

Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani
Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo
3. letnik – Elektrotehnika - 64138

Niskonapetostne elektroenergetske inštalacije

Projektiranje električnih inštalacij

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;
- higijensko in zdravstveno zaščito;
 - zaščito okolice;
 - varnost pri uporabi;
 - zaščito pred hrupom;
- varčevanje z energijo ter ohranjanje toplote.

NNEI: 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.

NNEI: 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 prerezi (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, savne, 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 razdelilcem 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:

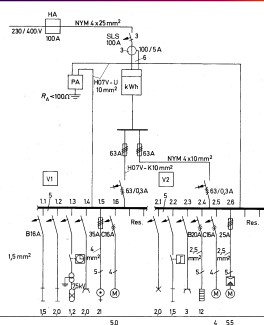
- tokokroge označimo s številkami;
- številko tokokroga pripišemo pri vtičnicah, svetilkah in stikalih;
- če je v stavbi več razdelilcev, pri številki tokokroga pripišemo tudi številko razdelilca;
- tokokroge oštevilčimo, ko že imamo izdelan načrt razdelilca;
 - tokokroge se običajno ne vrisuje v tloris;
 - 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:

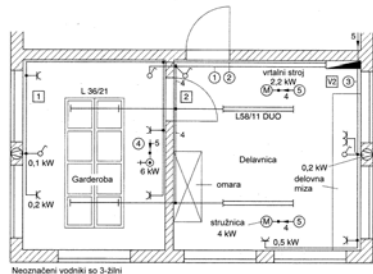
- v popisu materiala navedemo ves potreben inštalacijski material;
- popis začnemo pri hišnem priključku in nadaljujemo proti porabnikom;
 - popis lahko izdelamo v tabelarični obliki, ki omogoča seštevanje enakih elementov;
 - ne smemo pozabiti na material za izenačitev potenciala in za opremo razdelilcev; 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 drobn 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.

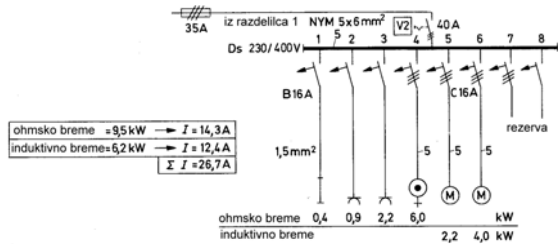
Potek izdelave projekta



NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

37

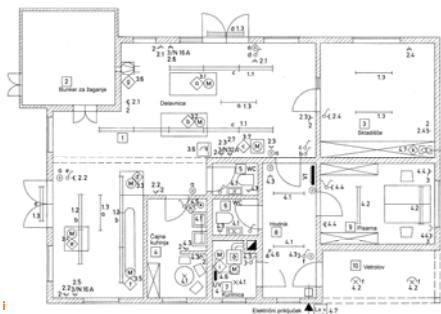
Potek izdelave projekta



NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

38

Potek izdelave projekta



NNEI: Projektiranje i

39

Simboli v načrtu inštalacije

	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		

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

43

Simboli v načrtu inštalacije

	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

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

44






















Simboli v načrtu inštalacije

	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

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

45






















Simboli v načrtu inštalacije

 stikalo, splošno	 dvopoložajni rele
 stikalo s kont. lučko	 zatemiilno 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	

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

46






Simboli v načrtu inštalacije

 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 "verženja"
 tokovni pretvornik	 svetilka z varnostno funkcijo
 svetilka, splošno	 svetilka z varnostno funkcijo
 svetilka s sijalko, splošno	 svetilka s sijalko, splošno
 svetilka s stikalom	 sv. s fluo. sijalko
 svetilka s stikalom	 navedba moči sijalke
	 sv. z dvema sijalkama moči 58 W

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

47
















Simboli v načrtu inštalacije

 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

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

48















Simboli v načrtu inštalacije

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

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

49

Simboli v načrtu inštalacije

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

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

50

... in še:

Vprašanja?

NNEI: Projektiranje inštalacij in meritve

51
