

Projektiranje inštalacij in meritve

predavatelj
prof. dr. Grega Bizjak, u.d.i.e.

Osnove graditve objektov

Električne inštalacije so del objekta, objekte pa je potrebno graditi v skladu s predpisi, da zagotovimo:



- mehansko odpornost in stabilnost;
- varnost pred požarom;
- higiensko in zdravstveno zaščito;
- zaščito okolice;
- varnost pri uporabi;
- zaščito pred hrupom;
- varčevanje z energijo ter ohranjanje toplote.

BR: Projektiranje inštalacij in meritve

2

Osnove graditve objektov



Graditev objekta obsega:

- projektiranje;
- gradnja;
- vzdrževanje.

Gradnja je izvedba gradbenih in drugih del in obsega:

- gradnjo novega objekta;
- rekonstrukcijo objekta;
- nadomestno gradnjo;
- odstranitev objekta.

BR: Projektiranje inštalacij in meritve

3

Osnove graditve objektov

V gradbene objekte se lahko vgrajuje proizvode (inštalacija), ki so bili dani v promet skladno s predpisi o gradbenih proizvodih. Torej če ustrezajo nameravani uporabi in so skladni z:

- ustreznimi slovenskimi nacionalnimi standardi na podlagi harmoniziranih standardov;
 - z evropskim tehničnim soglasjem;
- slovenskimi nacionalnimi standardi;
 - slovenskimi tehničnimi predpisi;
- s slovenskim tehničnim soglasjem.

Osnove graditve objektov

Na objekt je torej dovoljeno vgrajevati samo elektroinštalacijsko opremo, ki ima:

- veljaven certifikat o skladnosti ali
 - izjavo o skladnosti ali
- evropsko tehnično soglasje (poslovenjeno) ali
- slovensko tehnično soglasje.



Osnove graditve objektov

Projektna dokumentacija obsega:

- idejno zasnovo;
 - idejni projekt;
- projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD);
 - projekt za razpis (PZR);
 - projekt za izvedbo (PZI).



Tehnična dokumentacija obsega:

- projekt izvedenih del (PID);
 - projekt za vzdrževanje;
 - projekt za vpis v uradne evidence.

Osnove graditve objektov

S projektiranjem se lahko ukvarja samo gospodarska družba ali s.p., ki ima v sodni register vpisano dejavnost projektiranja.

Projektna dokumentacija:

- mora biti v skladu s tehničnimi predpisi in standardi, predpisi o varstvu okolja, varstvu pri delu, varstvu pred požari, ...
- mora biti v skladu s projektnimi pogoji pristojnih soglasodajalcev;
 - mora biti v skladu s projektno nalogo;
 - mora biti v skladu z zahtevami, določenimi z lokacijsko informacijo.

Osnove graditve objektov

Projektno podjetje določi odgovornega vodjo projekta, ki je odgovoren za medsebojno usklajenost posameznih načrtov in kakovost celotnega projekta.

Posamezne dele izdelajo odgovorni projektanti posameznih strok, ki med seboj ustrezno komunicirajo in se usklajujejo.

Odgovorni projektant in odgovorni vodja projekta je lahko oseba, ki je vpisana v imenik pooblaščenih inženirjev pri poklicni (inženirski) zbornici (ima strokovni izpit) in ima predpisano izobrazbo in delovne izkušnje.

Osnove graditve objektov

Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD) vsebuje:

- splošni del;
- tehnično poročilo;
- projektantski popis s predizmerami in stroškovno oceno;
- risbe.

Splošni del vsebuje:

- osnovne podatke o načrtu;
- podatke o projektantih;
- kazalo vsebine;
- projektno nalogo in soglasja.



Osnove graditve objektov

Tehnično poročilo PGD za NN inštalacije vsebuje:

- opis elektroinštalacijskih del in njihove funkcije;
 - podatke o inštalirani in konični moči;
- podatke o glavnih obračunskih varovalkah in načinu merjenja električne energije;
- rezultate tehničnih izračunov, ki dokazujejo varno in pravilno delovanje projektirane inštalacije.

Risbe NN inštalacije vsebujejo:

- floorisno razporeditev električnih inštalacij;
 - enopolne sheme stikalnih blokov;
- način priključka na elektroenergetski sistem;
- razporeditev inštalacij v prerezih (če je potrebno).

Osnove graditve objektov

V fazi izdelave PGD mora investitor pridobiti soglasje za priključitev na distribucijsko omrežje. Soglasje vsebuje:

- priključno moč;
- nazivno napetost na prevzemno-prodajnem mestu;
 - izvedbo zaščite pred električnim udarom;
- navedbo napajalne transformatorske postaje;
 - način izvedbe priključnega voda;
- podatke o izvedbi obračunskih in kontrolnih meritev električne energije;
 - nazivni tok naprav za omejevanje toka priključka;
 - zahtevan faktor moči;
 - druge pogoje.

Potek izdelave projekta

Določitev namembnosti prostorov:

- za vsak prostor določimo v katero kategorijo spada: električne obratovalnice, zaprte električne obratovalnice, suhi prostori, kopalnice, vlažni prostori, naprave na prostem, pokriti bazeni, bazeni na prostem, saune, požarno ogroženi prostori, kmetijski in vrtnarski prostori, gradbišča, ...
- kategorija prostora določa, kakšne električne naprave in aparati se lahko nahajajo v prostoru, kje se lahko nahajajo in kakšna mora biti njihova zaščita;

Potek izdelave projekta

Izbira zaščite pred nevarno napetostjo dotika:

- na podlagi soglasja distribucijskega podjetja in na podlagi vrste inštalacije izberemo ustrezno zaščito pred neposrednim dotikom in zaščito pred posrednim dotikom;
- preverimo če je potrebna tudi dodatna zaščita v celotni stavbi ali samo v posameznih prostorih (npr. kopalnice, otroške sobe, ...);
- običajno je inštalacija TN, tako da uporabimo izoliranje aktivnih delov in zaščito z odklopom. Lahko tudi RCD zaščitna stikala. na TN omrežje lahko priključimo tudi TT inštalacijo. V tem primeru je uporaba RCD zaščitnih stikal obvezna.

Potek izdelave projekta

Določitev težišč porabe in mest razdelilcev:

- težišče porabe je mesto, kjer je priključen večji porabnik: npr. termična naprava ali motor;
- pod določenimi pogoji lahko za težišče porabe smatramo tudi del razsvetljave ali tokokroge za vtičnice;
 - v manjših stavbah zadošča en razdelilec;
- če je stavba sestavljena iz več delov (stanovanje, delavnice, ...) predvidimo več razdelilcev;
- več razdelilcev predvidimo tudi v velikih stavbah, kjer so vodi (in padci napetosti) dolgi.

Potek izdelave projekta

Določitev težišč porabe in mest razdelilcev:

- razdelilce (če se le da) ne postavljamo v vlažne ali mokre prostore, kopalnice, ... ker v tem primeru potrebujejo ustrezno zaščito pred vdorom vode;
- enako velja za prašne in eksplozijsko ogrožene prostore;
 - razdelilec v stanovanjskih hišah je običajno v hodniku, v večstanovanjskih hišah predvidimo za vsako stanovanje svoj razdelilec;
- glavni razdelilec je običajno v pritličju (ali visoki kleti).

Potek izdelave projekta

Določitev težišč porabe in mest razdelilcev:

- za mesto vstopa električnega omrežja ter mesto priključne omarice se dogovorimo z distribucijskim podjetjem;
- mesto vstopa, priključno omarico, razdelilec in glavni vod med priključno omarico in razdelilec oz. med glavnim in ostalimi razdelilci najprej vrišemo v shemo inštalacij (floris).

Potek izdelave projekta

Projektiranje razsvetljave:

- določimo potrebno osvetljenost v posameznih prostorih oziroma na posameznih delovnih mestih;
- izberemo ustrezne svetlobne vire in svetilke;
- izračunamo potrebno število svetilk in njihovo električno moč;
- poiščemo pravo razporeditev svetilk po prostoru (enakomernost osvetljenosti);
- vrišemo svetilke v floris (simboli so standardizirani).

Potek izdelave projekta

Projektiranje vtičnic, stikal in porabnikov:

- v floris vrišemo ustrezno število vtičnic in od vsakih vratih stikalo (stikala);
- pri vlažnih, mokrih in eksplozijsko ogroženih prostorih premislimo ali so vtičnice res potrebne in ali so stikala lahko izven prostora (v takem primeru izberemo take s signalno lučko);
- v prehodnih prostorih z dvema vrati namestimo pri vsakih vratih izmenično stikalo, pri več vratih uporabimo križna stikala ali impulzne releje ter tipke.

Potek izdelave projekta

Projektiranje vtičnic, stikal in porabnikov:

V stanovanjskih prostorih predvidimo naslednje število vtičnic:

- **dnevna soba:** 5 (10)+antenska vtičnica;
- **spalnica:** 4 (8);
- **kuhinja:** poleg vtičnic za stalno priključene aparate (hladilnik, grelec vode, ...) še 5 (8) na delovnem pultu;
- **pralnica:** poleg tistih za pralni in sušilni stroj še 3 (6);
- **kopalnica:** 2 za vsak umivalnik + za grelec;
- **ostali prostori** (WC, hodnik, terasa, klet, ...) vsaj 1.

Potek izdelave projekta

Projektiranje vtičnic, stikal in porabnikov:

Število vtičnic v poslovnih stavbah:

- **delavnice:** glede na število in vrsto delovnih mest;
- **pisarne:** glede na število pisarniških strojev;
- **javni prostori:** glede na potrebe čiščenja.

V primeru potrebe po večjem številu vtičnic je smiselna uporaba dvojnih ali trojnih vtičnic.

Če predvidimo vtičnico s pokrovom (vlažni, eksplozijsko ogroženi prostori) ali tako z ločilnim transformatorjem, to na tlorisu ustrezno označimo.

Potek izdelave projekta

Projektiranje vtičnic, stikal in porabnikov:

- večje električne stroje in aparate prav tako vrišemo v tloris;
- vse stroje, vtičnice in stikala vrišemo v tloris tja, kjer naj bi dejansko bili nameščeni (kot se pač da glede na število in velikost simbolov);
- poleg simbolov vpišemo tudi višino montaže, če se ta razlikuje od običajne (0,3 m za vtičnice, 1,1 m za stikala).

Potek izdelave projekta

Število tokokrogov in njihova obremenitev:

Iz razdelilca peljemo ločeno tokokroge za:

- razsvetljavo;
- vtičnice;
- grelce priključne moči > 2 kW;
- motorje priključne moči >0,5 kW;
- trifazne motorje.

V stanovanjih lahko predvidimo skupne tokokroge za razsvetljavo in vtičnice

Potek izdelave projekta

Število tokokrogov in njihova obremenitev:

- tokokroge za razsvetljavo lahko v hišnih inštalacijah, stanovanjih in pisarnah varujemo z največ 16 A varovalko (inštalacijskim odklopnikom): žarnice 1,8 kW, fluorescentne sijalke z EPSN 2,1 kW;
- v industrijskih stavbah lahko uporabimo tudi večje varovalke, če je inštalacija ustrezna;
- tokokroge za razsvetljavo razporedimo po prostorih tako, da sta dva sosednja prostora na različnih tokokrogih;
- prostori, ki poslovno ne sodijo skupaj naj ne bodo na istem tokokrogu.

Potek izdelave projekta

Število tokokrogov in njihova obremenitev:

- VN svetilne cevi, zunanja razsvetljava in posebne svetilke z veliko priključno močjo naj imajo svoj tokokrog;
- če so v prostoru več kot dve varnostni svetilki, naj bosta uporabljena vsaj dva tokokroga;
- tokokrogi za varnostno razsvetljavo smejo biti varovani do 10 A in obremenjeni do 6 A;

Potek izdelave projekta

Število tokokrogov in njihova obremenitev:

- tokokrogji za vtičnice (enofazne) smejo biti v hišnih inštalacijah varovani do 16 A;
- praviloma na en tokokrog priključimo do 6 vtičnic (5, če so dvojne);
 - povprečna priključna moč na vtičnico:
stanovanja in pisarne: 0,2 kW (0,3 kW);
kmetijske stavbe: 0,4 kW (0,6 kW)
industrija in obrt: 0,5 kW (0,7 kW);
- pri večjih porabnikih, priključenih preko vtičnice, predvidimo ločen tokokrog;
- pri grelnih telesih do 2 kW lahko na isti tokokrog predvidimo še 1 vtičnico.

Potek izdelave projekta

Število tokokrogov in njihova obremenitev:

- grelne naprave do 4,4 kW lahko priključimo enofazno;
- do moči 2 kW jih lahko priključimo preko vtičnice, za večje moči predvidimo fiksni priključek;
- pri močeh nad 4,4 kW predvidimo trifazni priključek;
 - izberemo ustrezen presek vodnika in preverimo padec napetosti;
- npr. pri pretočnem grelcu vode z 21 kW je potreben presek $5 \times 4 \text{ mm}^2$, varovalka 32 A in razdalja manjša od 50 m.

Potek izdelave projekta

Število tokokrogov in njihova obremenitev:

- največji dovoljeni zagonski tok motorjev je 60 A enofazni motorji do 1,4 kW trifazni motorji do 5,5 kW;
- pri trifaznih motorjih med 5,5 in 11 kW predvidimo zagon z zvezda-trikot stikalom;
- za motorje nad 11 kW do 15 kW predvidimo posebne omejevalce zagonskega toka;
- način zagona motorja označimo v načrtu inštalacije;
 - motorji morajo biti opremljeni z ustrežno preobremenitveno zaščito.

Potek izdelave projekta

Označevanje tokokrogov:

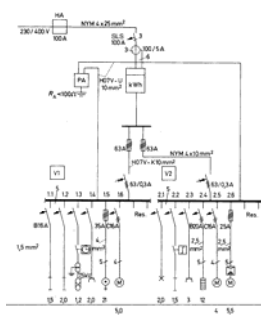
- tokokroge označimo s številkami;
- številko tokokroga pripišemo pri vtičnicah, svetilkah in stikalih;
- če je v stavbi več razdelilcev, pri številki tokokroga pripišemo tudi številko razdelilca;
- tokokroge oštevilčimo, ko že imamo izdelan načrt razdelilca;
 - tokokroge se običajno ne vrisuje v tloris;
 - lahko jih pa vrišemo, če želimo olajšati izdelavo popisa materiala (dolžine).

Potek izdelave projekta

Načrt razdelilca:

- načrt razdelilca vsebuje tokokroge, nazivne toke varovalnih in stikalnih elementov, števec el. energije in podrazdelilce;
- za vsak tokokrog označimo porabnike, vrsto priključitve in priključno moč;
- označimo število vodnikov in prerez;
- označimo tudi vrsto zaščite pri posrednem dotiku.

Potek izdelave projekta



Potek izdelave projekta

Načrt razdelilca:

- v načrt razdelilca (enopolno shemo) najprej vrišemo: hišni priključek, števec in glavno zbiralko;
- nato vrišemo posamezne tokokroge – pazimo na številke označbe v florisu;
 - vnesemo oznake vodnikov in naprav;
 - vnesemo tudi podatke o zaščitnih napravah;
 - pri motorjih navedemo način zagona;
- skupino vtičnic ali svetilk na enem tokokrogu označimo samo z enim simbolom.

Potek izdelave projekta

Določitev nazivnih tokov varovalnih in stikalnih elementov:

- ustrezne nazivne toke izračunamo iz priključnih moči;
- za hiter izračun lahko uporabimo naslednje faktorje s katerimi množimo moč (v kW):
 - ohmski porabniki: 1f: 4,5; 3f: 1,5
 - kompensirani motorji: 1f: 6; 3f: 1,5
 - nekompenzirani motorji: 1f: 8; 3f: 2
 - nekompenzirane svetilke s fluo. sijalkami: 1f: 9; 3f: 3;
- če je tok večji od 16 A, izberemo naslednjo večjo standardizirano vrednost.

Potek izdelave projekta

Določitev nazivnih tokov varovalnih in stikalnih elementov:

- pri določitvi nazivnega toka glavnih stikal (pred zbiralko oz. razdelilcem) upoštevamo da so enofazni porabniki enakomerno razporejeni na vse tri faze (3f faktorji);
- glavne varovalke morajo biti izbrane ustrezno višje, kot je glavno stikalo;
- pri več podrazdelilcih velikost glavnih varovalk določimo glede na vsoto tokov po podrazdelilcih;
- če je skupen tok večji od 80 A lahko upoštevamo faktor istočasnosti (0,5 oz. 0,2).

Potek izdelave projekta

Vrsta in prerez vodnikov:

- za glavne napajalne vode uporabimo H07VV-U (NYY, NYM) kable;
- prerez izberemo glede na nazivni tok varovalke vendar vsaj $4 \times 16 \text{ mm}^2$;
- za razvod tokokrogov po hiši uporabljamo H07V-U ali H05V-U vodnike v inštalacijskih ceveh;
- presek je odvisen od nazivnega toka varovalke, običajno $2,5 \text{ mm}^2$ za 16 A in $1,5 \text{ mm}^2$ za 10 A;
- za kratke povezave znotraj razdelilca uporabljamo H07V-U, H07V-R ali H07V-K.

Potek izdelave projekta

Popis materiala in predračun:

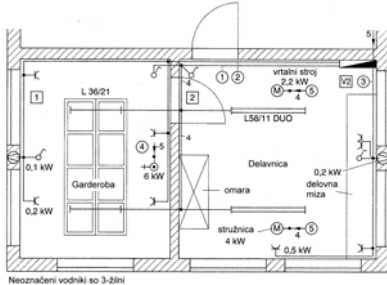
- v popisu materiala navedemo ves potreben inštalacijski material;
- popis začnemo pri hišnem priključku in nadaljujemo proti porabnikom;
 - popis lahko izdelamo v tabelarični obliki, ki omogoča seštevanje enakih elementov;
 - ne smemo pozabiti na material za izenačitev potenciala in za opremo razdelilcev; potrebne dolžine vodnikov dobimo iz tlorisnega načrta;
- upoštevati je potrebno tudi vertikalne dele vodnikov, ki so odvisni od velikosti prostora.

Potek izdelave projekta

Popis materiala in predračun:

- v predračunu upoštevamo tako material kot delo;
 - pri ceni vodnikov dodamo 5 % dodatek zaradi rezanja in 10 % dodatek za drobni in pritrdilni material;
 - za vodnike podajamo ceno na meter, za ostali material na kos;
- za razdelilce in podrazdelilce se cena običajno poda na kompletno izdelan razdelilec skupaj z varovalnimi elementi in drobnim materialom.

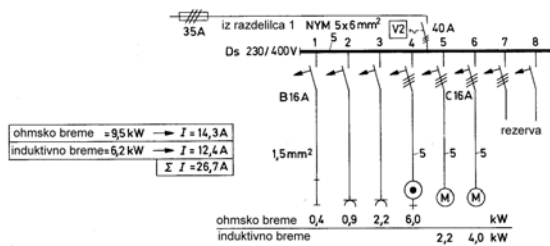
Potek izdelave projekta



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

37

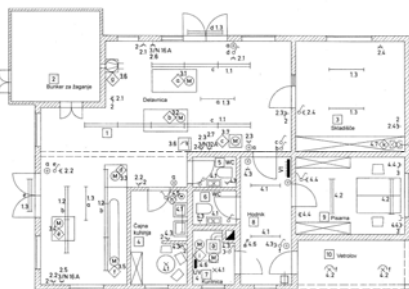
Potek izdelave projekta



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

38

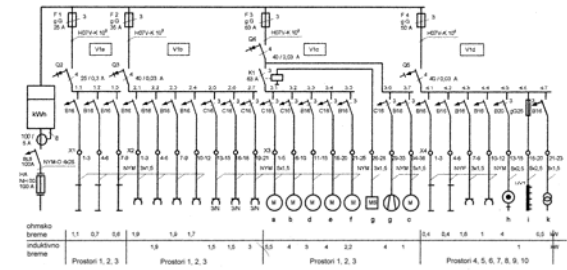
Potek izdelave projekta



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

39

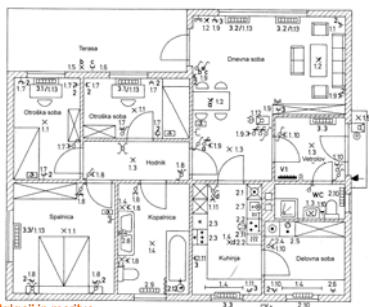
Potek izdelave projekta



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

40

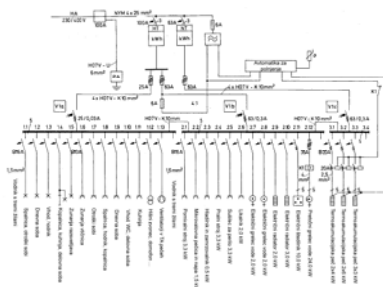
Potek izdelave projekta



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

41

Potek izdelave projekta



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

42

Potek izdelave projekta

	vodnik, splošno		oznaka vodnika
	vodnik, premakljiv		oznaka premakljivega v.
	vodnik, oklopljen		oznaka kabla
	podzemni vod, kabel		zbiralka z oznako
	nadzemni vod		oznaka števila žil (3)
	vod na izolatorjih		oznaka števila žil
	vodnik nad ometom		zaščitni (PE) vodnik
	vodnik v ometu		
	vodnik pod ometom		
	vodnik v inštalacijski cevi		

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

43

Potek izdelave projekta

	nevtralni (N, M) v.		potek navzgor
	PEN vodnik		potek navzdol
	signalni vodnik		p. navzgor in navzdol
	v. za daljinsko javljanje		spoj vodnikov
	v. za radijski signal		spoj v dozi
	oznake vodnika		doza
	oznake vodnika		kabelski končnik
			kabelski končnik
			hišni priključek
			razdelilec

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

44






















Potek izdelave projekta

	ločilna črta med st. polji		varovalka, splošno
	ozemljitveni priključek		varovalka z oznako
	akumulator, baterija		stikalo z varovalkami
	transformator, splošno		stikalo
	usmernik		RCD zaščitno stikalo
	razsmernik		inštalacijski odklopnik
	pretvornik, splošno		motorsko zaščitno stikalo
			nadtokovno stikalo
			stikalo za izklop v sili

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

45





















Potek izdelave projekta

 stikalo, splošno	 dvopoložajni rele
 stikalo s kont. lučko	 zatemično stikalo
 enopolno stikalo	 vtičnica brez PE kontakta
 dvopolno stikalo	 vtičnica s PE kontaktom
 tripolno stikalo	 trifazna vtičnica
 serijsko stikalo	 vtičnica s stikalom
 izmenično stikalo	 vtičnica z zapahom
 križno stikalo	 število vtičnic (3)
 časovno stikalo	 v. za npr. za daljinsko javljanje
 tipka	 antenska vtičnica
 tipka z lučko	

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

46
















Potek izdelave projekta

 merilnik toka	 svetilka z regulacijo sv. toka
 števec	 varnostna svetilka (trajni sp.)
 stikalna ura	 varnostna sv. (pripravni spoj)
 ton-frekvenčni krmilnik	 reflektor
 časovni rele	 sv. z možnostjo "veriženja"
 tokovni pretvornik	 svetilka z varnostno funkcijo
 svetilka, splošno	 svetilka z varnostno funkcijo
 $5 \times 60 \text{ W}$ št., moč svetlobnih virov	 svetilka s sijalko, splošno
 svetilka s stikalom	 sv. s fluo. sijalko
	 navedba moči sijalke
	 sv. z dvema sijalkama moči 58 W

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

47

Potek izdelave projekta

 predstikalna naprava, spl.	 pečica
 dušilka (izven svetilke)	 grelna plošča
 štarter, splošno	 friteza
 električna naprava, splošno	 grelec vode (bojler)
 mali gospodinjski aparat	 pretočni grelec vode
 električni štedilnik	 grelec vode, splošno
 mikrovalovna pečica	 infra-rdeči žar
	 parna pečica

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

48

Potek izdelave projekta

	pralni stroj		ventilator
	sušilni stroj		klimatska naprava
	pomivalni stroj		hladilnik
	sušilec (za lase, roke ...)		zamrzovalnik
	sobni grelec, splošno		motor
	fermoakumulacijska peč		generator
	infra-rdeči grelec		zvonec, budilka
			brenčač

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

49

Potek izdelave projekta

	gong		antena
	troblja		ojačevalec
	sirena		zvočnik
	signalna svetilka		radijski sprejemnik
	svetlobno stikalo		televizijski sprejemnik
	senzor osvetljenosti s st.		
	električna kjučavnica		
	električna ura (pomožna)		
	glavna el. ura		

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

50

Meritve električne inštalacije

Zato da zagotovimo varnost in kakovost električne inštalacije, jo je potrebno pregledati, preizkusiti in premeriti:

- pred izročitvijo v uporabo;
- periodično (priporočljivo na 3 do 5 let);
- po vsakem popravilu, rekonstrukciji, zamenjavi, ...

Pregled oziroma preizkuse izvajamo glede na dokumentacijo o inštalaciji, ki vsebuje podatke o sistemu, uporabljeni zaščiti, ...

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

51

Meritve električne inštalacije

Pregled električne inštalacije:
Preverjanje s pregledi je namenjeno ugotavljanju:

- učinkovitosti zaščite pred električnim udarom;
 - skladnosti s projektom;
- pravilne izbire opreme in označevanja ter
- pravilne izvedbe električnih inštalacij glede na zahtevane tehniške regulative.

Meritve električne inštalacije

Preizkus električne inštalacije:

S preizkušanjem ugotovimo, ali je električna inštalacija dovolj varna za uporabnike in okolico. Ugotavljamo predvsem, če so vse zahteve zaščite pred električnim udarom v skladu s predpisi. Za preizkušanje uporabljamo instrumente, ki glede na merilno metodo in točnost ustrezajo tehničnim predpisom.

Meritve električne inštalacije

Preizkus električne inštalacije:

Preizkusiti je potrebno:

- neprekinjenost glavnega vodnika za izenačenje potenciala,
 - neprekinjenost dodatnega vodnika za izenačenje potenciala,
 - izolacijske upornosti električne inštalacije,
 - zaščite z električno ločitljivo tokokrogov,
- upornosti tal in sten, če to zahteva narava izvedenih inštalacij,
 - zaščito s samodejnim odklopom napajanja,
 - dodatno izenačenja potenciala,
- funkcionalnosti električnih inštalacij in naprav,

Meritve električne inštalacije

Preizkus električne inštalacije:

Preizkusiti je potrebno:

- meje segrevanja stikalnih blokov, če je to potrebno,
 - dielektrične lastnosti stikalnih blokov,
- kratkostične trdnosti stikalnih blokov, če je to potrebno,
- neprekinjenost zaščitnega tokokroga stikalnih blokov,
 - izolacijske razdalje in plazilne poti stikalnih blokov,
 - mehansko delovanje stikalnih blokov,
 - stopnjo mehanske zaščite stikalnih blokov (IPxx),
 - električno funkcionalnost stikalnih blokov
- smer vrtenja elektromotorjev na črpalkah, ventilatorjih ipd.

Meritve električne inštalacije

Preizkus električne inštalacije:

Zanesljivost in varnost delovanja postrojev, naprav in opreme preverimo s funkcionalnimi preizkusi:

- preizkus pravilnega delovanja naprav za kontrolo izolacije v IT sistemih in v pomožnih neozemljenih tokokrogih,
- preizkus pravilnega delovanja zaščitnih naprav (zaščitni releji, naprave za izklop v sili, blokade);
- preizkus pravilnega delovanja varnostnih tokokrogov,
- preizkus delovanja naprav za javljanje in signalizacijo (delovanje signalizacije, daljinsko javljanje položaja stikal).

Meritve električne inštalacije

Meritve električne inštalacije:

- Meritve služijo ugotavljanju in oceni stanja zaščitnih ukrepov. Ob tem je potrebno upoštevati zahteve standardov in pravilnikov, ki določajo merilne metode. Za izvajanje meritev lahko uporabimo le merila, ki imajo potrdilo o brezhibnosti.
- Nekatere meritve lahko opravimo le, ko je električna inštalacija v breznapetostnem stanju (izolacijska upornost), druge pa pod napetostjo. V obeh primerih je potrebno upoštevati pravila za delo pod napetostjo (inštrument lahko generira napetost 500 V). Pri meritvah pa smemo uporabljati samo nepoškodovane in pravilno izdelane merilne vrvice, sponke, konice.

Meritve električne inštalacije

Izmeriti je potrebno:

- izolacijske upornosti med vodniki pod napetostjo,
- izolacijske upornosti proti ozemljenemu PE (PEN) vodniku,
- impedance okvarnih zank in ugotavljanje pravilnosti odklopnega časa zaščitnih naprav,
- upornosti zaščitnega vodnika med razdelilnikom in glavnim izenačenjem potenciala,
- upornost zaščitnega vodnika od podrazdelilcev do posameznih porabnikov,
- pravilnosti delovanja naprav za diferenčno tokovno zaščito,

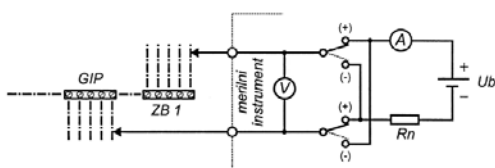
Meritve električne inštalacije

Izmeriti je potrebno:

- najmanjše upornosti dotika z zemljo tujih prevodnih delov, ki niso povezani z zaščitnim vodnikom, vendar pri napajanju z nadzemnim vodom lahko preko njih pride do okvare med fazo in zemljo,
 - upornost zaščitnih ozemljitev,
 - upornost obratovalnih ozemljitev,
 - upornost strelovodnih ozemljitev,
 - upornost združenih ozemljitev,
- zaščite pred električnim udarom, zaščite pred prevelikimi tokovi in električne
- neprekinjenosti zaščitnega tokokroga stikalnih blokov.

Meritve električne inštalacije

Neprekinjenost zaščitnih vodnikov, vodnikov za glavno in dodatno izenačevanje potencialov ter ozemljitvenih vodnikov



Meritve električne inštalacije

Neprekinjenost zaščitnih vodnikov, vodnikov za glavno in dodatno izenačevanje potencialov ter ozemljitvenih vodnikov

Merimo na primer med sponko GIP ter:

- PE sponko na vtičnicah,
- ohišjem svetilk in ohišjem porabnikov,
- vodovodno inštalacijo,
- toplovodom in plinovodom,
- strelovodno napravo.

Meritve električne inštalacije

Neprekinjenost zaščitnih vodnikov, vodnikov za glavno in dodatno izenačevanje potencialov ter ozemljitvenih vodnikov

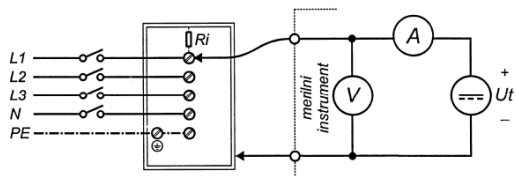
Rezultat meritve mora ustrezati pogoju:

$$R \leq \frac{50V (25V)}{I_a}$$

kjer je I_a tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave.

Meritve električne inštalacije

Izolacijska upornost



Meritve električne inštalacije



Izolacijska upornost

Merimo med:

- ločeno fazni vodniki proti PE in N,
- fazni vodniki med seboj,
- PE vodnik proti N.

Pred pričetkom izvajanja meritev:

- izključimo omrežno napetost,
- sklenemo vsa stikala,
- odklopimo vse porabnike.

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

64

Meritve električne inštalacije

Izolacijska upornost

Meritve se izvajajo z enosmerno preizkusno napetostjo:

- SELV in PELV inštalacije:
250 V, $R > 0,25 \text{ M}\Omega$;
- inštalacije do nazivne napetosti 500 V:
500 V, $R > 0,5 \text{ M}\Omega$;
- inštalacije z nazivno napetostjo nad 500 V:
1000 V, $R > 1 \text{ M}\Omega$;

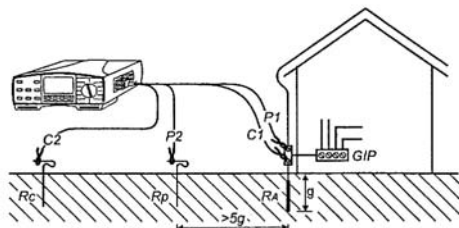


EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

65

Meritve električne inštalacije

Ozemljitvena upornost



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

66

Meritve električne inštalacije

Ozemljitvena upornost

Ločimo več načinov merjenja ozemljitvene upornosti v odvisnosti od oblike ozemljila in inštrumentarija:

- meritev z lastnim generatorjem (sinusna oblika) in dvema merilnima sondama;
- meritev z uporabo zunanjega vira merilne napetosti brez pomožne merilne sonde
- meritev z uporabo zunanjega vira merilne napetosti in pomožne merilne sonde;
 - meritev z uporabo lastnega generatorja, dveh merilnih sond in enih merilnih klešč;
 - meritev z uporabo dveh merilnih klešč.

Meritve električne inštalacije

Ozemljitvena upornost

Dovoljene mejne vrednosti ponikalnih upornosti ozemljil so odvisne predvsem od sistema inštalacij in znašajo za TN-sistem

$$R < 2 \Omega,$$

pri TT-sistemu pa so odvisne od uporabljene vrste izklopne naprave in jih moramo določiti z izračunom.

Meritve električne inštalacije

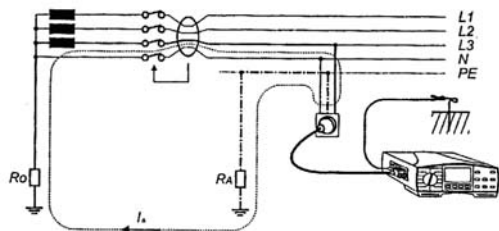
Preverjanje delovanja RCD zaščitnega stikala
Potrebno je preveriti (izmeriti) naslednje parametre:



- napetost dotika;
- izklopni čas;
- izklopni tok;
- ozemljitveno upornost ozemljila.

Meritve električne inštalacije

Preverjanje delovanja RCD zaščitnega stikala
meritev napetosti dotika (samo v TT sistemih)

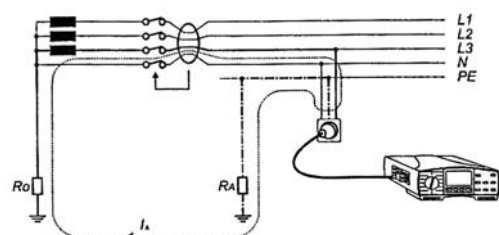


EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

70

Meritve električne inštalacije

Preverjanje delovanja RCD zaščitnega stikala
meritev izklopnega časa



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

71

Meritve električne inštalacije

Preverjanje delovanja RCD zaščitnega stikala
meritev izklopnega časa

Izklopni čas se meri pri:
50 %, 100 %, 200 % in 500 % nazivnega toka;
maksimalni dopustni časi izklopa so pri standardnem
zaščitne stikalu:
brez izklopa; 0,3 s; 0,15 s; 0,04 s.

Pri RCD zaščitnih stikalih z nazivnim tokom pod 30 mA
se namesto 500 % nazivnega toka uporabi 0,25 A.

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

72

Meritve električne inštalacije

Preverjanje delovanja RCD zaščitnega stikala meritev izklopnega toka

Meri se na enak način kot izklopni čas, le da se tu tok povečuje dokler ne pride do izklopa.

Dopustno vrednost izklopnega toka je odvisna od tipa zaščitnega stikala:

- AC tip: $I_{\Delta} = (0,5 \text{ do } 1) \times I_{\Delta n}$
- A tip: $I_{\Delta} = (0,35 \text{ do } 1,4) \times I_{\Delta n}$
- B tip: $I_{\Delta} = (0,5 \text{ do } 2) \times I_{\Delta n}$

Meritve električne inštalacije

Preverjanje delovanja RCD zaščitnega stikala meritev ozemljitvene upornosti izpostavljenih prevodnih delov

Ozemljitveno upornost izpostavljenih prevodnih delov kontroliramo predvsem takrat, ko smo izmerili previsoko napetost dotika, pa tudi v TN sistemih. Meritev se izvaja na enak način, instrumenti običajno izmerijo oboje hkrati.

Uporabljata se obe metodi: s pomožno sodno (TT in TN sistemi) in brez pomožne sonde (IT sistemi).

Meritve električne inštalacije

Preverjanje delovanja RCD zaščitnega stikala meritev ozemljitvene upornosti izpostavljenih prevodnih delov

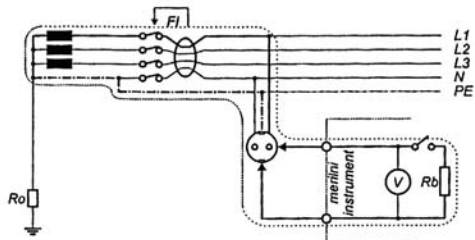
Največja dopustna vrednost ozemljitvene upornosti R_s je enolično določena, če sta znana naslednja podafka:

- nazivni diferenčni tok $I_{\Delta n}$ zaščitnega stikala (standardno 0,01A, 0,03A, 0,1A, 0,3A, 0,5A in 1A);
- največja dovoljena napetost dotika (v normalnih razmerah 50 V, v posebnih razmerah 25 V).

$$R_s \leq \frac{50V \text{ (25V)}}{I_{\Delta n}}$$

Meritve električne inštalacije

Impedanca okvarne zanke in kratkostični tok



EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

76

Meritve električne inštalacije

Impedanca okvarne zanke in kratkostični tok

Inštrument kratkotrajno obremeni okvarno zanko z vključitvijo upornosti in izmeri poseganje napetosti ter izračuna impedanco zanke.

$$Z_s = Z_{sekTR} + R_L + R_{PE}$$

Istočasno inštrument lahko izračuna tudi kratkostični tok:

$$I_{ks} = \frac{U_n}{Z_s}$$

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

77

Meritve električne inštalacije

Impedanca kratkostične zanke

Impedanca kratkostične zanke se meri enako kot impedanca okvarne zanke, le da inštrument priključimo med fazni (L) in nevtralni (N) vodnik.

Meritev ni predpisana, jo pa izvajamo zaradi:

- kontrole zaščite pred prevelikimi toki;
- kontrole največjih dovoljenih padcev napetosti;
- lociranja napake pri preveliki upornosti okvarne zanke.

EIR: Projektiranje inštalacij in meritve

78

Meritve električne inštalacije

Parameter	Dopustno odstopanje	Potrebno korigiranje izmerjenega rezultata
Upornost zatezanih vodnikov, vodnikov za glavno in dodatno izenačevanje potencialov ter ozemljitvenih vodnikov	$\pm 30\%$	$R \times 1,3$
Ozemljitvena upornost	$\pm 30\%$	$R \times 1,3$
Izotaktična upornost	$\pm 30\%$	$R \times 0,7$
Izklopni čas FI zaščitnega stikala	$\pm 10\%$ od največje dopustne vrednosti izklopnega časa t_n	$R + 0,1 t_n$ (G tip) $R + 0,1 t_n$ (S tip) $R - 0,1 t_n$ (S tip)
Izklopni tok FI zaščitnega stikala	$\pm 10\%$ od naravne vrednosti diferenčnega izklopnega toka $I_{\Delta n}$	$R + 0,1 I_{\Delta n}$ (zgoranja meja) $R - 0,1 I_{\Delta n}$ (spodnja meja)
Napetost dotika	$\pm 10\%$ od največje dopustne vrednosti napetosti dotika U_d	$R + 5 V$ ($U_d = 25 V$) $R + 5 V$ ($U_d = 25 V$)
Impedanca okvarne zanke	$\pm 30\%$	$R \times 1,3$

Vrednotenje rezultatov

Rezultate po meritvi ustrezno korigiramo glede na dopustna odstopanja pri posameznih meritvah (pogrešek instrumenta)

BR: Projektiranje inštalacij in meritve

79

Meritve električne inštalacije

Varstvo pred električnim udarom pri opravljanju meritev

- Električne meritve se pretežno izvajajo na inštalaciji, ki je pod napetostjo, ali pa instrument generira merilno napetost višjo od dovoljene napetosti dotika.
- Pod napetostjo je dovoljeno opravljati električne meritve in preskuse na električnih napravah, električni opremi in električnih inštalacijah z namenom, da se ugotovi stanje električne opreme ali električne inštalacije ter ugotovi mesto okvare.
- Za takšne preskuse in meritve se morajo obvezno uporabljati ustrezna sredstva in oprema za osebno zaščito.
- Varstveni ukrepi za opravljanje takšnih meritev in preskusov morajo biti opredeljeni v izjavi o varnosti z oceno tveganja delodajalca.
- V drugem primeru, ko instrument generira merilno napetost, ki je višja od dovoljene napetosti dotika, moramo upoštevati še posebna navodila proizvajalca instrumenta.

BR: Projektiranje inštalacij in meritve

80

... in še:

Vprašanja?

BR: Projektiranje inštalacij in meritve

81