f_i * f_o}{\eta} \quad P_k = f_p * P_i \quad I_k = \frac{1000 * P_k}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

kjer pomeni:

P_k (kW)	..... konična moč razdelilnika
P_i (kW)	..... instalirana moč
f_i	..... faktor istočasnosti
f_o	..... faktor obremenitve
η	..... izkoristek priključenih aparatov
f_p	..... faktor prekrivanja
I_k (A)	..... konični tok
$\cos \varphi$	..... faktor moči
U (V)	..... nazivna napetost

Velikost izklopne naprave, ki varuje kabel pred preobremenitvijo in kratkim stikom, je določena glede na konični tok in selektivnost varovanja. Presek kabla je določen po SIST HD 364.5.52 2011 v odvisnosti od tipa električne instalacije in od korekcijskih faktorjev vzporednega polaganja ter temperature okolice.

Izračuni koničnih moči in dovodnih kablov posameznih razdelilnikov so razvidni iz tabele dovodnih kablov.

Skladno s SIST HD 364.4.43:2011 pa kontroliramo izbrane vodnike še z ozirom na zaščito pred prevelikimi tokovi, ki navaja pogoje:

$$I_k \leq I_n \leq I_z \quad \text{in} \quad I_2 \leq I_z * 1,45 \quad \text{oziroma} \quad I_n \leq \frac{1,45 * I_z}{k}$$

I_n (A)	..... nazivni tok zaščitne naprave
I_z (A)	..... trajno zdržni tok kabla
I_2 (A)	..... pogojni stalilni preizkusni tok
k	..... faktor po SIST

Izračuni koničnih moči in dovodnih kablov posameznih razdelilnikov so razvidni iz tabele moči in dovodov.

Pri vodnikih prereza nad 6 mm² preverimo, če je odklopni čas zaščitne naprave manjši od časa v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature vodnika.

Čas v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike do dopustne mejne temperature, izračunamo približno po formuli:

$$\sqrt{t} = k * \frac{S}{I}$$

kjer pomeni:

S	(mm ²)	..... presek vodnika
t	(s)	..... trajanje

I (A) efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka
 k 115 za bakrene vodnike

Odklopni časi zaščitnih naprav, pri danem kratkem stiku, so vzeti iz diagramov proizvajalca. Izračunana časa, sta prikazana v tabeli zaščite.

2.0.2 DIMENZIONIRANJE ODCEPOV

Odcepi so proti trajni in kratkostični preobremenitvi varovani z avtomatskimi varovalkami z nazivnim tokom 10A za razsvetljavo in 16A za vtičnice. Vodniki za razsvetljavo so preseka 1,5 mm² in 2,5 mm² za vtičnice. Ostali odcepi so dimenzionirani glede na maksimalen tok zaščitne naprave.

2.1 KONTROLA PADCEV NAPETOSTI

Izračun padcev napetosti je bil izveden po naslednji formuli:

$$u = \frac{200 * P * l}{\lambda * S * U_0^2} \quad \text{enofazni tokokrog}$$

$$u = \frac{100 * P * l}{\lambda * S * U^2} \quad \text{trifazni tokokrog}$$

Za tokokroge z večjim prerezom od 16 mm² pa je padec napetosti računan po naslednji formuli:

$$u = \frac{100 * P * l}{U^2} * (r + x * \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{trifazni tokokrog}$$

kjer pomeni:

u	(%)	..... padec napetosti
P	(W)	..... priključna moč
l	(m)	..... dolžina vodnika
S	(mm ²)	..... presek vodnika
λ	(Sm/mm ²)	..... prevodnost - 56 za Cu
U ₀	(V)	..... fazna napetost (230V)
U	(V)	..... medfazna napetost (400V)
r	(Ω/km)	..... omska upornost kabla
x	(Ω/km)	..... induktivna upornost kabla

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 5 %

-za tokokroge drugih porabnikov pa 8 %

Po izvedeni instalaciji je potrebno padce napetosti izmeriti.

Podrobnejše tabele izračunov bodo podane v PZI načrtu.

2.2 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Za zaščito pred električnim udarom so predvideni sledeči zaščitni ukrepi:

2.2.1 ZAŠČITA PRED NEPOSREDNIM DOTIKOM

Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z:

- zaščito delov pod napetostjo z izolacijo (pretežno instalacijski material)
- zaščito s pregradami in okrovi (pretežno oprema v stikalnih blokih)
- zaščita z ovirami
- zaščita s postavitvijo zunaj dosega roke

2.2.2 ZAŠČITA PRED POSREDNIM DOTIKOM

Zaščita pred posrednim dotikom je izvedena s:

- samodejnim odklopom napajanja v TN-S sistemu instalacij
- zaščito z uporabo naprav razreda II ali z ustrezno izolacijo (posamezni porabniki oziroma za del instalacije)
- zaščita z električno ločitvijo (posamezna oprema)
- zaščita s postavitvijo v neprevodne prostore

Vsi prevodni deli električnih naprav, ki bi ob okvari lahko prišli pod vpliv nevarne napetosti dotika, so z zaščitnim vodnikom povezani z izolirno zaščitno zbiralko v stikalnem bloku, ta pa je galvansko povezana z nevtralno zbiralko.

Zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare, mora preprečiti vzdrževanje napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi postalo nevarno. Zaščitna naprava je izvedena z napravami za nadtokovno zaščito, za kar so uporabljene talilne varovalke in instalacijski odklopniki. Zaščitna naprava mora samodejno odklopiti napajanje tistega dela instalacije, ki ga naprava ščiti. Zato morajo biti tako zaščitna naprava kot vodniki v instalaciji izbrani tako, da se samodejni odklop izvrši v času, ki ustreza v spodnji tabeli navedenim vrednostim, če se na kateremkoli delu instalacije ali v sami napravi pojavi kratek stik med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli.

Uspešno delovanje zaščite zagotovimo s tem, da predvidimo kratkostično zanko tako majhne impedance, da ob okvari lahko steče kratkostični tok večji od toka pri katerem deluje zaščita v predpisanem času. Ta zahteva je izpolnjena, ko je izpolnjen pogoj:

$$Z_s \cdot I_a < U_0 \quad I_a < I_k = \frac{U_0}{Z_s} = \frac{U_0}{\sqrt{\sum R^2 + \sum X^2}}$$

kjer pomeni:

$I(A)$	..... tok delovanja naprave za samodejni odklop v času, ki ustreza podatkom iz spodnje tabele
$I_k(A)$	..... tok kratkega stika
$U_0(V)$	..... fazna napetost
$Z_s(\Omega)$	..... impedanca celotne kratkostične zanke
$\sum R(\Omega)$	..... celotna ohmska upornost kratkostične zanke
$\sum X(\Omega)$	..... celotna induktivna upornost kratkostične zanke

Tabela najdaljših dovoljenih časov trajanja napetosti dotika za tokokroge, ki napajajo vtičnice ali prenosne ročne aparate I. razreda, ki se med uporabo premikajo.

Najdaljši dovoljeni odklopni časi (s)	Najvišja pričakovana napetost dotika U_0 (V) (efektivna napetost izmenične napetosti)
∞	< 50
5	50
0,8	120
0,4	230
0,2	400

Za tokokroge z vtičnicami do 63A, na katere se lahko priključijo prenosni aparati, je maksimalni dovoljeni izklopni čas 400 ms.

Za napajalne tokokroge je dovoljeni izklopni čas do 5 sekund.

2.2.3 IT SISTEM ZAŠČITE PRED POSREDNIM DOTIKOM S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAJANJA

V objektu so prostori, ki pripadajo grupi Grupi 2 (G2). Tu je zahtevan IT sistem napajanja.

2.2.3.1 Splošni pogoji za ozemljitev v IT sistemu

V sistemih IT mora biti instalacija izolirana od zemlje ali zvezana z zemljo prek dovolj velike impedance.

Ta zveza se lahko naredi v nevtralni točki (zvezdišču) sistema ali v umetnem zvezdišču. Umetno zvezdišče se lahko poveže neposredno z zemljo, če je rezultirajoča nična impedanca dovolj velika. Če ni zvezdišča, se lahko en fazni vodnik ozemlji prek impedance. Okvarni tok je tedaj majhen v primeru samo ene okvare proti izpostavljenem prevodnem delu ali proti zemlji in izklop ni nujen pod pogojem, da je zahteva iz točke 2.1.3.3 izpolnjena. Ukreniti je treba vse potrebno, da se izogne tveganju zaradi škodljivih fizioloških učinkov na osebe, ki so v dotiku s hkrati dostopnimi prevodnimi deli v primeru okvar, ki se pojavita hkrati.

2.2.3.2 Posebni pogoji za ozemljitev v IT sistemu

Niti eden od vodnikov pod napetostjo v instalaciji se ne sme vezati neposredno z zemljo.

Opomba: Da se zniža prenapetost ali uduši nihanje napetosti, je potrebna zagotovitev ozemljitve prek impedance ali umetnih nevtralnih točk; njihove karakteristike morajo ustrezati zahtevam instalacije.

2.2.3.3 Posebni pogoji za izpostavljene prevodne dele v IT sistemu

Izpostavljeni prevodni deli se morajo ozemljiti posamezno ali skupinsko ali skupno.

Izpolnjen mora biti naslednji pogoj:

$$R_A * I_d \leq 50$$

kjer pomeni:

R_A (Ω)	..... upornost ozemljila izpostavljenih prevodnih delov
I_d (A)	..... okvarni tok v primeru prve okvare z zanemarljivo impedanco med faznim vodnikom in izpostavljenim prevodnim delom. I_d upošteva uhajave toke in skupno ozemljitveno impedanco električne instalacije.

2.3 IZRAČUN OSVETLJENOSTI

Izračuni osvetljenosti prostorov je bil izdelan s pomočjo računalniškega orodja za svetlobno tehnične izračune in simulacije.

Izračuni se nahajajo v arhivu podjetja Biro ES d.o.o.

2.4 SEZNAM PREDPISOV, STANDARDOV, PRAVILNIKOV IN NORMATIVOV

2.4.1 ZAKONI:

Zakon o varnosti in zdravju pri delu ZVZD-1 (Ur.l. RS št. 43/11),
Zakon o varstvu pred požarom ZVPoz-UPB1 (Ur.l. RS št.3/07)
Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o varstvu pred požarom (Ur.l. RS št. 9/11 ZVPoz-C),
(Ur.l. RS št. 83/12 ZVPoz-D),
Zakon o graditvi objektov (Ur.l. RS 126/07 ZGO-1B)
Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o graditvi objektov (Ur.l. RS 108/09 ZGO-1C), (Ur.l. RS 57/12 ZGO-1D), (Ur.l. RS 110/13 ZGO-1E), (Ur.l. RS 19/15 ZGO-1F),
Zakon o gradbenih proizvodih ZGPro-1 (Ur.l. RS 82/13).

2.4.2 PRAVILNIKI IN UREDBE:

Pravilnik o splošnih ukrepih in normativih varstva pri delu za gradbene objekte, namenjene za delovne in pomožne prostore (Ur.l. SFRJ 27/67, 29/68, 41/68), spremembe (Ur.l. RS 89/1999),
Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur.l. RS 28/2009), sprememba (Ur.l. RS 2/12),
Pravilnik o tehničnih predpisih za obratovanje in vzdrževanje elektroenergetskih postrojev (Ur.l. SFRJ 19/68),
Pravilnik o tehničnih normativih za zaščito elektroenergetskih postrojev pred prenapetostjo (Ur.l. SFRJ 7/71, 44/76),
Pravilnik o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Ur.l. SFRJ 13/78),
Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah (Ur.l. RS 41/09), sprememba (Ur.l. RS 2/12),
Pavilnik o splošnih ukrepih in normativih za varstvo pri delu z delovnimi pripravami (Ur.l. SFRJ 18/91),
Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Ur.l. RS 29/92),
Pravilnik o elektromagnetni združljivosti EMC, (Ur.l. RS 132/06),
Pravilnik o projektni dokumentaciji (Ur. list RS, št.: 55/08).

2.4.3 STANDARDI:

SIST HD 60364-4-41: 2007 Električne inštalacije zgradb. Zaščitni ukrepi. Zaščita pred električnim udarom,
SIST HD 60364-7-701: 2007 Električne inštalacije zgradb. Zahteve za posebne inštalacije in lokacije. Prostori s kopalno kadjo in tušem, SIST HD 60364-5-54: 2007 Električne inštalacije zgradb. Izbira in namestitvev električne opreme. Ozemljitve in zaščitni vezni vodniki,
SIST HD 60364-4-42:2011 Električne inštalacije zgradb. Zaščitni ukrepi. Zaščita pred toplotnimi učinki,
SIST HD 60364-4-43:2011 Električne inštalacije zgradb. Zaščitni ukrepi. Zaščita pred nadtoki,
SIST HD 60364-5-52:2011 Električne inštalacije zgradb. Izbira in namestitvev električne opreme. Inštalacijski sistemi,
SIST HD 60364-1:2008 Električne instalacije zgradb. Ocena splošnih karakteristik, definicije IEC 439-1/85 Nizkonapetostni razdelilniki,
SIST EN 61439-1:2012 Sklopi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav-1.del: splošna pravila,
SIST EN 61439-2:2012 Sklopi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav-12.del: sklopi močnostnih stikalnih in krmilnih naprav,
SIST EN 54-1:2011 – Odkrivanje in javljanje požara in alarmiranje,
SIST EN 1838:2013 – Zasilna razsvetljava,
SIST EN 50171:2013 – Centralni sistem električnega napajanja,
kSIST FprEN 60598-2-22:2012 – Posebne zahteve – svetila za varnostno razsvetljava,
SIST 1013:1996 (slo) - Požarna zaščita - Varnostni znaki - Evakuacijska pot, naprave za gašenje in ročni javljalniki požara,
SIST EN 81-72 Varnostna pravila za konstruiranje in vgradnjo dvigal (liftov) - Posebne aplikacije za osebna in osebno-tovorna dvigala - 72. del: Dvigala za gasilce,

SIST EN 81-73:2005 /kprA1:2009 Varnostna pravila za konstruiranje in vgradnjo dvigal (liftov) – Posebne izvedbe osebnih in osebno-tovornih dvigal – 73. del: Obnašanje dvigal (liftov) v primeru požara,
SIST EN 1838:2013 – Zasilna razsvetljava,
oSIST prEN 50171:2013 – Centralni sistem električnega napajanja,
kSIST FprEN 60598-2-22:2012 – Posebne zahteve – svetila za varnostno razsvetljava,
SIST EN 62305-1:2011 – Splošna načela,
SIST EN 62305-2:2012: Obvladovanje tveganja,
SIST EN 62305-3:2011: Zaščitne ukrepe za zmanjšanje fizične škode na zgradbah in varnost živih bitij,
SIST EN 62305-4:2011: Zaščitni ukrepi v električnih in elektronskih sistemih proti trajnim izpadom.

2.4.4 SMERNICE:

Prostorska tehnična smernica TSG-12640 Zdravstveni objekti
Tehnična smernica TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah
Tehnična smernica TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije

Sestavil:
Projektanti Biro ES d.o.o.

Ljubljana, april 2015