

- između dvije uzastopne srednje crte ili između uzastopne duge i srednje crte nalazi se po jedna kratka crta;
  - 4) kod bireta nazivnog obujma od  $50 \text{ cm}^3$  koje imaju ljestvicu s podjelom  $0,1 \text{ cm}^3$ :
    - od crte koja je označena ništicom svaka deseta crta mora biti duga,
    - na sredini razdaljine između dvije uzastopne duge crte nalazi se jedna srednja crta,
    - između uzastopne duge i srednje crte nalaze se četiri podjednako raspoređene kratke crte;
    - 5) kod bireta nazivnog obujma od  $100 \text{ cm}^3$  koje imaju ljestvicu s podjelom  $0,2 \text{ cm}^3$ :
      - od crte koja je označena ništicom svaka peta crta mora biti duga,
      - između dvije uzastopne duge crte nalaze se četiri podjednako raspoređene kratke crte.
- Kod bireta nazivnog obujma od  $100 \text{ cm}^3$  raspored crta ljestvice koje su različitih duljina može biti isti kao i kod bireta nazivnog obujma od  $50 \text{ cm}^3$ .

### Član 13.

Obilježavanje brojevima vrši se odozgo prema dole, počevši od crte koja je označena ništicom, u razmacima označenim u tablici I.

Brojevi se moraju nalaziti odmah iznad dugih crta na koje se odnose i malo udesno od susjednih kraćih crta.

Kod bireta razreda tečnost B brojevi se mogu nalaziti i malo udesno od kraja crte na koju se odnose, tako da budu podijeljeni po svojoj sredini prividnim produženjem crte.

### Član 14.

Sve crte ljestvice i brojevi moraju biti jasno vidljivi i neizbrisivi.

### Član 15.

Na biretama mora se, na trajan način, na jednom od jezika i pisama naroda Jugoslavije ispisati:

- 1) tvrđka ili naziv ili zaštitni znak proizvođača;
- 2) nazivni obujam (simbolom »cm<sup>3</sup>« ili »ml«);
- 3) oznaka da je bireta baždarena na izljev (simbolom »Ex«);
- 4) referentna temperatura (simbolom »20°C«);
- 5) oznaka razreda točnosti birete (slovom »A« ili »B«).

Svi natpsi i oznake moraju biti ispisani na gornjem dijelu birete iznad crte ništice i moraju biti jasno vidljivi i neizbrisivi u normalnim uvjetima upotrebe birete.

### Član 16.

Maksimalno dopuštene greške nazivnih obujama ne smiju prelaziti vrijednosti, koje su dane u tablici I.

Maksimalno dopuštena greška obujma koja odgovara bilo kojoj crti podjeli na ljestvici jednaka je maksimalno dopuštenoj grešci nazivnog obujma birete.

Razlika među greškama u obujmima koje odgovaraju dvjema bilo kojim crtama na ljestvici ne smije premašiti maksimalno dopuštenu grešku nazivnog obujma birete.

Maksimalno dopuštena greška crte ništice (0) kod automatskih bireta određenoga nazivnog obujma ne smije prelaziti vrijednosti  $1/2$  dopuštene greške toga nazivnog obujma.

### Član 17.

Tipno ispitivanje birete obuhvaća:

- 1) prethodno ispitivanje, koje obuhvaća:
  - vanjski pregled,
  - ispitivanje na hidrolitski razred;
- 2) mjereno-tehničko ispitivanje, koje obuhvaća:
  - ispitivanje vremena protjecanja,
  - ispitivanje obujma,
  - ispitivanje staklene slavine na nepropustljivost.

### Član 18.

Zig se stavlja na biretu suprotno od ljestvice, iznad mjerne crte ništice, vodeći pri tom računa da stavljanje ziga ne ometa očitavanje meniska.

### Član 19.

U iznimnim slučajevima može se dopustiti upotreba bireta i drugih nazivnih obujama od onih koji su određeni u članu 2. ovog pravilnika, uz uvjet da te birete u pogledu drugih osobina udovoljavaju uvjetima predviđenim ovim pravilnikom.

### Član 20.

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objave u »Službenom listu SFRJ«.

Br. 0213  
Beograd, 20. veljače 1978.

Zamjenjuje direktora  
Saveznog zavoda za mjerne  
i dragocjene metale

dr Dragutin Bošković, v. r.

### 228.

Na temelju člana 30. st. 1. i 5. Zakona o standardizaciji (»Službeni list SFRJ«, br. 38/77), u suglasnosti sa saveznim sekretarom za unutrašnje poslove i predsjednikom Saveznog komiteta za energetiku i industriju, direktor Jugoslovenskog zavoda za standardizaciju propisuje

## P R A V I L N I K

### O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA ZAŠTITU NISKONAPONSKIH MREŽA I PRIPADNIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

#### I. OPĆE ODREDBE

##### Član 1.

Ovim se pravilnikom propisuju tehnički normativi za zaštitu niskonaponskih mreža za napajanje i razdiobu električne energije i priradnih transformatorskih stanica, visoki/niski napon (u nastavku teksta »transformatorske stanice«) od previsokog dodirnog napona, strujnog preopterećenja, od požara te mehaničkih i dinamičkih naprezanja.

##### Član 2.

Odredbe ovog pravilnika ne primjenjuju se na elektroenergetska postrojenja i niskonaponsku razdiobu u podzemnim rudnicima, u elektrokemijskoj industriji, na nadzemna mjesa ugrožena eksplozivnim smještanima, na električne željeznice, uključujući i uredaje

na vozilima i kontaktne vodove te na elektroenergetskim postrojenjima za posebne namjene kao što su: postrojenja za napajanje antenskih uređaja na planinskim vrhovima, postrojenja elektrofiltera i slično.

### Član 3.

Dolje navedeni izrazi, u smislu ovog pravilnika, imaju ova značenja:

- 1) zemlja je pojam za opću masu tla svake vrste, a i za tekuće i stajaće vode;
- 2) uzemljiti znači ostvariti električki vodljivu vezu između metalnog dijela postrojenja i zemlje;
- 3) uzemljenje je skup međuseobno vodljivo povezanih uzemljivača, vodova za uzemljenje i sabirnih vodova za uzemljenje;
- 4) zaštitno je uzemljenje uzemljenje metalnih dijelova električnih postrojenja koji ne pripadaju strujnom krugu, radi zaštite ljudi od previsokog dodirnog napona i napona koraka;
- 5) radno (pogonsko) je uzemljenje uzemljenje metalnih dijelova koji pripadaju strujnom krugu električnog postrojenja;
- 6) združeno uzemljenje, u smislu ovog pravilnika, uzemljenje je koje se postiže spajanjem radnog i zaštitnog uzemljenja u transformatorskoj stanicici ili kada se isto uzemljenje koristi kao radno i kao zaštitno;
- 7) uzemljivači su metalni dijelovi koji se nalaze u zemlji i ostvaruju električki vodljivu vezu uzemljenih dijelova postrojenja sa zemljom, a i neizolirani vodići koji služe za spajanje postrojenja sa zemljom na dijelu u kojem su položeni u zemlji;
- 8) otpor rasprostiranja uzemljivača otpor je zemlje između uzemljivača i dovoljno udaljene točke od uzemljivača; pod dovoljno udaljenom točkom od uzemljivača razumijeva se područje zemljišta, a osobito njegova površina, koje je od pripadnog uzemljivača udaljeno toliko da se između bilo kojih točaka tog područja ne pojavljuju veće potencijalne razlike;
- 9) otpor uzemljenja je zbroj otpora rasprestiranja uzemljivača i otpora voda za uzemljenje;
- 10) temeljni uzemljivač (zemljivač u temelju) je uzemljivač od pocinčane čelične trake ili okruglog željeza koji se ugraduje u sloj betona u temelju objekta (zgrade); armiranobetonska konstrukcija objekta (zgrada) može se i sama upotrijebiti kao temeljni uzemljivač, uz uvjet da su elementi ove konstrukcije međusobno galvanski povezani (npr. svarivanjem);
- 11) oblikovanje potencijala je takvo raspoređivanje uzemljivača kojim se utječe na raspodjelu potencijala, da bi se smanjio dodirni napon i napon koraka;
- 12) napon je uzemljenja napon koji pri struci uzemljospaja nastaje između uzemljenja i dovoljno udaljene točke od uzemljivača;
- 13) dodirni je napon dio napona uzemljenja koji čovjek može premostiti dodirom;
- 14) napon je koraka dio napona uzemljenja koji čovjek može premostiti korakom duljine 1 m;
- 15) napon prema zemlji je napon koji, pri uzemljenoj nultočki, postoji između faznog vodiča i uzemljene nultočke (neutralnog vodiča);
- 16) napon je greške napon koji se pri kvaru pojavljuje između vodljivih dijelova koji normalno nisu pod naponom, ili između tih metalnih dijelova i dovoljno udaljene točke od uzemljivača (koja ima potencijal približno jednak ništicu);
- 17) naponski je lijevak prostorna raspodjela potencijala oko uzemljivača prikazana dijagramom;
- 18) struja greške je struja koja protjeće kroz oštećenu izolaciju;
- 19) struja je zemljospaja struja koja teče u zemlju na mjestu zemljospaja;
- 20) kapacitivna struja zemljospaja je struja koja nastaje pri zemljospaju u elektroenergetskoj mreži koja nije uzemljena;
- 21) struja dozemnoga kratkog spoja je struja zemljospaja u mrežama s direktnim uzemljenjem ili uzemljenjem preko dopunskog otpora za ograničenje struje zemljospaja;
- 22) dozemni kratki spoj je zemljospoj u elektroenergetskoj mreži uzemljenoj direktno ili preko dopunskog otpora za ograničenje struje zemljospaja;
- 23) izjednačavanje potencijala je mjeru koja se postiže galvanskim povezivanjem vodovodnih i drugih instalacija (grijanje, plinske instalacije, metalna kanalizacija, dizalo, gromobranska instalacija itd.) s uzemljenjem objekta (zgrade);
- 24) zaštitno izoliranje dopunska je izoliranje metalnih dijelova pogonskog uređaja koji ne pripadaju pogonskom strujnom krugu, a mogu se dodirnuti;
- 25) zaštita s pomoću uzemljenja neposredno je uzemljenje vodljivih dijelova koji normalno nisu pod naponom, radi zaštite od previsokog dodirnog napona;
- 26) nulovanje je zaštita od previsekog dodirnog napona, koja se postiže povezivanjem vodljivih dijelova koji mogu zbog kvara doći pod napon s nulvodcem;
- 27) zaštita s pomoću naponske zaštitne sklopke (ZN sklopka) zaštitna je mjeru pri kojoj sklopka neposredno ili posredno isključuje sve vodiče električnog uređaja čiji su vodljivi dijelovi, koji ne pripadaju strujnom krugu, došli pod previsoki dodirni napon;
- 28) zaštita s pomoću strujne zaštitne sklopke (ZS sklopka) zaštitna je mjeru pri kojoj zaštitna sklopka isključuje sve vodiče električnog uređaja na način opisan u točki 27) ovog člana, kad se pojavi struja greške koja odgovara isključnoj struci te sklopke;
- 29) neutralni je vodič niskonaponske mreže koji je u trofaznom sistemu priključen na neutralnu točku energetskog transformatora;
- 30) nulvodič je direktno uzemljen neutralni vodič u mrežama u kojima se, kao zaštitni sistem protiv opasnog dodirnog napona, primjenjuje nulovanje;
- 31) niskonaponski je vod vod čiji nazivni napon ne prelazi 1000 V;
- 32) visokonaponski je vod vod čiji je nazivni napon veći od 1000 V;
- 33) nadzemni je vod skup svih dijelova koji služe za nadzemno vođenje vodiča koji prenose i raspodjeljuju električnu energiju, kojim su obuhvaćeni: vodiči (gođili ili izolirani), stupovi, izolatori, konzole, zaštitna užeta, uzemljivači, vodovi za uzemljenje i temelji;
- 34) mješoviti je vod, u smislu točke 33, vod u kojem se na istim stupovima nalaze visokonaponski i niskonaponski vod;
- 35) samonošivi je kabelski vod nadzemni vod čiji su vodiči izolirani sintetičkim materijalom i složeni u obliku snopa;
- 36) električne pogonske prostorije jesu prostorije u zgradama ili otvorenim prostorijama određeni prije svega za smještanje i pogon postrojenja u kojima je dopušten pristup samo osoba koje održavaju takva postrojenja.

Ili njima rukuju; ostalim osobama pristup u takve prostorije može biti dopušten samo pod stručnim nadzorom;

37) zatvorene električne pogonske prostorije jesu prostorije u zgradama ili otvorenim prostorijama, određeni same za smještanje i pogon električnih postrojenja te koji su u toku pogona tih postrojenja zaključani i u njima je povremeno pristup dopušten samo za to ovlaštenim osobama.

## II. ZAŠTITNE MJERE U NISKONAPONSKOJ MREŽI I PRIPADNIM TRANSFORMATORSKIM STANICAMA

### 1. Zaštita od previsokog dodirnog napona

#### Član 4.

Previsokim (opasnim) dodirnim naponom, u smislu ovog pravilnika, smatra se trajni dodirni napon efektivne vrijednosti veće od:

— 125 V u transformatorskoj stanicici odnosno

— 65 V izvan transformatorske stanice i u niskonaponskoj mreži.

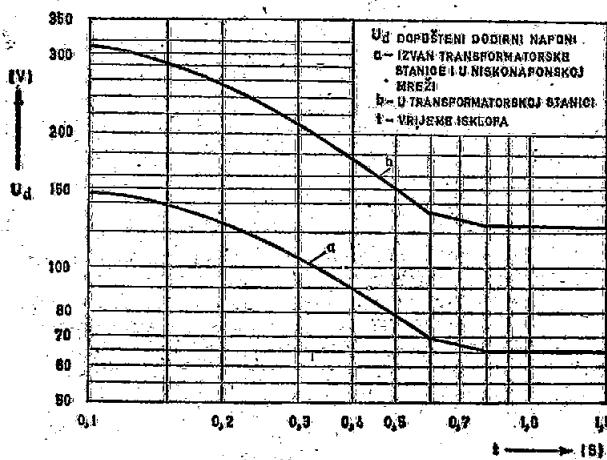
Trajni dodirni napon svaki je dodirni napon koji se održava više od 1 s.

#### Član 5.

Ako se mjesto zemljospaja (kvara) isklapa djelovanjem odgovarajuće zaštite u vremenu kraćem od 1 s, dopušteno je da dodirni naponi budu veći od danih u članu 4. ovog pravilnika.

Vrijednosti dopuštenoga dodirnog napona ( $U_d$ ), u ovisnosti o trajanju isklopa ( $t$ ) na mjestu kvara, biraju se prema krivuljama opasnosti na slici 1.

Kao vrijeme isklopa ( $t$ ) mesta kvara uzima se vrijeme djelovanja najbliže predviđene zaštite.



Sli. 1.

#### Član 6.

Ako postoji mogućnost prijenosa opasnih potencijala izvan transformatorske stanice (na primjer: preko nulvodiča pri primjeni nulovanja, preko metalnih kabelskih plaštova i sl.), tada se dopušteni dodirni napon ( $U_d$ ) u transformatorskoj stanicici i izvan nje bira prema krivulji opasnosti »a» na slici br. 1.

#### Član 7.

Da bi se spriječio nastanak i održavanje previsokog dodirnog napona, pri izgradnji i rekonstrukciji transfor-

matorskih stanica i niskonaponskih mreža moraju se upotrebljavati samo naprave, uređaji, vodovi i ostali elementi koji su izrađeni u skladu s važećim propisima.

Električne instalacije u objektima (zgradama) koje se priključuju na niskonaponsku mrežu moraju također biti izvedene u skladu s važećim propisima, i zajedno s trošilima moraju se pravilno i redovno održavati.

#### Član 8.

Da bi se spriječila pojava previsokih dodirnih napona u instalacijama objekata (zgrada), zbog unošenja opasnih potencijala, potrebno je u objektima (zgradama) provesti mjere izjednačavanja potencijala.

Djelotvornost mjera izjednačavanja potencijala provjerava se mjerjenjem. Izjednačavanje potencijala uspješno je provedeno ako se mjerjenjem otpora između zaštitnog kontakta električne instalacije i metalnih dijelova drugih instalacija dobije vrijednost manja od  $2\Omega$  u bilo kojoj prostoriji objekta (zgrade). Za veće objekte (zgrade) dovoljno je izvršiti mjerjenja u prostorijama koje su najudaljenije od mesta gdje je izvršeno galvansko povezivanje, na primjer mjerjenjem na posljednjem katu objekta (zgrade). Pri mjerjenju otpora  $U/I$  metodom, napon mjerjenja ne smije prijeti 65 V, pri čemu struja mjerjenja mora biti veća od 5 A.

#### Član 9.

Kao zaštitne mjere od previsokog dodirnog napona u niskonaponskoj mreži primjenjuju se:

- nulovanje,
- zaštitno uzemljenje,
- zaštitno izoliranje,
- zaštitne strujne sklopke ili
- zaštitne naponske sklopke.

#### 2. Opći uvjeti za nulovanje u niskonaponskoj mreži

##### Član 10.

Nulovanje se postiže povezivanjem vodljivih dijelova štićenog uređaja, koji normalno nisu pod naponom, a zbog neke greške ili kvarova mogu doći pod napon, s nulvodičem.

##### Član 11.

Osnovni je uvjet za nulovanje da struja greške ( $I_g$ ) koja nastaje pri potpunom kratkom spoju faznog vodiča s nulvodičem ili s dijelom naprave odnosno instalacije, koja je nulovanjem zaštićena, bude veća ili barem jednaka isklopnjoj struci ( $I_L$ ) pripadnoga instalacijskog osigurača, automatskog osigurača odnosno zaštitne sklopke;

$$I_g \geq I_L$$

##### Član 12.

Pri određivanju struje greške ( $I_g$ ) uzima se impedancija cijele petlje kratkog spoja zajedno s prijelaznim otporima. Impedancija petlje mora uđevoljiti uvjetu:

$$Z_p \leq \frac{U_p}{I_p} = \frac{U_p}{kL}$$

gdje je:

$Z_k$  = impedancija ( $\Omega$ ),

$U_f$  = napon faznog vodiča prema zemlji (V),

$I_s = kI_s$  — isklopna struja (A),

$I_n$  = nominalna struja osigurača (taljivog ili automatskog) ili namještena struja okidača automatske sklopke (A).

Isklopna struja ( $I_s$ ) zaštitnog uređaja mora osigurati dovoljno brz isklop kvara.

Faktor ( $k$ ) odnosi se na vanjske vodove (zračne i kabelske), uključujući kućni priključak i instalacijske osigurače glavnih razdjelnih vodova u glavnom razdijelnom ormaru, i ima vrijednosti:

—  $k \geq 1,25$  za automatske sklopke s elektromagnetskim okidačima,

—  $k \geq 2,5$  za osigurače (taljive ili automatske).

### Član 13.

Granična duljina niskonaponskog voda do koje je zaštićeno nulovanjem uspješna može se orientacijski procijeniti iz uvjeta:

$$L \leq \frac{U_f}{kI_s \sqrt{\left( \frac{A}{S_f} + \frac{A}{S_n} \right)^2 + B}} \cdot 10^3$$

gdje je:

$L$  = granična duljina voda (m).

$U_f$  = napon faznog vodiča prema zemlji (V).

$I_s = kI_s$  = isklopna struja prema članu 12 (A).

$S_f$  i  $S_n$  = presjeci faznog odnosno nulvodiča ( $\text{mm}^2$ ),

$A$  i  $B$  = parametri koji imaju vrijednosti prema tablici br. 1.

Tablica br. 1

Kabelski vod		Nadzemni vod			
Bakreni vodič (Cu)	Aluminijasti vodič (Al)	Bakreni vodič (Cu)	Aluminijasti vodič (Al)		
		$S_f \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_f > 35 \text{ mm}^2$	$S_n \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_n > 35 \text{ mm}^2$
A 19	32	19	19	32	32
B 0,01	0,01	0,45	0,34	0,45	0,34

### Član 14.

Provjeru osnovnog uvjeta za primjenu nulovanja treba izvršiti mjerjenjem impedancije petlje ( $Z_k$ ) na mjestu priključenja objekata zaštitenih nulovanjem, bez obzira na veličinu procijenjene granične duljine ( $L$ ) niskonaponskog voda proračunate prema uvjetu iz člana 13. ovog pravilnika.

Ova se provjera obavlja na objektima koji su najviše udaljeni od transformatorske stanice.

### Član 15.

Nulvodič niskonaponske mreže treba obavezno uzemljiti kod napojne transformatorske stanice i na više mesta u niskonaponskoj mreži.

### Član 16.

Svaki novi objekt (zgrada) treba, u pravilu, imati temeljni uzemljivač s kojim se povezuje nulvodič nisko-

naponske mreže, čime se dobiva mali ukupni otpor uzemljenja i pri nepovoljnim električnim karakteristikama tla.

### Član 17.

Dopušteno je povezivanje nulvodiča susjednih niskonaponskih izvoda iste transformatorske stanice, a i povezivanje nulvodiča niskonaponskih mreža susjednih transformatorskih stanica, uz uvjet da su presjeci nulvodiča jednaki, ili da imaju vrijednosti dvaju susjednih standardnih presjeka.

### Član 18.

Izbor minimalnog presjeka nulvodiča niskonaponskog voda u odnosu prema presjeku faznog vodiča obavljaj se u skladu s važećim propisima o izvođenju elektroenergetskih instalacija u zgradama.

### Član 19.

Ukupni otpor uzemljenja nulvodiča, pored udovoljenja uvjetima za nulovanje u niskonaponskoj mreži, treba imati takvu vrijednost koja će onemogućiti pojavu ili održavanje dodirnih napona većih od danih na krvulji opasnosti »a« na slici br. 1, koji bi bili posljedica proboga izolacije visokonaponskog dijela transformatorske stanice prema niskom naponu. Ovaj otpor mjeri se u transformatorskoj stanicu zajedno s uzemljenjem transformatorske stanice, i zajedno sa svim ostalim uzemljivačima koji su vezani za nulvodič u transformatorskoj stanicu i u niskonaponskoj mreži.

### Član 20.

U napojnoj transformatorskoj stanicu i u glavnim razdjelnim ormarima potrošača treba staviti vidljivo upozorenje da je kao zaštitna mjeru primijenjeno nulovanje.

### 3. Posebni uvjeti za nulovanje u kabelskoj niskonaponskoj mreži

#### Član 21.

Nulvodič kabelske niskonaponske mreže vezuje se za zdržano uzemljenje transformatorske stanice odnosno za radno uzemljenje, ako ono mora biti odvojeno od zaštitnog uzemljenja.

S nulvodičem spajaju se i svi uzemljivači objekata (zgrada) niskonaponske mreže zaštićene nulovanjem. Raspored tih uzemljivača u odnosu prema uzemljivaču transformatorske stanice, a i vrijednost njihovih otpora rasprostiranjima nisu strogo ograničeni. Iznimka su samo objekti (zgrade) koji se nalaze na kraju nekog voda s jednostrukim napajanjem, a koji nemaju izvedene temeljne uzemljivače i provedene mjeru izjednačavanja potencijala i čiji otpor uzemljenja pojedinačno ne smije biti veći od  $10 \Omega$ .

#### Član 22.

U kabelskoj niskonaponskoj mreži spajaju se s nulvodičem:

- metalni kabelski razdjelnici ormarci izvan zgrade ili u zgradi i priključne kutije,

- metalni i armiranobetonski stupovi javne rasvjete i prometne signalizacije,

- metalni plaštevi i kabelske armature te metalne kabelske glave.

#### Član 23.

Nadzemna niskonaponska mreža izvedena sa samonosivim kabelima treba udovoljiti istim uvjetima za nulovanje kao i podzemna kabelska mreža.

**4. Posebni uvjeti za nulovanje u nadzemnoj niskonaponskoj mreži**

**Član 24.**

Nulvodici nadzemne niskonaponske mreže uzemljuje se kod transformatorske stanice i na svakom radijalnom ogranku duljem od 200 m. Pri tome ukupni otpor uzemljenja nulvodiča niskonaponske mreže, mjerjen u transformatorskoj stanici bez odvajanja uzemljenja transformatorske stanice, ne smije biti veći od  $5 \Omega$ .

**Član 25.**

Uzemljenje svakoga radijalnog ogranka mreže dugog od 200 m izvodi se s pomoću jednog uzemljivača na kraju ogranka, ili s više uzemljivača raspoređenih na duljinu od najviše 200 m, gledano od kraja ogranka. Pri tome ukupni otpor uzemljenja tih uzemljivača ne smije biti veći od  $10 \Omega$ .

Iznimno, otpor uzemljenja iz stava 1. ovog člana može biti i veći od  $10 \Omega$  ako se na krajevima radijalnih ogrankaka nalaze objekti (zgrade) u kojima su izvedeni temeljni uzemljivači i ako je provedena mjera izjednačavanja potencijala.

**Član 26.**

Ako u jednom dijelu niskonaponske mreže nije udovoljeno uvjetima za nulovanje, tada se u toj mreži može primijeniti nulovanje ako su u objektima na spomenutom dijelu mreže primijenjene zaštitne struje ili zaštitne naponske sklopke.

**Član 27.**

Raspored vodiča na glavi stupu treba biti takav da nulvodici bude u istoj ravnini ili ispod faznih vodiča.

Isti raspored vodiča i isti položaj neutralnog vodiča na glavi stupa treba biti i kod niskonaponskih mreža nezaštićenih nulovanjem.

**Član 28.**

Gdje god je to moguće, vodiči opće potrošnje i javne rasvjete vode se na istim stupovima, pri čemu se upotrebljava zajednički nulvodici.

**Član 29.**

Metalni stupovi niskonaponske mreže, prisključne kutije i kabelske glave na kabelskim prisključcima na nadzemnu mrežu ne spajaju se s nulvodičem, niti se primjenjuju druge zaštitne mjere. Isto važi i ako se u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača primjenjuje zaštitno uzemljenje s pomoću pojedinačnih uzemljivača.

Iznimno, ako se elementi niskonaponske mreže navedeni u stavu 1. ovog člana nalaze na površinama kao što su kupališta, igraлиšta, školska dvorišta, kampovi i sl., primjenjuje se jedna od ovih zaštitnih mjeri:

- zaštitno izoliranje (kerištenjem kabelskih prisključnih kutija, kabelskih glava i sl. sa sintetičnom izolacijom),

- izoliranje stajališta širine najmanje 1,25 m (asfaltiranjem ili posipanjem krupnim slabom vodljivim šljunkom),

- oblikovanje potencijala (pelaganjem uzemljivača na udaljenosti od 1 m i na dubini od 0,5 m),

- vezivanje za neki bliski zajednički uzemljivač,

- zaštita s pomoću strujnih zaštitnih sklopki na dijelu niskonaponskog voda u kojem se nalaze ti elementi.

**Član 30.**

Ako se na istim stupovima nalaze vodiči visokog i niskog napona, zaštitne mjere ed previsokog dodirnog napona i napona koraka primjenjuju se u skladu s važećim propisima o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova, smatrajući stupove dijelovima visokonaponskog voda, bez obzira na to je li u niskonaponskoj mreži primijenjeno nulovanje ili koja druga zaštitna mjera.

**5. Primjena zaštitnog uzemljenja u niskonaponskoj mreži**

**Član 31.**

Zaštitno uzemljenje izvodi se spajanjem svih vodljivih dijelova objekata, koje treba zaštititi od previsokog dodirnog napona, sa zaštitnim uzemljivačem odnosno uzemljivačima.

U napojnoj transformatorskoj stanici mora se uzemljiti neutralni vodič niskonaponske mreže.

**Član 32.**

Zaštitne se uzemljenje izvedi kao:

- uzemljenje s pomoću zajedničkog uzemljivača,
- uzemljenje s pomoću pojedinačnih uzemljivača.

**Član 33.**

Uzemljenje s pomoću zajedničkog uzemljivača ostvaruje se direktnom vezom zaštitnog uzemljivača objekta i radnog uzemljenja transformatorske stanice na njenski izvedenim spojem.

Kao zajednički uzemljivač upotrebljavaju se:

- metalni cjevovod (vodovod),
- posebno položen uzemljivač,
- metalni kabelski plasti.

**Član 34.**

U slučaju primjene zaštitnog uzemljenja s pomoću zajedničkog uzemljivača, zaštitu treba osigurati brz iskop struje dozemnih kvarova u zaštićenom objektu.

Osnovni uvjet za primjenu ove zaštitne mjere jeste da struja greške ( $I_g$ ) bude veća ili jednaka iskopnoj struci ( $I_s$ ) pripadnoga instalacijskog osigurača, automatskog osigurača odnosno zaštitnog sklopke:

$$I_g \geq I_s$$

**Član 35.**

Ako se objekti niskonaponske mreže štite zaštitnim uzemljenjem s pomoću pojedinačnih uzemljivača, treba da je udovoljeno ovim uvjetima:

$$R_u \leq \frac{65}{I_s}$$

$$R_u \leq \frac{65}{I_{max}}$$

gdje je:

$R_u$  — otpor zaštitnog uzemljenja pojedinačnog uzemljivača ( $\Omega$ ),

$I_s$  —  $k \cdot I_s$ , — iskopna struja ( $A$ ), u smislu člana 12. ovog pravilnika,

$I_{max}$  — ukupni otpor radnog (pegonskog) uzemljenja ( $\Omega$ ),

$I_g$  — najveća iskopna struja štitičenih objekata u niskonaponskoj mreži ( $A$ ).

**Član 36.**

Kabelski razdjeljni ormari, kabelske priključne kućice, stupovi javne rasvjete i prometne signalizacije ne mogu se uspješno zaštiti zaštitnim uzemljenjem s pomoću pojedinačnih uzemljivača. Zato se za ove elemente niskonaponske mreže primjenjuje jedna od zaštitnih mjera predviđenih odredbama člana 29. stava 2. ovog pravilnika, bez obzira na mjesto ugradnje.

**6. Primjena ostalih zaštitnih mjera u niskonaponskoj mreži****Član 37.**

Zaštitno izoliranje elemenata niskonaponske mreže, a i korištenje strujnih zaštitnih i náponskih zaštitnih sklopki, obavlja se prema važećim propisima za izvođenje elektroenergetskih instalacija u zgradama.

**7. Uvjeti primjene nulovanja i zaštitnog uzemljenja u istoj niskonaponskoj mreži****Član 38.**

U istoj niskonaponskoj mreži dopušten je rad objekata štičenih nulovanjem i objekata štičenih zaštitnim uzemljenjem, uz uvjet da se pri dozrenom spoju u bilo kojem objektu štičenom zaštitnim uzemljenjem na nulvodici niskonaponske mreže ne pojavi napon veći od 65 V, a ako se pojavi — da će se održati samo najkratće vrijeme, tj. do isklopa strujnog kruga djelovanjem osigurača (haljivog ili automatskog) ili zaštitne sklopke.

Uvjeti iz stava 1. ovog člana važe za niskonaponske mreže nazivnog napona  $3 \times 380/220$  V.

**Člana 39.**

U istoj niskonaponskoj mreži dopušten je rad objekata štičenih nulovanjem i objekata štičenih zaštitnim uzemljenjem s pomoću zajedničkog uzemljivača.

Ako su u niskonaponskoj mreži u području jedne transformatorske stanice objekti štičeni nulovanjem, a u području susjedne transformatorske stanice zaštitnim uzemljenjem s pomoću zajedničkog uzemljivača, nulvodici i neutralni vodič tih dvaju područja smiju se međusobno povezati ako su njihovi presjeci jednakili imaju vrijednosti dvaju susjednih standardnih presjeka.

**Član 40.**

U istoj niskonaponskoj mreži dopušten je rad objekata štičenih nulovanjem i objekata štičenih uzemljenjem s pomoću pojedinačnih uzemljivača ako je udovoljeno uvjet:

$$R_{\text{sum}} = \frac{R_{\text{min}}}{2,5} = 0,4 R_{\text{min}}$$

gdje je:

$R_{\text{sum}}$  = ukupni otpor uzemljenja nulvodiča cijelokupne niskonaponske mreže, zajedno s uzemljivačima transformatorskih stanica i svim ostalim uzemljivačima koji se vezuju na nulvodici,

$R_{\text{min}}$  = najmanji od svih otpora uzemljenja objekata štičenih s pomoću pojedinačnih uzemljivača.

Ako su u niskonaponskoj mreži u području jedne transformatorske stanice objekti štičeni nulovanjem,

a u području susjedne transformatorske stanice zaštitnim uzemljenjem s pomoću pojedinačnih uzemljivača, nulvodici i neutralni vodič tih dvaju područja smiju se međusobno povezati ako je udovoljeno uvjet iz stava 1. ovog člana. Tom uvjetu mora biti udovoljeno prije povezivanja nulvodiča i neutralnog vodiča na granici transformatorskih stanica, pri čemu presjeci nulvodiča i neutralnog vodiča trebaju biti jednakili ili imati vrijednosti dvaju susjednih standardnih presjeka.

**Član 41.**

Ako ukupni otpor uzemljenja nulvodiča iznosi  $R_{\text{sum}} \leq 0,20 \Omega$ , u istoj niskonaponskoj mreži dopušten je rad objekata štičenih nulovanjem i objekata štičenih zaštitnim uzemljenjem s pomoću pojedinačnih uzemljivača bez provjere veličine otpora uzemljenja pojedinačnih uzemljivača.

Ako su u niskonaponskoj mreži u području jedne transformatorske stanice objekti štičeni nulovanjem, a ukupni otpor uzemljenja nulvodiča iznosi  $R_{\text{sum}} \leq 0,20 \Omega$ , taj nulvodici može se vezati za neutralne vodiče (nulvodiče) susjednih transformatorskih stanica neovisno o tome kakav je sistem zaštite u njima primijenjen, ako su presjeci nulvodiča (neutralnih vodiča) jednakili ili imaju vrijednost dvaju susjednih standardnih presjeka.

Uvjetu  $R_{\text{sum}} \leq 0,20 \Omega$  mora biti udovoljeno prije povezivanja nulvodiča s neutralnim vodičima (nulvodičima) susjednih transformatorskih stanica.

**Član 42.**

Ako su u jednoj niskonaponskoj mreži objekti štičeni zaštitnim uzemljenjem s pomoću pojedinačnih uzemljivača, onda se na istu mrežu mogu pojedinačno priključiti objekti u kojima je zaštita izvedena nulovanjem, ako svaki takav objekt udovoljava ovim uvjetima:

— da je instalacija u svakom objektu štičenom nulovanjem izvedena s posebnim zaštitnim vodičem,

— da svaki objekt štičen nulovanjem ima temeljni uzemljivač na koji se vezuje nulvodici, i da je provedena mjera izjednačavanja potencijala.

**Član 43.**

Ako nije udovoljeno nijednom od uvjeta navedenih u čl. 40., 41. i 42. ovog pravilnika, tada se u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača u kojima je provedeno nulovanje zabranjuje upotreba zaštitnog uzemljenja s pomoću pojedinačnih uzemljivača bez spoja nulvodiča s tim zaštitnim uzemljenjem.

**8. Primjena zaštitnih mjera u transformatorskim stanicama****Član 44.**

Izbor uzemljenja i uzemljivača, a i njihovo dimenzioniranje, obavlja se ovisno o parametrima visokonaponske i niskonaponske mreže, vodeći računa o toplinskoj stabilnosti uzemljivača i o zaštiti od previsokih dodirnih napona u transformatorskim stanicama, niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača.

**Član 45.**

Uzemljivači transformatorskih stanica trebaju topinski podnijeti struje različitih kratkih spojeva u visokonaponskoj i niskonaponskoj mreži, ovisno o vrsti uzemljenja neutralne točke visokonaponske mreže.

ovisno o načinu izvođenja uzemljenja transformatorskih stanica.

#### Član 46.

Računska provjera i dimenzioniranje uzemljivača prema toplinskim naprezanjima obavljaju se ako se pojavi dvostruki zemljospoj (koji je moguće jedino u visokonaponskoj mreži čija je neutralna točka izolirana ili je primijenjena kompenzacija struje zemljospoja), u ovim slučajevima:

- ako trajanje jednostrukog zemljospoja nije ograničeno na najviše 2 h,
- ako se svaki dvostruki zemljospoj ne isklapa djelovanjem zaštite bez vremenske odgode.

#### Član 47.

Proračun uzemljivača transformatorske stanice prema toplinskom naprezanju u slučajevima navedenim u Članu 46. ovog pravilnika obavlja se prema veličini dijela struje dvostrukog zemljospoja koji prolazi kroz uzemljivač transformatorske stanice i zemlju. Taj se dio struje dobiva množenjem ukupne struje dvostrukog zemljospoja s reduksijskim faktorom, kojim se obuhvaća utjecaj metalnih plašteva visokonaponskih kabela i ostalih metalnih dijelova koji se vezuju na uzemljenje transformatorske stanice, na raspodjelu struje kvara u transformatorskoj stanici.

Za nadzemne visokonaponske vodove bez zaštitnog užeta reduksijski faktor iznosi  $r = 1$ . Za kabelske vodove i nadzemne vodove sa zaštitnim užetom je  $r < 1$ . Točna vrijednost reduksijskog faktora određuje se mjerjenjem. Za proračuna reduksijskog faktora kabela mogu se uzeti i podaci proizvođača kabela, a i rezultati mjerjenja izvršenih u sličnim uvjetima.

Kao ukupna struja dvostrukog zemljospoja, u smislu ovog pravilnika, uzima se vrijednost struje koja je jednaka 80% od struje tropolnoga kratkog spoja.

#### Član 48.

U transformatorskoj stanici se, u pravilu, izvodi zdržano uzemljenje. Iznimno, radno i zaštitno uzemljenje izvode se kao posebna uzemljenja.

#### Član 49.

Ako je udovoljeno uvjetima, za korištenje zdržanog uzemljenja, onda se, u pravilu, u transformatorskoj stanici izvodi samo zaštitno uzemljenje i na njega priključuje neutralni vodič (nulvodič).

Iznimno, u transformatorskim stanicama s nadzemnim vodovima visokog i niskog napona (na primer: transformatorske stанице u obliku "tornja" ili na stupu), radno i zaštitno uzemljenje izvode se napose i nekadašno međusobno povezu, ako postoje uvjeti za korištenje zdržanog uzemljenja.

#### Član 50.

Zaštitno uzemljenje transformatorske stanice sastoji se od uzemljivača zaštitnog uzemljenja na koji se vezuju:

- svi metalni dijelovi visokonaponskih i niskonaponskih naprava i kućišta energetskog transformatora,
- metalni plaštevi i zasloni (ekrani) energetskih kabela,
- sekundarni strujni krugovi mjernih transformatora,
- uzemljenje visokonaponskih namota jednopolno izoliranih naponskih transformatora,

— ventilni odvodnici prenapona,

— neutralni vodič (nulvodič) niskonaponske mreže, ako se zaštitno uzemljenje koristi kao zdržano uzemljenje,

— ostali uzemljivači koji mogu utjecati na smanjenje ukupnog otpora zaštitnog uzemljenja.

#### Član 51.

Ako se transformatorska stanica izvodi kao poseban slobodno postavljeni objekt, onda se uzemljivač zaštitnog (zdržanog) uzemljenja, u pravilu, izvodi s jednom ili dvjema pravokutnim konturama i cijevnim uzemljivačima (sondama) na kutovima vanjske konture. Umjesto unutarnje konture, u transformatorskim stanicama s armiranobetonskim ili metalnim vanjskim zidovima može se upotrebljavati uzemljivač u temelju transformatorske stanice.

Ako iz tehničkih i ekonomskih razloga nije opravданo postavljanje cijevnih uzemljivača (sondi) iz stava 1. ovog Člana (na primjer na krševitom zemljistu), uzemljivač zaštitnoga (zdržanog) uzemljenja izvedi se na način koji najviše odgovara lokalnim uvjetima.

#### Član 52.

Ako se transformatorska stanica izvodi u sklopu nekoga drugog objekta (zgrade), uzemljivač zaštitnoga (zdržanog) uzemljenja izvodi se u ovisnosti o lokalnim uvjetima, raspoloživom prostoru i ekonomičnosti gradnje.

Ako objekt (zgrada) u koji se smješta transformatorska stanica ima izведен temeljni uzemljivač, taj se uzemljivač upotrebljava i za zaštitno (zdržano) uzemljenje transformatorske stanice.

#### Član 53.

Ako se transformatorska stanica napaja s pomoću visokonaponskih kabela s metalnim plaštevima vodljivim prema zemlji, pri proračunu otpora zaštitnoga (zdržanog) uzemljenja treba uzeti u obzir ulogu tih plašteva kao uzemljivača. Za proračun može se koristiti analogija s trakastim uzemljivačima, uzimajući da metalni kabelski plašt ima oko dva puta veći otpor rasprostiranja od otpora rasprestiranja trakastog uzemljivača iste duljine. U tom slučaju vođi se računa o pravcima položanja kabela, a i o činjenici da se utjecaj kabela kao uzemljivača očituje na duljini od najviše 500 m od transformatorske stanice.

#### Član 54.

U niskonaponskoj mreži nazivnog napona  $3 \times 380/220$  V neutralnu točku mreže treba direktno uzemljiti spajanjem s radnim uzemljenjem.

Radno se uzemljenje, u pravilu, povezuje sa zaštitnim uzemljenjem (zdržano uzemljenje), a iznimno se izvodi kao posebno uzemljenje.

#### Član 55.

Ako je odvajanje radnog i zaštitnog uzemljenja uvjet za sprečavanje pojave i održavanja opasnih dodirnih napona u transformatorskoj stаници i niskonaponskoj mreži, onda nije dovoljno samo fizičko odvajanje tih uzemljenja, već treba mjerjenjem utvrditi da između njih ne dolazi do prenošenja električnog potencijala.

Smatra se da su radno i zaštitno uzemljenje uspješno razdvojeni ako se na jednom uzemljenju ne može pojaviti potencijal veći od 40% potencijala drugog uzemljenja, s tim što uzemljivači tih dvaju uzem-

Ijenja trebaju biti međusobno udaljeni najmanje 20 m. Osim toga mora biti udovoljeno i ovim uvjetima:

1) niskonaponski kabelski priključci iz transformatorske stanice do prvog stupa odnosno priključne kućiće moraju biti izvedeni s kabelima s izoliranim plastičnim, a kabelske glave na tim priključcima u transformatorskoj stanici moraju biti od izolacijskog materijala;

2) u instalaciji za vlastite potrebe transformatorske stanice ne smije se primijeniti nulovanje;

3) neutralni vodič u transformatorskoj stanici mora biti postavljen izolirano u odnosu prema metalnim dijelovima vezanim na zaštitno uzemljenje.

#### Član 56.

Ako radno uzemljenje treba biti edvojeno od zaštitnog uzemljenja (iz čl. 59. i 64. ovog pravilnika), tada se radno uzemljenje, u pravilu, izvedi:

— s pomoću jednoga posebnog uzemljivača (npr.: u obliku trokuta sa sondama u tjemnenima trokuta) koji se s pomoću kabla s izoliranim plastičnim spajaju s neutralnim vodičem na niskonaponskoj razdjelnoj ploči u transformatorskoj stanici, ili

— s pomoću uzemljivača kod stupova ili objekata niskonaponske mreže u području promjera 200 m oko transformatorske stanice.

Uzemljivač radnog uzemljenja dimenzionira se u skladu s čl. 10. do 35. ovog pravilnika, a u posebnim uvjetima rada visokonaponske mreže navedenim u člantu 64. ovog pravilnika mora biti udovoljeno i uvjetu iz stava 2. tog člana.

#### 9. Dimenzioniranje uzemljenja transformatorskih stanica ako je neutralna tečka visokonaponske mreže uzemljena preko malog otpora.

#### Član 57.

Ako je neutralna tečka visokonaponske mreže na koju je priključena transformatorska stanica uzemljena preko malog otpora za ograničenje struje dozemnoga kratkog spoja, onda se u transformatorskoj stanici, u pravilu, izvedi zdržane uzemljenje.

Ukupni otpor zdrženog uzemljenja ( $R_{zad}$ ), uračunavajući utjecaj visokonaponskih kabela s vodljivim plastičnim, kao uzemljivača, a i utjecaj uzemljivača susjednih transformatorskih stanica i objekata (zgrada) koji su vezani za nulvodič (neutralni vodič) niskonaponske mreže, treba udovoljiti uvjetu:

$$R_{zad} \leq \frac{U_d}{I_d} = \frac{U_d}{r \cdot I_k}$$

gdje je:

$U_d$  = dopušten dodirni napon (V);

$I_d$  = dio struje dozemnoga kratkog spoja koji ide kroz uzemljenje transformatorske stanice i zemlju (A),

$r$  = reducirajući faktor odabran u skladu s članom 47. stavom 2. ovog pravilnika,

$I_k$  = ukupna struja dozemnoga kratkog spoja (A).

#### Član 58.

Kao dopušteni dodirni napon ( $U_d$ ) uzima se napon prema krivuljama opasnosti na slici br. 1, i to:

— prema krivulji opasnosti »a« ako je u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača kao zaštita od previsokog dodirnog napona primijenjeno nulovanje ili uzemljenje s pomoću zajedničkog uzemljivača,

— prema krivulji opasnosti »b« ako je primijenjen koji drugi sistem zaštite od previsokog dodirnog napona, kada povišenje potencijala na neutralnom vodiču ne može uzrokovati pojavu i održavanje visokih potencijala i opasnih dodirnih napona na kutišima aparat u instalacijama potrošača i elementima niskonaponske mreže.

#### Član 59.

Ako se u nekoj transformatorskoj stanici ne može udovoljiti uvjetu iz člana 57. ovog pravilnika, radno uzemljenje treba izvesti napose i razdvojeno od zaštitnog uzemljenja, u skladu s čl. 55. i 56. ovog pravilnika. Tada se ova uzemljenja dimenzioniraju ovako:

— ukupni otpor radnog uzemljenja ( $R_z$ ), mjerjen u transformatorskoj stanici bez odvajanja neutralnog vodiča (nulvodiča) niskonaponske mreže od uzemljivača radnog uzemljenja zajedno sa svim uzemljivačima objekata (zgrada) i ostalim uzemljivačima koji se vezuju za neutralni vodič (nulvodič) niskonaponske mreže, treba udovoljiti uvjetima primijenjene zaštite od previsokih dodirnih napona u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača;

— ukupni otpor zaštitnog uzemljenja ( $R_z$ ), mjerjen u transformatorskoj stanici bez odvajanja uzemljivača zaštitnog uzemljenja od drugih uzemljivača koji su vezani na njega, treba udovoljiti uvjetu da se pri doznom kratkom spoju u visokonaponskom dijelu transformatorske stanice na zaštitnom uzemljenju ne može pojaviti napon veći od 60% ispitnog napona izolacije elemenata niskonaponskog dijela transformatorske stanice i priključnik vodova, odnosno mora biti udovoljeno uvjetu:

$$R_z \leq \frac{1200}{L_r} = \frac{1200}{r \cdot I_k}$$

#### Član 60.

Osim udovoljenja uvjetima iz člana 59. ovog pravilnika, moraju se, u slučaju odvajanja radnog i zaštitnog uzemljenja, poduzeti i posebne zaštitne mjere u transformatorskoj stanici i oko nje, da bi se dodirni naponi ograničili na vrijednosti dane na krivuljama opasnosti na slici br. 1.

Smatra se da je tim uvjetima udovoljeno ako je u transformatorskoj stanici s metalnim ili armiranobetonskim vanjskim zidovima položen uzemljivač u temelju, na koji su priključeni svi metalni dijelovi konstrukcije i aparata u transformatorskoj stanici, a i vanjski uzemljivač zaštitnog uzemljenja. Ako nije izveden uzemljivač u temelju transformatorske stanice, u transformatorskoj stanici mora biti provedena jedna od ovih dodatnih zaštitnih mjera:

— stajališta za rukovanje trebaju biti metalna i povezana s ostatim vodljivim dijelovima, pri čemu pristup do stajališta treba biti omogućen izoliranim stazom širine najmanje 1,25 m, ili

— stajališta za rukovanje uvedajima trebaju se izolirati za najmanje dvostruki napon uzemljenja, pri čemu svi metalni dijelovi koji se mogu dohvatiiti s mesta za rukovanje trebaju biti međusobno povezani.

Oko transformatorske stanice s metalnim ili armiranobetonskim vanjskim zidovima izvodi se jedna od ovih dodatnih zaštitnih mjera:

— izoliranje tla širine 1,25 m oko transformatorske stanice (asfaltiranjem ili posipanjem krupnog slabe vodljivim šlunkom), ili

— oblikovanje potencijala (polaganjem uzemljivača na udaljenosti od 1 m od zida na dubini od 0,5 m).

Izoliranje tla oko transformatorske stanice ili oblikovanje potencijala obavezno je i u slučaju da je uzemljivač izведен u temelju.

Kod stupnih transformatorskih stanica uzemljivač se postavlja na udaljenosti od 1 m od stupa i na dubini od 0,5 m i povezuje se sa svim metalnim dijelovima koji se mogu dohvati s mjesta za rukovanje, a i sa zaštitnim uzemljivačem transformatorske stanice.

#### Član 61.

Ako se transformatorska stanica nalazi na području urbaniziranog dijela naselja, gdje se ne može uspješno odvojiti radno i zaštitno uzemljenje zbog velike gustoće metalnih podzemnih instalacija (jevodovi, uzemljivači zgrada, kabeli s vodljivim plastirom, itd.), u transformatorskoj stanici se izvodi združeno uzemljenje. Ako se uzemljenje može izvesti prema članu 57. ovog pravilnika, moraju se poduzeti mјere tako da se u visokonaponskoj mreži struja dozemnoga kratkog spoja ograniči na nižu vrijednost. U suprotnome, transformatorska stanica se ne može priključiti na visokonaponsku mrežu koja je uzemljena preko malog otpora.

#### 10. Dimenzioniranje uzemljenja transformatorske stanice ako je visokonaponska mreža s izoliranim neutralnom točkom ili s kompenziranim strujom zemljospoja

#### Član 62.

Ako visokonaponska mreža na koju se priključuje transformatorska stanica radi s izoliranim neutralnom točkom ili s kompenziranim strujom zemljospoja, u transformatorskoj se stanci, u pravilu, izvodi združeno uzemljenje.

Ukupni otpor združenog uzemljenja ( $R_{sd}$ ) treba udovoljiti uvjetu:

$$R_{sd} \leq \frac{U_d}{I_c}$$

gdje je:

$I_c$  = ukupna kapacitivna struja zemljospoja galvanski spojenih vodova visokonaponske mreže s izoliranim neutralnom točkom, odnosno preostala struja zemljospoja ako je visokonaponska mreža s kompenziranim strujom zemljospoja,

$U_d$  = dopušteni dodirni napon iz člana 58. ovog pravilnika, ako se zemljospoj isklopi djelovanjem zemljospojne zaštite.

#### Član 63.

Združeno se uzemljenje izvodi i ako se zemljospoj ne isklopi djelovanjem brze zemljospojne zaštite, ali je nastavljanje rada visokonaponske mreže sa zemljospojem ograničeno na najviše 2 sata, nakon čega se vod koji je u zemljospoju isklopi automatski ili ručno.

Dimenzioniranje ukupnog otpora združenog uzemljenja ( $R_{sd}$ ) obavlja se na način predviđen u članu 62. ovog pravilnika, računajući s dodirnim naponima od 65 V odnosno 125 V, kao trajnim dopuštenim dodirnim naponom.

#### Član 64.

Ako zemljospoj u visokonaponskoj mreži traje duže od 2 sata, smatra se da su stvoreni uvjeti za poja-

vu dvostrukog zemljospoja, koji može izazvati velika topilska naprezanja uzemljivača transformatorskih stanica i veoma visoke dodirne napone.

U slučaju iz stava 1. ovog člana, treba odvojiti radno i zaštitno uzemljenje, pri čemu mora biti udovoljeno ovim uvjetima:

1) zaštitno uzemljenje mora se izvesti kao uzemljenje u teškim uvjetima, u skladu s članom 60. ovog pravilnika. Ako se dvostruki zemljospoj ne isklopi djelovanjem zaštite bez vremenske odgode, mora se izvršiti računska provjera presjeka elemenata zaštitnog uzemljenja u odnosu prema topilskim naprezanjima, na način propisan ovim pravilnikom;

2) radno uzemljenje mora udovoljiti uvjetima primijenjene zaštite od opasnih dodirnih napona u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača. Osim toga, ukupni otpor radnog uzemljenja, mјeren u transformatorskoj stanci bez odvajanja neutralnog vodiča (mulvodice) od uzemljivača radnog uzemljenja i estabilnih uzemljivača u niskonaponskoj mreži, mora imati vrijednost koja osigurava da se, u slučaju probaja izolacije visokog napona prema radnom uzemljenju, na tom uzemljenju ne može pojaviti i održati napon od 65 V, odnosno mora biti udovoljeno i uvjetu:

$$R_s \leq \frac{65}{I_c}$$

gdje je:

$I_c$  = ukupna kapacitivna odnosno preostala struja zemljospoja.

#### Član 65.

Ako se transformatorska stanica nalazi na području urbaniziranog dijela naselja gdje se ne može odvojiti radno i zaštitno uzemljenje, izvodi se združeno uzemljenje, a ta se transformatorska stanica može priključiti samo na visokonaponsku mrežu u kojoj je trajanje zemljospoja ograničeno na najviše 2 sata.

#### 11. Zaštita od dodira dijelova naprava i vodova pod naponom u transformatorskoj stanci

#### Član 66.

Zaštita od dodira dijelova naprava i vodova koji su pod naponom u transformatorskoj stanci mora biti ostvarena prikladnom konstrukcijom, kao: izoliranjem, zatvorenim kućištima, pregradama, zidovima, limovima, pločama i sl.

#### Član 67.

Metalni dijelovi pod naponom, koji su postavljeni na razdjelnoj niskonaponskoj ploči ili u ormari, moraju biti zaštićeni od slučajnog dodira, s pomoću prečaka, mreža, zidova, vrata i sl., ako postoji posebna opasnost od takvog dodira.

#### Član 68.

Razmak između pregrada (prečaka, mreža, limenih pregrada) i dijelova koji su postavljeni iza tih pregrada, a nalaze se pod niskim naponom, mora iznositi najmanje:

- 1) 200 mm, ako se upotrebljavaju prečke;
- 2) 100 mm, ako se upotrebljavaju mreže otvora 20 do 60 mm;
- 3) 40 mm, ako se upotrebljavaju krute mreže otvora do 20 mm s promjerom žice od najmanje 2 mm;
- 4) 15 mm, ako se upotrebljava puni lim debeline najmanje 1 mm.

Iznimno, dopušteni su i manji razmaci u prefabriciranim postrojenjima, čije su izolacijske osobine ispitane i udovoljavaju propisanim uvjetima.

#### Član 69.

Precke se mogu upotrebljavati kao zaštita od slučajnog dodira samo u električnim pogonskim i zatvorenim električnim pogonskim prostorijama.

Precke koje se mogu ukloniti bez upotrebe alata moraju biti od izolacijskog materijala.

#### Član 70.

Razmak između metalnih dijelova pod niskim naponom i dijelova koji nisu pod naponom (na primjer: zidovi, metalne cijevi, dijelovi metalne konstrukcije i sl.) mora iznositi najmanje 15 mm.

#### Član 71.

Na ulazima i prilezima u zatvorene električne pogonske prostorije moraju se postaviti natpisi koji upozoravaju na opasnost od električne struje.

#### Član 72.

Ulazak u zatvorene električne pogonske prostorije dopušten je samo kroz vrata koja se zaključavaju.

Vrata se moraju otvarati u smjeru izlaza, a brava mora biti uradena tako da se onemogući ulazak neovlaštenim osobama i da se istovremeno osigura nesmetan izlazak osobama koje se nalaze u toj prostoriji.

S unutarnje strane vrata se moraju lako otvarati bez upotrebe ključa ili alata.

#### 12. Zaštita od strujnog preopterećenja

##### Član 73.

Zaštita od strujnog preopterećenja uređaja i opreme u transformatorskoj stranici, a i zaštita od strujnog preopterećenja vodova niskonaponske mreže (nadzemnih i kabinskih), izvodi se u skladu s važećim propisima i standardima te lokalnim uvjetima na mjestu primjene.

#### 13. Zaštita energetskog transformatora od strujnog preopterećenja

##### Član 74.

Uredaji za automatsku zaštitu energetskog transformatora od električnog preopterećenja i od unutarnjih ili vanjskih kvarova trebaju biti u skladu s veličinom transformatora i njegovim značenjem.

##### Član 75.

Za zaštitu energetskog transformatora od kratkih spojeva i ozemalnih kratkih spojeva služe:

— visokoučinski osigurači koji se, u pravilu, postavljaju na visokonaponskoj strani energetskog transformatora, ili

— primarni ili sekundarni nadstrujni releji.

Iznimno, energetski transformator može biti i bez navedenih zaštitnih uređaja ako je obuhvaćen nekom djelotvornom zaštitom na visokonaponskom izvodu preko kojega se napaja transformatorska stanica.

#### Član 76.

Nazivna struja visokonaponskih osigurača ili relaja treba biti veća od nazivne struje transformatora, da ne bi došlo do isklopa transformatora iz rada i pri dopuštenim preopterećenjima i kratkotrajnim strujnim udarima (na primjer: pri uklopu).

Nazivna struja zaštitnog uređaja odabira se tako da zaštita djeluje i u slučaju kratkog spoja na sabiničicama niskog napona u transformatorskim stanicama.

Vrijeme isklopa zaštitnog uređaja mora biti kraće od vremena dopuštenog trajanja kratkog spoja nakon trajnog opterećenja nazivnom strujom energetskog transformatora u tablici br. 2 prema jugoslavenskom standardu N.II.010.

Tablica br. 2

1. Napon kratkog spoja, $u_k$ (%)	4	5	6	7	
2. Trajna struja kratkog spoja (A)	$I_k$	25	20	16,7	14
Nazivna struja (A)	$I_n$				
3. Dopušteno trajanje kratkog spoja, $t_k$ (s)	1,8	2,8	4,0	5,5	

#### Član 77.

Zaštita energetskog transformatora od preopterećenja mora upozoriti na nastanak preopterećenja i isklopiti energetski transformator ako preopterećenje po veličini i trajanju prelazi dopuštenu granicu. Za tu zaštitu primjenjuje se jedan od ovih zaštitnih uređaja:

a) kontaktni topplomer;

b) bimetalični releji ili tromi taljivi osigurači;

c) uređaj za topilinsko preslikavanje (topilinski relej ili topilinska slika).

Pri izboru uređaja za zaštitu energetskog transformatora od preopterećenja treba voditi računa o njihovoj stvarnoj efikasnosti u realnim pogonskim uvjetima, a i o ekonomičnosti.

Smatra se da je zaštita od preopterećenja uspješna ako omogućuje najveće iskoristjenje energije transformatora bez bitnog utjecaja na skraćenje njegova vijeka trajanja.

#### Član 78.

Primjena uređaja za zaštitu energetskog transformatora od preopterećenja nije obvezna za svaki transformator, ako se u toku eksploatacije poduzimaju mjere kojima se sprečava preopterećenje energetskog transformatora, kao što je precizno planiranje i kontinuirano praćenje razvoja dijela potrošnje koji se napaja iz transformatorske stanice.

#### Član 79.

Energetski transformatori koji u pogonu trebaju raditi paralelno s drugim transformatorima moraju udovoljavati uvjetima za takav pogon (odnosi transformacije, spregje, naponi kratkih spojeva, odnosi energije).

**14. Zaštita niskonaponskih vodova od strujnog preopterećenja**

**Član 89.**

Za zaštitu niskonaponskih vodova od strujnog preopterećenja i kratkotrajnoga strujnog opterećenja u slučaju kratkog spoja upotrebljavaju se taljivi osigurači ili automatske zaštitne sklopke.

Zaštita niskonaponskih vodova od strujnog preopterećenja izvodi se na odvodima u transformatorskoj stanici, a, prema potrebi, i u niskonaponskoj mreži (na primjer: na mjestima promjene presjeka, na kućnim priključcima i sl.).

Svi odvodi niskonaponskih vodova trebaju biti obilježeni odgovarajućim nazivima u razdjelnom ormaru, s oznakama presjeka.

**Član 81.**

Pri izboru karakteristika niskonaponskih osigurača ili automatskih sklopki treba voditi računa o trajnom dopuštenom strujnom opterećenju vodiča voda, toplinskičkoj čvrstoći vodiča pri kratkom spoju, uvjetima odvođenja topline, a i uvjetima primijenjene zaštite od previsoko dodirnog napona.

**Član 82.**

Trajno dopušteno opterećenje strujom golih vodiča nadzemnih vodova uzima se prema tablici 3, uzimajući u obzir dopuštenu temperaturu vodiča od  $80^{\circ}\text{C}$ , pri najvišoj temperaturi mirnog zraka od  $+ 40^{\circ}\text{C}$ .

Tablica br. 3

Presjek mm <sup>2</sup>	Bakar A	Aluminij A	Alučelik 6 : 1 mm <sup>2</sup>	A
16	115	92	16/2,5	90
25	151	121	25/4	123
35	174	149	35/6	145
50	231	185	50/8	170
70	282	226	70/12	235
95	357	283	95/15	290
120	411	329	120/21	345
150	477	382	150/25	400
185	544	435	185/32	450

Ako je temperatura zraka niža od  $+ 40^{\circ}\text{C}$ , dopušteno je opterećenje vodiča veće od vrijednosti navedenih u tablici br. 3. Te se vrijednosti dopuštenih opterećenja golih vodiča nadzemnih vodova dobivaju tako

što se odgovarajuće vrijednosti iz tablice br. 3 pomože koeficijentom »k« prema tablici br. 4:

Tablica br. 4

Temperatura mirnog zraka °C	30	20	10	0
Koeficijent k	1,12	1,22	1,30	1,41

**Član 83.**

Trajno dopušteno opterećenje strujom golih vodiča nadzemnih vodova može se povećati za 8% u odnosu prema vrijednostima iz tablica br. 3 i 4, ako se na temelju meteoroloških podataka može pouzdano zaključiti da će u vrijeme najvećeg opterećenja strujom brzina vjetra iznositi najmanje 0,6 m/s.

**Član 84.**

Ako je odvod od niskonaponskoga razdjelnog ormara do zateznih izolatora izveden s pomoću izoliranih vodiča ili kabela, te vodiče odnosno kabele treba tako dimenzionirati da njihovo trajno dopušteno strujno opterećenje odgovara dopuštenom opterećenju nadzemnog voda navedenog odvoda.

**Član 85.**

Trajno dopušteno opterećenje strujom vodiča niskonaponskih kabelskih vodova bira se ovisno o konstrukciji kabela (vrsta izolacije i vodiča, broj i raspored vodiča u kabelu), temperaturi sredine u kojoj se nalazi kabel, uvjetima odvođenja topline s kabela (način polaganja kabela, specifični toplinski otpor izolacije, plastična i sredine u kojoj se nalazi kabel, porast temperature vodiča u odnosu prema okolini, broj paralelnih položenih kabela), a i o aktivnom otporu kabelskog vodiča.

**Član 86.**

Vrijeme pregaranja taljivih osigurača odnosno isklopa zaštite pri kratkom spoju treba biti toliko da se osigura toplinska čvrstoća vodiča, i odreduje se iz uvjeta:

$$t \leq a \cdot \left(\frac{S}{I_k}\right)^b$$

gdje je:

$t$  = vrijeme pregaranja osigurača odnosno isklopa zaštite (s),

$S$  = presjek vodiča (mm<sup>2</sup>),

$I_k$  = struja kratkog spoja (kA),

$a$  = koeficijent, koji za parametre navedene u tablici br. 5 ima vrijednosti dane u toj tablici.

Tablica br. 5

Vrsta voda	Nadzemni vod		Kabel	
	s bakrenim vodičima	s aluminijskim vodičima	s bakrenim vodičima	s aluminijskim vodičima
Parametri				
Temperatura vodiča prije kratkog spoja (°C)			50	70
Temperatura vodiča u kratkom spoju (°C)			170	160
Koeficijent »a«			0,017	0,007
			0,015	0,005

**15. Zaštita od požara****Član 87.**

Zaštita od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja, a i objekata u blizini tih postrojenja i uređaja, izvodi se u skladu s važećim propisima za specijalnu zaštitu elektroenergetskih postrojenja od požara.

**Član 88.**

Cjelokupna oprema, uređaji i ostali elementi transformatorske stanice i niskonaponske mreže trebaju biti tako konstruirani i montirani da ne mogu izazvati požar većeg opsega niti ugroziti susjedne objekte i objekte u kojima ili na kojima su montirani.

**Član 89.**

Da bi se spriječilo širenje požara, transformatorska stanica mora biti odvojena od ostalih objekata. Ako se transformatorska stanica nalazi u sklopu kakva drugog objekta, ona se odveja s pomoći pregradnih zidova, ugradivanjem vrata od čvrstog i nezapaljivog materijala i sl.

**Član 90.**

Transformatorska stanica mora se tako izgraditi da se osigura zadovoljavajuće hlađenje, i da plinovi koji eventualno nastanu u transformatorskoj stanici mogu nesmetano izlaziti.

**Član 91.**

U transformatorskoj stanici koja se nalazi u sklopu kakva drugog objekta zrak mora izlaziti neposredno van. Otvori za ventilaciju moraju biti tako izgrađeni da na prometnim mjestima ne ugrožavaju prolaznike.

**16. Zaštita od mehaničkih i dinamičkih naprezanja****Član 92.**

Cjelokupna oprema, uređaji i ostali elementi u transformatorskoj stanici i u niskonaponskoj mreži moraju biti konstruirani i montirani tako da mogu izdržati sva dinamička i ostala mehanička naprezanja predviđena važećim propisima i standardima, kako u normalnim uvjetima tako i pri kratkim spojevima i ostalim lokalnim uvjetima dodatnih naprezanja (ted, vjetar, nosivost tla, prodiranje vode itd.).

Elementi transformatorskih stanica i niskonaponskih mreža ne smiju ugrožavati objekte odnosno dijelove objekata (temelji, zidovi, krovne konstrukcije itd.), na kojima su ti elementi montirani.

**Član 93.**

Za zaštitu od mehaničkih i dinamičkih naprezanja elemenata transformatorskih stanica i niskonaponskih mreža primjenjuju se važeći propisi o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V i tehnički normativi za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova.

**III. PRIJELAZNE I ZAVRŠNE ODREDBE****Član 94.**

Odredbe ovog pravilnika ne primjenjuju se na transformatorske stanice i niskonaponske mreže koje su izgradene prije stupanja na snagu ovog pravilnika.

**Član 95.**

Na transformatorske stanice i niskonaponske mreže za čije je građenje izdane odobrenje prije dana stupanja na snagu ovog pravilnika, a čije izvođenje počne u roku od šest mjeseci od dana stupanja na snagu ovog pravilnika, mogu se primjenjivati odredbe Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadnih transformatorskih stanica (»Službeni list SFRJ«, br. 11/74 i 20/74).

**Član 96.**

Na dan stupanja na snagu ovog pravilnika prestaju važiti Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadnih transformatorskih stanica (»Službeni list SFRJ«, br. 11/74 i 20/74).

**Član 97.**

Na dan stupanja na snagu ovog pravilnika prestaju važiti čl. 7.091, 7.092, 7.093, 7.094, 7.095, 7.095.I, 7.11, 7.111, 7.112, 8.36 i 8.47 Tehničkih propisa za izvođenje elektroenergetskih instalacija u zgradama, koji su sastavni dio Pravilnika o tehničkim mjerama i uvjetima za izvođenje elektroenergetskih instalacija u zgradama (»Službeni list SFRJ«, br. 43/66).

**Član 98.**

Na dan stupanja na snagu ovog pravilnika prestaju važiti čl. 143, 144, i 145. Pravilnika o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V (»Službeni list SFRJ«, br. 4/74).

**Član 99.**

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objave u »Službenom listu SFRJ«.

Br. 16-14415/1  
Beograd, 26. prosinca 1977.

Direktor  
Jugoslavenskog zavoda  
za standardizaciju  
Milan Krajnović, v. r.

**227.**

Na temelju člana 32, stava 1. Zakona o standardizaciji (»Službeni list SFRJ«, br. 38/77), u suglasnosti s predsjednikom Saveznog komiteta za poljoprivredu i predsjednikom Saveznog komiteta za zdravstvo i socijalnu zaštitu, direktor Jugoslavenskog zavoda za standardizaciju propisuje

**P R A V I L N I K****O KVALITETI MASTI I ULJA BILJNOG PORJEKA, MARGARINA, MAJONEZE, ŠEĆERA I OSTALIH SAHARIDA I MEDA****Član 1.**

Kao odredbe ovog pravilnika primjenjivat će se odredbe Pravilnika o kvaliteti masti i ulja biljnog porječka, margarina, majoneze, šećera i ostalih saharida, slastičarskih proizvoda, meda, kakao-proizvoda i proizvoda sličnih čokoladi (»Službeni list SFRJ«, br. 19/63, 2/64, 1/67, 27/71 i 59/77), osim odredaba člana 4. stava