

"Službeni list SFRJ", br. 13/78,
"Službeni list SRJ", br. 37/95

Na osnovu člana 30. st. 1. i 5. Zakona o standardizaciji ("Službeni list SFRJ", br. 38/77), u saglasnosti sa saveznim sekretarom za unutrašnje poslove i predsednikom 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 PRIPADAJUĆIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

I. OPŠTE ODREDBE

Član 1.

Ovim pravilnikom propisuju se tehnički normativi za zaštitu niskonaponskih mreža za napajanje i razvod električne energije i pripadajućih transformatorskih stanica visoki/niski napon (u daljem tekstu: trafostanice) od previsokog napona dodira, strujnog preopterećenja, od požara i mehaničkih i dinamičkih naprezanja.

Član 2.

Odredbe ovog pravilnika ne primenjuju se na elektroenergetska postrojenja i niskonaponski razvod u podzemnim rudnicima, u elektrohemijskoj industriji, na nadzemna mesta ugrožena od eksplozivnih smeša, na električne železnice, uključujući i uređaje na vozilima i kontaktne vodove, kao i na elektroenergetska postrojenja za posebne namene kao što su: postrojenja za napajanje antenskih uređaja na planinskim vrhovima, postrojenja elektrofiltera, i slično.

Član 3.

Niže navedeni izrazi, u smislu ovog pravilnika, imaju sledeća značenja, i to:

- 1) zemlja je pojam za opštu masu tla svake vrste, kao i za tekuće i stajaće vode;
- 2) uzemljiti znači ostvariti električnu provodnu vezu između metalnog dela postrojenja i zemlje;
- 3) uzemljenje je skup međusobno provodno povezanih uzemljivača, zemljovoda i sabirnih zemljovoda;
- 4) zaštitno uzemljenje je uzemljenje metalnih delova električnih postrojenja koji ne pripadaju strujnom kolu, radi zaštite ljudi od previsokog napona dodira i napona koraka;

- 5) radno (pogonsko) uzemljenje je uzemljenje metalnih delova koji pripadaju strujnom kolu električnog postrojenja;
- 6) združeno uzemljenje, u smislu ovog pravilnika, je uzemljenje koje se postiže spajanjem radnog i zaštitnog uzemljenja u trafostanici, ili kada se isto uzemljenje koristi kao radno i kao zaštitno;
- 7) uzemljivači su metalni delovi koji se nalaze u zemlji i ostvaruju električnu provodnu vezu uzemljenih delova postrojenja sa zemljom, kao i neizolovani provodnici koji služe za spajanje postrojenja sa zemljom na delu u kome su položeni u zemlji;
- 8) otpornost rasprostiranja uzemljivača je otpornost zemlje između uzemljivača i referentne zemlje; pod referentnom zemljom podrazumeva se područje zemljišta, a naročito njegova površina, koje je od pripadajućeg uzemljivača udaljeno toliko da se između ma kojih tačaka tog područja ne pojavljuju značajnije potencijalne razlike;
- 9) otpornost uzemljenja je zbir otpornosti rasprostiranja uzemljivača i otpornosti zemljovoda;
- 10) temeljni uzemljivač (uzemljivač u temelju) je uzemljivač od pocinkovane čelične trake ili okruglog gvožđa koji se ugrađuje u sloj betona u temelju objekta (zgrade); armiranobetonska konstrukcija objekta (zgrade) može i sama da se koristi kao temeljni uzemljivač pod uslovom da su elementi ove konstrukcije međusobno galvanski povezani (npr. zavarivanjem);
- 11) oblikovanje potencijala je postupak pri rasporedu uzemljivača kojim se utiče na raspodelu potencijala, da bi se smanjio napon dodira i napon koraka;
- 12) napon uzemljenja je napon koji pri struji zemljospoja nastaje između uzemljenja i referentne zemlje;
- 13) napon dodira je deo napona uzemljenja koji čovek može premostiti dodirom;
- 14) napon koraka je deo napona uzemljenja koji čovek može premostiti korakom dužine 1 m;
- 15) napon prema zemlji je pri uzemljenoj nultoj tački napon između faznog provodnika i uzemljene nulte tačke (neutralnog provodnika);
- 16) napon greške je napon koji se pri kvaru pojavljuje između provodnih delova koji normalno nisu pod naponom, ili između tih metalnih delova i referentne zemlje (koja ima potencijal približno jednak nuli);
- 17) naponski levak je prostorna raspodela potencijala oko uzemljivača prikazana dijagramom;
- 18) struja greške je struja koja protiče kroz oštećenu izolaciju;
- 19) struja zemljospoja je struja koja teče u zemlju na mestu zemljospoja;
- 20) kapacitivna struja zemljospoja je struja koja nastaje pri zemljospoju u elektroenergetskoj mreži koja nije uzemljena;
- 21) struja dozemnog kratkog spoja je struja zemljospoja u mrežama sa direktnim uzemljenjem ili uzemljenjem preko dopunske otpornosti za ograničenje struje zemljospoja;

- 22) dozemni kratak spoj je zemljospoj u elektro-energetskoj mreži uzemljenoj direktno ili preko dopunske otpornosti za ograničenje struje zemljospoja;
- 23) izjednačavanje potencijala je mera koja sa postiže galvanskim povezivanjem vodovodnih i drugih instalacija (grejanje, instalacije za gas, metalna kanalizacija, lift, gromobrnska instalacija, itd.) sa uzemljenjem objekta (zgrade);
- 24) zaštitno izolovanje je dopunsko izolovanje metalnih delova pogonskog uređaja koji ne pripadaju pogonskom strujnom kolu, a mogu se dodirnuti;
- 25) zaštita pomoću uzemljenja je neposredno uzemljenje provodnih delova koji normalno nisu pod naponom, radi zaštite od previsokog napona dodira;
- 26) nulovanje je zaštita od previsokog napona dodira koja se postiže povezivanjem provodnih delova koji mogu usled kvara doći pod napon sa nulnim provodnikom;
- 27) zaštita pomoću naponske zaštitne sklopke (ZN sklopka) je zaštitna mera pri kojoj sklopka neposredno ili posredno isključuje sve provodnike električnog uređaja čiji su provodni delovi, koji ne pripadaju strujnom kolu, došli pod previsoki napon dodira;
- 28) zaštita pomoću strujne zaštitne sklopke (ZS sklopka) je zaštitna mera pri kojoj zaštitna sklopka isključuje sve provodnike električnog uređaja na način opisan u tački 27. ovog člana, kad se pojavi struja greške koja odgovara struji isključenja te sklopke;
- 29) neutralni provodnik je provodnik niskonaponske mreže koji je u trofaznom sistemu priključen na neutralnu tačku transformatora snage; i
- 30) nulti provodnik je direktno uzemljen neutralni provodnik u mrežama u kojima se, kao zaštitni sistem protiv opasnog napona dodira, primenjuje nulovanje;
- 31) niskonaponski vod je vod čiji nazivni napon ne prelazi 1000 V;
- 32) visokonaponski vod je vod čiji je nazivni napon veći od 1000 V;
- 33) nadzemni vod je skup svih delova koji služi za nadzemno vođenje provodnika koji prenose i razvode električnu energiju, kojim su obuhvaćeni: provodnici (goli ili izolovani) stubovi, izolatori, konzole, zaštitna užad, uzemljivači, zemljovodi i temelji;
- 34) mešoviti vod u smislu ovog provodnika je vod u kome se na istim stubovima nalaze visokonaponski i niskonaponski vod;
- 35) samonosivi kablovski vod je nadzemni vod čiji su provodnici izolovani sintetičkim materijalom i složeni u obliku snopa;
- 36) električne pogonske prostorije su prostorije u zgradama ili otvoreni prostori određeni prvenstveno za smeštaj i pogon postrojenja u kojima je dozvoljen pristup samo licima koja održavaju takva postrojenja ili njima rukuju; ostalim licima pristup u takve prostorije može biti dozvoljen samo pod stručnim nadzorom;
- 37) zatvorene električne pogonske prostorije su prostorije u zgradama ili otvoreni prostori, određeni isključivo za smeštaj i pogon električnih postrojenja, koji su u toku pogona tih postrojenja zaključani i u njima je povremeno pristup dozvoljen samo za to ovlašćenim licima.

II. ZAŠTITNE MERE U NISKONAPONSKOJ MREŽI I PRIPADAJUĆIM TRAFOSTANICAMA

1. Zaštita od previsokog napona dodira

Član 4.

Previsok (opasan) napon dodira je napon dodira koji je veći od dozvoljenog napona dodira (U_{doz}), čije su vrednosti date u članu 5. ovog pravilnika.

Član 5.

"Dozvoljeni napon (U_{doz}) dodira, u zavisnosti od vremena (t) trajanja zemljospoja (kvara), računaju se prema sledećim izrazima:

$$U_{doz} = 1000 \text{ V za } t \leq 0,075 \text{ s}$$

$$U_{doz} = \frac{75}{t} \text{ V za } 0,075 \text{ s} < t \leq 1,153 \text{ s}$$

$$U_{doz} = 65 \text{ V za } t > 1,153 \text{ s}$$

Vreme trajanja zemljospoja t u sekundama određuje se za uslove normalnog delovanja zaštitnih uređaja i prekidača. U slučaju uzastopnog uspostavljanja struje zemljospoja (na primer: zbog automatskog ponovnog uključenja), vreme t se dobija kao zbir pojedinačnih vremena trajanja zemljospojeva ako pauze između ponovnih uspostavljanja struja nisu duže od 0,5 s. Ako su te pauze duže od 0,5 s, uzima se vreme trajanja t jednog zemljospoja.

Član 6.

Uslovi za dimenzionisanje uzemljenja transformatorske stanice prema naponima dodira određeni su vrstom uzemljenja neutralne tačke mreže i vrstom primenjene zemljospojne zaštite.

Pri zemljospoju u transformatorskoj stanici naponi dodira koji se javljaju unutar i izvan transformatorske stanice, u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača (na primer: iznošenjem potencijala preko neutralnog provodnika niskonaponske mreže), ne smeju da budu veći od dozvoljenih napona dodira.

Član 7.

Radi sprečavanja nastanka i održavanja previsokog napona dodira, pri izgradnji i rekonstrukciji trafostanica i niskonaponskih mreža moraju se upotrebljavati samo naprave, uređaji, vodovi i ostali elementi koji su izrađeni u skladu sa važećim propisima.

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

Član 8.

Radi sprečavanja pojave previsokih napona dodira u instalacijama objekata (zgrada), usled unošenja opasnih potencijala, potrebno je u objektima (zgradama) sprovesti mere izjednačavanja potencijala.

Efikasnost mera izjednačavanja potencijala proverava se merenjem. Izjednačavanje potencijala je uspešno sprovedeno ako se merenjem otpornosti između zaštitnog kontakta električne instalacije i metalnih delova drugih instalacija dobije vrednost manja od 2Ω u ma kojoj prostoriji objekta (zgrade). Za veće objekte (zgrade) dovoljno je izvršiti merenja u prostorijama koje su najudaljenije od mesta gde je izvršeno galvansko povezivanje, na primer merenjem na poslednjem spratu objekta (zgrade). Pri merenju otpornosti U/I metodom, napon merenja ne sme da pređe 65 V, pri čemu struja merenja treba da bude veća od 5 A.

Član 9.

Kao zaštitne mere od previsokog napona dodira u niskonaponskoj mreži primenjuju se:

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

2. Opšti uslovi za nulovanje u niskonaponskoj mreži

Član 10.

Nulovanje se postiže povezivanjem provodnih delova šticenog uređaja, koji normalno nisu pod naponom, a usled neke greške ili kvarova mogu doći pod napon, sa nultim provodnikom.

Član 11.

Osnovni uslov za nulovanje je da struja greške (I_k) koja nastaje pri potpunom kratkom spoju faznog provodnika sa nultim provodnikom ili sa delom naprave, odnosno instalacije, koja je nulovanjem zaštićena, bude veća ili bar jednaka struji isključenja (I_i) pripadajućeg instalacionog osigurača, automatskog osigurača, odnosno zaštitnog prekidača:

$$I_k \geq I_i$$

Član 12.

Pri određivanju struje greške (I_k) uzima se impedansa cele petlje kratkog spoja zajedno sa prelaznim otpornostima. Impedansa petlje treba da zadovolji uslov:

$$Z_k \geq \frac{U_f}{I_i} = \frac{U_f}{kI_n}$$

gde je:

Z_k = impedansa (Ω)

U_f = napon faznog provodnika prema zemlji (V)

$I_i = kI_n$ - struja isključenja (A)

I_n = nominalna struja osigurača (topljivog ili automatskog) ili podešena struja okidača automatskog prekidača (A).

Struja isključenja (I_i) zaštitnog uređaja treba da obezbedi dovoljno brzo isključenje kvara.

Faktor (k) odnosi se na spoljne vodove (vazdušne i kablovske), uključujući kućni priključak i instalacione osigurače glavnih razvodnih vodova u glavnom razvodnom ormanu, i ima vrednosti:

- $k \geq 1,25$ za automatske prekidače sa elektromagnetnim okidačima,
- $k \geq 2,5$ za osigurače (topljive ili automatske).

Član 13.

Granična dužina niskonaponskog voda do koje je zaštita nulovanjem efikasna može da se orijentaciono proceni iz uslova:

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

gde je:

L = granična dužina voda (m)

U_f = napon faznog provodnika prema zemlji (V)

$I_i = kI_n$ = struja isključenja u smislu člana 12 (A)

S_f i S_n = preseci faznog, odnosno nultog provodnika (mm^2)

A i B = parametri koji imaju vrednosti prema tabeli br. 1.

Tabela br. 1

Kablovski vod		Nadzemni vod	
Bakarni provodnici (Cu)	Aluminijumski provodnici (Al)	Bakarni provodnici (Cu)	Aluminijumski provodnici (Al)

			$S_f \leq 35$ mm^2	$S_f > 35$ mm^2	$S_f \leq 35$ mm^2	$S > 35$ mm^2
A	19	32	19	19	32	32
B	0,01	0,01	0,45	0,34	0,45	0,34

Član 14.

Proveru osnovnog uslova za primenu nulovanja treba izvršiti merenjem impedanse petlje (Z_k) na mestu priključenja nulovanih objekata, bez obzira na veličinu procenjene granične dužine (L) niskonaponskog voda proračunate prema uslovu iz člana 13. ovog pravilnika.

Ova provera vrši se na objektima koji su najviše udaljeni od trafostanice.

Član 15.

Nulti provodnik niskonaponske mreže treba obavezno uzemljiti kod napojne trafostanice i na više mesta u niskonaponskoj mreži.

Član 16.

Svaki novi objekat (zgrada) treba, po pravilu, da ima temeljni uzemljivač sa kojim se povezuje nulti provodnik niskonaponske mreže, čime se dobija mala ukupna otpornost uzemljenja i pri nepovoljnim električnim karakteristikama tla.

Član 17.

Dozvoljeno je povezivanje nultih provodnika susednih niskonaponskih izvoda iste trafostanice, kao i povezivanje nultih provodnika niskonaponskih mreža susednih trafostanica, pod uslovom da su preseki nultih provodnika jednaki, ili da imaju vrednosti dva susedna standardna preseka.

Član 18.

Izbor minimalnog preseka nultog provodnika niskonaponskog voda u odnosu na presek faznog provodnika vrši se u skladu s važećim propisima o izvođenju elektroenergetskih instalacija u zgradama.

Član 19.

BRISAN - sa 37/95

Član 20.

U napojnoj trafostanici i u glavnim razvodnim ormanima potrošača treba staviti vidno upozorenje da je kao zaštitna mera primenjeno nulovanje.

3. Posebni uslovi za nulovanje u kablovskoj niskonaponskoj mreži

Član 21.

Nulti provodnik kablovske niskonaponske mreže vezuje se za združeno uzemljenje trafostanice, odnosno za radno uzemljenje, ako ono mora da bude odvojeno od zaštitnog uzemljenja.

Za nulti provodnik vezuju se i svi uzemljivači objekata (zgrada) nulovane niskonaponske mreže. Raspored ovih uzemljivača u odnosu na uzemljivač trafostanice, kao i vrednost njihovih otpornosti rasprostiranja nisu strogo ograničeni. Izuzetak su samo objekti (zgrade) koji se nalaze na kraju nekog voda sa jednostranim napajanjem nultog provodnika, a koji nemaju izvedene temeljne uzemljivače i sprovedene mere izjednačavanja potencijala, i čija otpornost uzemljenja pojedinačno ne sme biti veća od 10 Ω .

Član 22.

U kablovskoj niskonaponskoj mreži nuluju se:

- metalni kablovski razvodni ormani van zgrade ili u zgradi i priključne kutije,
- metalni i armiranobetonski stubovi javnog osvetljenja i saobraćajne signalizacije,
- metalni plaštovi i armature kablova i metalne kablovske glave.

Član 23.

Nadzemna niskonaponska mreža izvedena sa samonosivim kablovima treba da zadovolji iste uslove za nulovanje kao i podzemna kablovska mreža.

4. Posebni uslovi za nulovanje u nadzemnoj niskonaponskoj mreži

Član 24.

Nulti provodnik nadzemne niskonaponske mreže uzemljuje se kod trafostanice i na svakom radijalnom ogranku dužem od 200 m. Pri tome ukupna otpornost uzemljenja nultog provodnika niskonaponske mreže, merena u trafostanici bez odvajanja uzemljenja trafostanice, ne sme biti veća od 5 Ω .

Član 25.

Uzemljenje svakog radijalnog ogranka mreže dužeg od 200 m izvodi se pomoću jednog uzemljivača na kraju ogranka, ili sa više uzemljivača raspoređenih na dužini od najviše 200 m, gledano od kraja ogranka. Pri tome ukupna otpornost uzemljenja ovih uzemljivača ne sme biti veća od 10 Ω .

Izuzetno, otpornost uzemljenja iz stava 1. ovog člana može biti i veća od 10Ω ako se na krajevima radijalnih ogranaka nalaze objekti (zgrade) u kojima su izvedeni temeljni uzemljivači i ako je sprovedena mera izjednačavanja potencijala.

Član 26.

Ako u jednom delu niskonaponske mreže nisu ispunjeni uslovi za nulovanje, tada se u ovoj mreži može primeniti nulovanje ako su u objektima na pomenutom delu mreže primenjene zaštitne strujne ili zaštitne naponske sklopke.

Član 27.

Raspored provodnika na glavi stuba treba da je takav da nulti provodnik bude u istoj ravni ili ispod faznih provodnika.

Isti raspored provodnika i isti položaj neutralnog provodnika na glavi stuba treba da bude i kod nenulovanih niskonaponskih mreža.

Član 28.

Gde god je to moguće, provodnici opšte potrošnje i javnog osvetljenja vode se na istim stubovima pri čemu se upotrebljava zajednički nulti provodnik.

Član 29.

Metalni stubovi niskonaponske mreže, priključne kutije i kablovske glave na kablovskim priključcima na nadzemnu mrežu, ne nuluju se, niti se primenjuju druge zaštitne mere. Isto važi i u slučaju da se u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača primenjuje zaštitno uzemljenje pomoću pojedinačnih uzemljivača.

Izuzetno, ako se elementi niskonaponske mreže navedeni u stavu 1. ovog člana nalaze na površinama kao što su kupališta, igrališta, školska dvorišta, kampovi i sl. primenjuje se jedna od sledećih zaštitnih mera:

- zaštitno izolovanje (korišćenjem kablovskih priključnih kutija, kablovskih glava i sl. sa sintetičkom izolacijom),
- izolovanje stajališta širine najmanje 1,25 m (asfaltiranjem ili posipanjem krupnim slabo provodnim šljunkom),
- oblikovanje potencijala (polaganjem uzemljivača na razdaljini od 1 m i na dubini od 0,5 m),
- vezivanje za neki bliski zajednički uzemljivač,
- zaštita pomoću strujnih zaštitnih sklopki na delu niskonaponskog voda u kome se nalaze ovi elementi.

Član 30.

Ako se na istim stubovima nalaze provodnici visokog i niskog napona, zaštitne mere od previsokog napona dodira i koraka primenjuju se u skladu s važećim propisima o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova tretirajući stubove kao delove visokonaponskog voda, bez obzira da li je u niskonaponskoj mreži primenjeno nulovanje ili neka druga zaštitna mera.

5. Primena zaštitnog uzemljenja u niskonaponskoj mreži

Član 31.

Zaštitno uzemljenje se izvodi spajanjem svih provodnih delova objekata, koje treba zaštititi od previsokog napona dodira, sa zaštitnim uzemljivačem, odnosno uzemljivačima.

U napojnoj trafostanici mora se uzemljiti neutralni provodnik niskonaponske mreže.

Član 32.

Zaštitno uzemljenje se izvodi kao:

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

Član 33.

Uzemljivanje pomoću zajedničkog uzemljivača ostvaruje se direktnom vezom zaštitnog uzemljivača objekta i radnog uzemljenja trafostanice namenski izvedenim spojem.

Kao zajednički uzemljivač upotrebljava se:

- metalni cevovod (vodovod),
- posebno položen uzemljivač,
- metalni plašt kabla.

Član 34.

U slučaju primene zaštitnog uzemljenja pomoću zajedničkog uzemljivača, zaštita treba da obezbedi brzo isključenje struje dozemnih kvarova u zaštićenom objektu.

Osnovni uslov za primenu ove zaštitne mere je da struja greške (I_k) bude veća ili jednaka struji isključenja (I_j) pripadajućeg instalacionog osigurača, automatskog osigurača odnosno zaštitne sklopke:

$$I_k \geq I_j$$

Član 35.

Ako se objekti niskonaponske mreže štite zaštitnim uzemljenjem pomoću pojedinačnih uzemljivača treba da budu ispunjeni sledeći uslovi:

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

$$R_0 \leq \frac{65}{I_i \max}$$

gde je:

R_U - otpornost zaštitnog uzemljenja pojedinačnog uzemljivača (Ω),

$I_i - k \cdot I_n$ - struja isključenja (A), u smislu člana 12. ovog pravilnika,

R_0 - ukupna otpornost radnog (pogonskog) uzemljenja (Ω),

$I_i \max$ - najveća od struja isključenja štice u niskonaponskoj mreži (A).

Član 36.

Kablovski razvodni ormani, kablovske priključne kutije, stubovi javnog osvetljenja i saobraćajne signalizacije, ne mogu se uspešno zaštititi zaštitnim uzemljenjem pomoću pojedinačnih uzemljivača. Zato se za ove elemente niskonaponske mreže primenjuje jedna od zaštitnih mera predviđenih odredbama člana 29. stav 2. ovog pravilnika, bez obzira na mesto ugradnje.

6. Primena ostalih zaštitnih mera u niskonaponskoj mreži

Član 37.

Zaštitno izolovanje elemenata niskonaponske mreže, kao i korišćenje strujnih zaštitnih i naponskih zaštitnih sklopki, vrši se prema važećim propisima za izvođenje elektroenergetskih instalacija u zgradama.

7. Uslovi primene nulovanja i zaštitnog uzemljenja u istoj viskonaponskoj mreži

Član 38.

U istoj niskonaponskoj mreži dozvoljen je rad objekata štice nulovanjem i objekata štice zaštitnim uzemljenjem, pod uslovom da se pri dozemnom spoju u bilo kojem objektu štice zaštitnim uzemljenjem na nultom provodniku niskonaponske mreže ne pojavi napon veći od 65 V, a ako se pojavi da će se održati samo najkraće vreme, tj. do isključenja strujnog kola delovanjem osigurača (topljivog ili automatskog) ili zaštitnog prekidača.

Uslovi iz stava 1. ovog člana važe za niskonaponske mreže nazivnog napona 3 x 380/220 V.

Član 39.

U istoj niskonaponskoj mreži dozvoljen je rad objekata štice nulovanjem i objekata štice zaštitnim uzemljenjem pomoću zajedničkog uzemljivača.

Ako su u jednom transformatorskom rejonu niskonaponske mreže objekti šticeeni nulovanjem, a u susjednom transformatorskom rejonu objekti šticeeni zaštitnim uzemljenjem pomoću zajedničkog uzemljivača, nulti i neutralni provodnik ova dva transformatorska reiona se mogu međusobno povezati, ukoliko su njihovi preseći jednaki ili imaju vrednosti dva susedna standardna preseka.

Član 40.

U istoj niskonaponskoj mreži dozvoljen je rad objekata šticeenih nulovanjem i objekata šticeenih uzemljenjem pomoću pojedinačnih uzemljivača ako je ispunjen uslov:

$$R_0 \leq \frac{R_{u \text{ min}}}{2,5} = 0,4 R_{u \text{ min}}$$

gde je:

R_0 = ukupna otpornost uzemljenja nultog provodnika celokupne niskonaponske mreže, zajedno sa uzemljivačima transformatorskih stanica i svim ostalim uzemljivačima koji se vezuju na nulti provodnik;

$R_{u \text{ min}}$ = najmanja od svih otpornosti uzemljenja objekata šticeenih pomoću pojedinačnih uzemljivača.

Ako su u jednom transformatorskom rejonu niskonaponske mreže objekti šticeeni nulovanjem, a u susjednom transformatorskom rejonu objekta šticeeni zaštitnim uzemljenjem pomoću pojedinačnih uzemljivača, nulti i neutralni provodnik ova dva reiona se mogu međusobno povezati, ako je ispunjen uslov iz stava 1. ovog člana. Ovaj uslov mora biti ispunjen pre povezivanja nultog i neutralnog provodnika na granici transformatorskih reiona, pri čemu preseći nultog i neutralnog provodnika treba da budu jednaki ili da imaju vrednosti dva susedna standardna preseka.

Član 41.

Ako ukupna otpornost uzemljenja nultog provodnika iznosi $R_0 \leq 0,20 \Omega$, u istoj niskonaponskoj mreži dozvoljen je rad objekata šticeenih nulovanjem i objekata šticeenih zaštitnim uzemljenjem pomoću pojedinačnih uzemljivača bez provere veličine otpornosti uzemljenja pojedinačnih uzemljivača.

Ako su u jednom transformatorskom rejonu niskonaponske mreže objekti šticeeni nulovanjem, a ukupna otpornost uzemljenja nultog provodnika iznosi $R_0 \leq 0,20 \Omega$, ovaj nulti provodnik može se vezati za neutralne (nulte) provodnike susednih transformatorskih reiona nezavisno od toga kakav je sistem zaštite u njima primenjen, ako su preseći nultih (neutralnih) provodnika jednaki ili imaju vrednost dva dusedna standardna preseka.

Uslov $R_0 \leq 0,20 \Omega$ mora biti ispunjen pre povezivanja nultog provodnika sa neutralnim (nultim) provodnicima susednih transformatorskih reiona.

Član 42.

Ako su u jednoj niskonaponskoj mreži objekti šticeeni zaštitnim uzemljenjem pomoću pojedinačnih uzemljivača, onda se na istu mrežu mogu pojedinačno priključiti objekti u kojima je zaštita izvedena nulovanjem, ako svaki nulovani objekat ispunjava sledeće uslove:

- da je instalacija u svakom nulovanom objektu izvedena sa posebnim zaštitnim provodnikom,
- da svaki nulovani objekat ima temeljni uzemljivač na koji se vezuje nulti provodnik, i da je sprovedena mera izjednačavanja potencijala.

Član 43.

Ako nije ispunjen ni jedan od uslova navedenih u čl. 40, 41. i 42. ovog pravilnika, tada se u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača u kojima je sprovedeno nulovanje, zabranjuje upotreba zaštitnog uzemljenja pomoću pojedinačnih uzemljivača bez spoja nultog provodnika sa tim zaštitnim uzemljenjem.

8. Primena zaštitnih mera u trafostanicama

Član 44.

Izbor uzemljenja i uzemljivača, kao i njihovo dimenzionisanje, vrši se zavisno od parametara visokonaponske i niskonaponske mreže, vodeći računa o termičkoj stabilnosti uzemljivača i o zaštiti od previsokih napona dodira u trafostanicama, niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača.

Član 45.

Uzemljivači trafostanica treba termički da podnesu struje različitih kratkih spojeva u visokonaponskoj i niskonaponskoj mreži, zavisno od vrste uzemljenja neutralne tačke visokonaponske mreže, i zavisno od načina izvođenja uzemljenja trafostanica.

Član 46.

Računska provera i dimenzionisanje uzemljivača prema termičkim naprezanjima vrši se za slučaj pojave dvostrukog zemljospoja (koji je moguć jedino u visokonaponskoj mreži čija je neutralna tačka izolovana ili je primenjena kompenzacija struje zemljospoja), u sledećim slučajevima:

- ako vreme trajanja jednostrukog zemljospoja nije ograničeno na najviše 2 h,
- ako se svaki dvostruki zemljospoj ne isključuje delovanjem zaštite bez vremenskog odlaganja.

Član 47.

Proračun uzemljivača trafostanice prema termičkom naprezanju u slučajevima navedenim u članu 46. ovog pravilnika vrši se prema veličini dela struje dvostrukog zemljospoja koji prolazi kroz uzemljivač trafostanice i zemlju. Ovaj deo struje se dobija množenjem ukupne struje dvostrukog zemljospoja sa redukcionim faktorom, kojim se obuhvata uticaj metalnih plaštova visokonaponskih kablova i ostalih metalnih delova koji se vezuju na uzemljenje trafostanice, na raspodelu struje kvara u trafostanici.

Za nadzemne visokonaponske vodove bez zaštitnog užeta redukcionni faktor iznosi $r = 1$. Za kablovske vodove i nadzemne vodove sa zaštitnim užetom je $r < 1$. Tačna vrednost redukcionog faktora određuje se merenjem. Za proračun redukcionog

faktora kablova mogu se uzeti i podaci proizvođača kablova, kao i rezultati merenja izvršenih u sličnim uslovima.

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

Član 48.

U trafostanici se, po pravilu, izvodi združeno uzemljenje. Izuzetno, radno i zaštitno uzemljenje izvode se kao posebna uzemljenja.

Član 49.

Ako su ispunjeni uslovi za korišćenje združenog uzemljenja onda se, po pravilu, u trafostanici izvodi samo zaštitno uzemljenje i na njega priključuje neutralni (nulti) provodnik.

Izuzetno, u trafostanicama sa nadzemnim vodovima visokog i niskog napona (na primer: trafostanice u obliku "kule" ili na stubu), radno i zaštitno uzemljenje izvode se posebno i naknadno međusobno povežu, ako postoje uslovi za korišćenje združenog uzemljenja.

Član 50.

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

- svi metalni delovi visokonaponskih i niskonaponskih naprava i kućišta transformatora snage,
- metalni plaštev i ekrani energetskih kablova,
- sekundarna strujna kola mernih transformatora,
- uzemljenje visokonaponskih namotaja jednopolno izolovanih naponskih transformatora,
- ventilni odvodnici prenapona,
- neutralni (nulti) provodnik niskonaponske mreže, ako se zaštitno uzemljenje koristi kao združeno uzemljenje,
- ostali uzemljivači koji mogu da utiču na smanjenje ukupne otpornosti zaštitnog uzemljenja.

Član 51.

Ako se trafostanica izvodi kao poseban slobodno postavljeni objekat, onda se uzemljivač zaštitnog (združenog) uzemljenja, po pravilu, izvodi sa jednom ili dve pravougaone konture i cevnim uzemljivačima (sondama) na uglovima spoljne konture. Umesto unutrašnje konture, u trafostanicama sa armiranobetonskim ili metalnim spoljnim zidovima može se upotrebljavati uzemljivač u temelju trafostanice.

Ako iz tehničkih i ekonomskih razloga nije opravdano postavljanje cevni uzemljivača (sondi) iz stava 1. ovog člana (na primer: na kraškom zemljištu), uzemljivač

zaštitnog (združenog) uzemljenja izvodi se na način koji najviše odgovara lokalnim uslovima.

Član 52.

Ako se trafostanica izvodi u sklopu nekog drugog objekta (zgrade), uzemljivač zaštitnog (združenog) uzemljenja se izvodi u zavisnosti od lokalnih uslova, raspoloživog prostora i ekonomičnosti gradnje.

Ako objekat (zgrada) u koji se smešta trafostanica ima izveden temeljni uzemljivač, onda se taj uzemljivač koristi i za zaštitno (združeno) uzemljenje trafostanice.

Član 53.

Ako se trafostanica napaja pomoću visokonaponskih kablova sa metalnim plaštovima provodnim prema zemlji, pri proračunu otpornosti zaštitnog (združenog) uzemljenja treba uzeti u obzir ulogu ovih plaštova kao uzemljivača. Za proračun može se koristiti analogija sa trakastim uzemljivačima, uzimajući da metalni plašt kabla ima oko dva puta veću otpornost rasprostiranja od otpornosti rasprostiranja trakastog uzemljivača iste dužine. U tom slučaju vodi se računa o pravcima polaganja kablova, kao i činjenici da se uticaj kabla kao uzemljivača ispoljava na dužini od najviše 500 m od trafostanice.

Član 54.

U niskonaponskoj mreži nazivnog napona 3 x 380/220 V neutralnu tačku mreže treba direktno uzemljiti spajanjem sa radnim uzemljenjem.

Radno uzemljenje se, po pravilu, povezuje sa zaštitnim uzemljenjem (združeno uzemljenje), a izuzetno se izvodi kao posebno uzemljenje.

Član 55.

Ako je odvajanje radnog i zaštitnog uzemljenja uslov za sprečavanje pojave i održavanja opasnih napona dodira u trafostanici i niskonaponskoj mreži, onda nije dovoljno samo fizičko odvajanje ovih uzemljenja, već treba merenjem utvrditi da između njih ne dolazi do prenošenja električnog potencijala.

Smatra se da su radno i zaštitno uzemljenje efikasno razdvojeni ako se na jednom uzemljenju ne može pojaviti potencijal veći od 40% potencijala drugog uzemljenja, s tim što uzemljivači ova dva uzemljenja treba da budu međusobno udaljeni najmanje 20 m. Pored toga moraju biti ispunjeni i sledeći uslovi:

- 1) niskonaponski kablovski priključci iz trafostanice do prvog stuba, odnosno priključne kutije, moraju biti izvedeni sa kablovima sa izolovanim plaštom, a kablovske glave na ovim priključcima u trafostanici moraju biti od izolacionog materijala;
- 2) u instalaciji za sopstvene potrebe trafostanice ne sme se primeniti nulovanje;
- 3) neutralni provodnik u trafostanici mora biti postavljen izolovano u odnosu na metalne delove vezane na zaštitno uzemljenje.

Član 56.

Ako radno uzemljenje treba da bude odvojeno od zaštitnog uzemljenja (iz čl. 59. i 64. ovog pravilnika), tada se radno uzemljenje, po pravilu, izvodi:

- pomoću jednog posebnog uzemljivača (npr. u vidu trougla sa sondama u temenima trougla) koji sa pomoću kabla sa izolovanim plaštom spaja sa neutralnim provodnikom na niskonaponskoj razvodnoj tabli u trafostanici, ili
- pomoću uzemljivača kod stubova ili objekata niskonaponske mreže u području prečnika 200 m oko trafostanice.

Dimenzionisanje uzemljivača radnog uzemljenja vrši se saglasno čl. 10. do 35. ovog pravilnika, a u posebnim uslovima rada visokonaponske mreže navedenim u članu 64. ovog pravilnika mora biti ispunjen i uslov iz stava 2. tog člana.

9. Dimenzionisanje uzemljenja trafostanica ako je neutralna tačka visokonaponske mreže uzemljena preko male otpornosti

Član 57.

"Ako je neutralna tačka visokonaponske mreže na koju je priključena transformatorska stanica uzemljena preko male otpornosti, u transformatorskoj stanici se, po pravilu, izvodi združeno uzemljenje.

Ukupna otpornost združenog uzemljenja (R_{zdr}), uključujući i uticaj kablova kao uzemljivača, kao i uticaj uzemljivača susednih transformatorskih stanica i objekata (zgrada) koji su vezani za neutralni provodnik niskonaponske mreže, mora da iznosi:

$$R_{zdr} \leq \frac{k_d \cdot U_{doz}}{r \cdot I_k}$$

gde je:

U_{doz} = dozvoljeni napon dodira, u V;

r = redukcionni faktor visokonaponskog voda koji napaja transformatorsku stanicu;

I_k = Ukupna struja zemljospoja, u A;

k_d = sačinilac koji određuje odnos napona uzemljenja transformatorske stanice i napona dodira na mestu dodira, i ima vrednost: $k_d = 2$.

Član 58.

BRISAN - sa 37/95

Član 59.

Ako u nekoj trafostanici nije moguće ispuniti uslov iz člana 57. ovog pravilnika, radno uzemljenje treba izvesti posebno i razdvojeno od zaštitnog uzemljenja, saglasno čl. 55. i 56. ovog pravilnika. U tom slučaju se dimenzionisanje ovih uzemljenja vrši na sledeći način:

- ukupna otpornost radnog uzemljenja (R_0), merena u trafostanici bez odvajanja neutralnog (nultog) provodnika niskonaponske mreže od uzemljivača radnog uzemljenja zajedno sa svim uzemljivačima objekata (zgrada) i ostalim uzemljivačima koji se vezuju za neutralni (nulti) provodnik niskonaponske mreže, treba da zadovolji uslove primenjene zaštite od previsokih napona dodira u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača;
- ukupna otpornost zaštitnog uzemljenja (R_Z) merena u trafostanici bez odvajanja uzemljivača zaštitnog uzemljenja od drugih uzemljivača koji su vezani na njega, treba da zadovolji uslov da se pri dozemnom kratkom spoju u visokonaponskom delu trafostanice na zaštitnom uzemljenju ne može pojaviti, napon veći od 60% ispitnog napona izolacija elemenata niskonaponskog dela trafostanice i priključnih vodova, odnosno treba da bude ispunjen uslov:

$$R_Z \leq \frac{1200}{I_Z} = \frac{1200}{r \cdot I_k}$$

Član 60.

Ako visokonaponska mreža na koju se priključuje transformatorska stanica radi sa izolovanom neutralnom tačkom ili sa kompenzovanom strujom zemljospoja, a zemljospoj se isključuje najkasnije za 2 h, u transformatorskoj stanici se, po pravilu, izvodi združeno uzemljenje.

Ukupna otpornost združenog uzemljenja (R_{Zdr}), uključujući i uticaj kablova kao uzemljivača, kao i uticaj uzemljivača susednih transformatorskih stanica i objekata (zgrada) koji su vezani za neutralni provodnik niskonaponske mreže, mora da iznosi:

$$R_{Zdr} \leq \frac{k_d \cdot U_{doz}}{I_z}$$

gde je:

U_{doz} = dozvoljeni napon dodira, u V;

I_z - ukupna kapacitivna struja zemljospoja galvanski povezane visokonaponske mreže sa izolovanom neutralnom tačkom, odnosno preostala struja zemljospoja visokonaponske mreže sa kompenzovanom strujom zemljospoja, u A;

k_d = sačinilac koji određuje odnos napona uzemljenja transformatorske stanice i napona dodira na mestu dodira, i ima vrednost: $k_d = 2$.

Izuzetno, ako vreme isključenja zemljospoja u visokonaponskoj mreži prelazi 3 s, a u električnim instalacijama niskog napona se paralelno koristi TN i TT sistem ili se koristi samo TN sistem pri čemu pojedine zgrade nemaju izveden temeljni uzemljivač i sprovedene mere izjednačavanja potencijala prema propisima za električne instalacije niskog napona, sačinilac k_d ima vrednost: $k_d = 1$.

Član 61.

Ako se trafostanica nalazi na području urbanizovanog dela naselja, gde nije moguće izvršiti efikasno odvajanje radnog i zaštitnog uzemljenja zbog velike gustine metalnih podzemnih instalacija (cevovodi, uzemljivači zgrada, kablovi sa provodnim plaštom, itd.), u trafostanici se izvodi združeno uzemljenje. Ako nije moguće izvesti uzemljenje prema članu 57. ovog pravilnika, moraju se preduzeti mere tako da se u

visokonaponskoj mreži struja dozemnog kratkog spoja ograniči na nižu vrednost. U suprotnom, trafostanica se ne može priključiti na visokonaponsku mrežu koja je uzemljena preko male otpornosti.

10. Dimenzionisanje uzemljenja trafostanice ako je visokonaponska mreža sa izolovanom neutralnom tačkom ili sa kompenzovanom strujom zemljospoja

Član 62.

Ako visokonaponska mreža na koju se priključuje trafostanica radi sa izolovanom neutralnom tačkom ili sa kompenzovanom strujom zemljospoja, po pravilu, u trafostanici se izvodi združeno uzemljenje.

Ukupna otpornost združenog uzemljenja (R_{ezdr}) treba da zadovolji uslov:

$$R_{ezdr} \leq \frac{U_d}{I_z}$$

gde je:

I_z = ukupna kapacitivna struja zemljospoja galvanski povezanih vodova visokonaponske mreže sa izolovanom neutralnom tačkom, odnosno preostala struja zemljospoja ako je visokonaponska mreža sa kompenzovanom strujom zemljospoja,

U_d = dozvoljeni napon dodira iz člana 58. ovog pravilnika, ukoliko se zemljospoj isključuje delovanjem zemljospojne zaštite.

Član 63.

BRISAN - sa 37/95

Član 64.

Ako zemljospoj u visokonaponskoj mreži traje duže od 2 časa, smatra se da su stvoreni uslovi za pojavu dvostrukog zemljospoja, koji može izazvati velika termička naprezanja uzemljivača trafostanica i veoma visoke napone dodira.

U slučaju iz stava 1. ovog člana treba izvršiti odvajanje radnog i zaštitnog uzemljenja, pri čemu moraju biti ispunjeni sledeći uslovi:

- 1) zaštitno uzemljenje mora se izvesti kao uzemljenje u teškim uslovima, saglasno članu 60. ovog pravilnika. Ako se dvostruki zemljospoj ne isključuje delovanjem zaštite bez vremenskog odlaganja, mora se izvršiti računaska provera preseka elemenata zaštitnog uzemljenja u odnosu na termička naprezanja, na način propisan ovim pravilnikom;
- 2) radio uzemljenje treba da zadovolji uslove primenjene zaštite od opasnih napona dodira u niskonaponskoj mreži i instalacijama potrošača. Pored toga, ukupna otpornost radnog uzemljenja, merena u trafostanici bez odvajanja neutralnog (nultog) provodnika od uzemljivača radnog uzemljenja i ostalih uzemljivača u niskonaponskoj mreži, treba da ima vrednost koja obezbeđuje da se, u slučaju proboja izolacije visokog napona prema radnom uzemljenju, na tom uzemljenju

ne može pojaviti i održati napon od 65 V, odnosno mora da bude ispunjen i uslov:

$$R_0 \leq \frac{65}{I_z}$$

gde je I_z = ukupna kapacitivna, odnosno preostala struja zemljospoja.

Član 65.

Ako se trafostanica nalazi na području urbanizovanog dela naselja gde nije moguće izvršiti odvajanje radnog i zaštitnog uzemljenja, izvodi se združeno uzemljenje, a ova trafostanica se može priključiti samo na visokonaponsku mrežu u kojoj je trajanje zemljospoja ograničeno na najviše 2 časa.

11. Zaštita od dodira delova naprava i vodova pod naponom u trafostanici

Član 66.

Zaštita od dodira delova naprava i vodova koji su pod naponom u trafostanici, mora biti ostvarena pogodnom konstrukcijom kao: izolovanjem, zatvorenim kućištima, pregradama, zidovima, limovima, pločama i sl.

Član 67.

Metalni delovi pod naponom, koji su postavljeni na razvodnoj niskonaponskoj tabli ili u ormanu, moraju biti zaštićeni od slučajnog dodira, pomoću prečaga, mreža, zidova, vrata i sl. ako postoji posebna opasnost od takvog dodira.

Član 68.

Razmak između pregrada (prečaga, mreža, pregrada od lima) i delova koji su postavljeni iza tih pregrada, a nalaze se pod niskim naponom, mora iznositi najmanje:

- 1) 200 mm, ako se koriste prečage;
- 2) 100 mm, ako se koriste mreže otvora 20 do 60 mm;
- 3) 40 mm, ako se koriste krute mreže otvora do 20 mm sa prečnikom žice od najmanje 2 mm,
- 4) 15 mm, ako se koristi puni lim debljine najmanje 1 mm.

Izuzetno, dozvoljeni su i manji razmaci u prefabrikovanim postrojenjima, čija su izolaciona svojstva ispitana i zadovoljavaju propisane uslove.

Član 69.

Prečage se mogu koristiti kao zaštita od slučajnog dodira samo u električnim pogonskim i zatvorenim električnim pogonskim prostorijama.

Prečage koje se mogu ukloniti bez upotrebe alata, moraju biti od izolacionog materijala.

Član 70.

Razmak između metalnih delova pod niskim naponom i delova koji nisu pod naponom (npr. zidovi, metalne cevi, delovi metalne konstrukcije i sl.) mora iznositi najmanje 15 mm.

Član 71.

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

Član 72.

Ulaz u zatvorene električne pogonske prostorije dozvoljen je samo kroz vrata koja se zaključavaju.

Vrata se moraju otvarati u pravcu izlaza, a brava mora biti ugrađena tako da se onemoguću ulaz neovlašćenim licima, i da se istovremeno obezbedi nesmetan izlaz licima koja se nalaze u toj prostoriji.

Otvaranje vrata sa unutrašnje strane mora biti lako izvodljivo, bez upotrebe ključa ili alata.

12. Zaštita od strujnog preopterećenja

Član 73.

Zaštita od strujnog preopterećenja uređaja i opreme u trafostanici, kao i zaštita od strujnog preopterećenja vodova niskonaponske mreže (nadmernih i kablovskih), izvodi se u skladu sa važećim propisima i standardima, i lokalnim uslovima na mestu primene.

13. Zaštita transformatora snage od strujnog preopterećenja

Član 74.

Uređaji za automatsku zaštitu transformatora snage od električnog preopterećenja i od unutrašnjih ili spoljašnjih kvarova treba da budu u skladu sa veličinom transformatora i njegovim značajem.

Član 75.

Za zaštitu transformatora snage od kratkih spojeva i dozemnih kratkih spojeva služe:

- visokoučinski osigurači koji se, po pravilu, postavljaju na visokonaponskoj strani transformatora snage, ili
- primarni ili sekundarni prekostrujni releji.

Izuzetno, transformator snage može biti i bez navedenih zaštitnih uređaja ako je obuhvaćen nekom efikasnom zaštitom na visokonaponskom izvodu preko koga se napaja trafostanica.

Član 76.

Nazivna struja visokonaponskih osigurača ili releja treba da bude veća od nazivne struje transformatora, da ne bi došlo do isključenja transformatora iz rada i pri dozvoljenim preopterećenjima i kratkotrajnim strujnim udarima (npr. pri uključenju).

Nazivna struja zaštitnog uređaja odabira se tako da zaštita deluje i u slučaju kratkog spoja na sabirnicama niskog napona u trafostanici.

Vreme isključenja zaštitnog uređaja mora biti kraće od vremena dozvoljenog trajanja kratkog spoja posle trajnog opterećenja nazivnom strujom transformatora snage u tabeli br. 2 prema jugoslovenskom standardu N.H1.010.

Tabela 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
I_n				
3. Dozvoljeno trajanje kratkog spoja, t_k (s)	1,8	2,8	4,0	5,5

Član 77.

Zaštita transformatora snage od preopterećenja treba da upozori na nastanak preopterećenja, i da isključi transformator snage ako preopterećenje po veličini i trajanju prelazi dozvoljenu granicu. Za ovu zaštitu primenjuje se jedan od sledećih zaštitnih uređaja:

- a) kontaktni termometar;
- b) bimetalni releji, ili tromi topljivi osigurači;
- v) uređaj za termičko preslikavanje (termički relej ili termička slika).

Pri izboru uređaja za zaštitu transformatora snage od preopterećenja treba voditi računa o njihovoj stvarnoj efikasnosti u realnim pogonskim uslovima, kao i o ekonomičnosti.

Smatra se da je zaštita od preopterećenja efikasna, ako omogućuje maksimalno iskorišćenje snage transformatora bez bitnog uticaja na skraćenje njegovog veka trajanja.

Član 78.

Primena uređaja za zaštitu transformatora snage od preopterećenja nije obavezna za svaki transformator, ako se u toku eksploatacije preduzimaju mere kojima se sprečava preopterećenje transformatora snage, kao što je precizno planiranje i kontinualno praćenje razvoja dela potrošnje koji se napaja iz trafostanice.

Član 79.

Transformatori snage koji u pogonu treba da rade paralelno sa drugim transformatorima, moraju ispunjavati uslove za takav pogon (odnosi transformacije, sprege, naponi kratkih spojeva, odnosi snaga).

14. Zaštita niskonaponskih vodova od strujnog preopterećenja

Član 80.

Za zaštitu niskonaponskih vodova od strujnog preopterećenja i kratkotrajnog strujnog opterećenja u slučaju kratkog spoja, upotrebljavaju se topljivi osigurači ili automatski zaštitni prekidači.

Zaštita niskonaponskih vodova od strujnog preopterećenja izvodi se na odvodima u trafostanici, a po potrebi, i u niskonaponskoj mreži (na primer: na mestima promene preseka, na kućnim priključcima i sl).

Svi odvodi niskonaponskih vodova treba da budu obeleženi odgovarajućim nazivima u razvodnom ormanu, sa oznakama preseka.

Član 81.

Pri izboru karakteristika niskonaponskih osigurača ili automatskih prekidača treba voditi računa o trajnom dozvoljenom strujom opterećenju provodnika voda, termičkoj čvrstoći provodnika pri kratkom spoju, uslovima odvođenja toplote, kao i o uslovima primenjene zaštite od previsokog napona dodira.

Član 82.

Trajno dozvoljeno opterećenje strujom golih provodnika nadzemnih vodova uzima se prema tabeli 3, uzimajući u obzir dozvoljenu temperaturu provodnika od 80°C, pri maksimalnoj temperaturi mirnog vazduha od +40°C.

Tabela br. 3

Presek mm ²	Bakar A	Alumijum A	Alučelnik 6:1	
			mm ²	A
16	115	92	16/2,5	90
25	151	121	25/4	125
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 vazduha niža od + 40°C, dozvoljeno je opterećenje provodnika veće od vrednosti navedenih u tabeli br. 3. Ove vrednosti dozvoljenih opterećenja golih provodnika nadzemnih vodova dobijaju se tako što se odgovarajuće vrednosti iz tabele br. 3. pomnože koeficijentom "k" prema tabeli br. 4:

Tabela br. 4

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

Član 83.

Trajno dozvoljeno opterećenje strujom golih provodnika nadzemnih vodova može se povećati za 8% u odnosu na vrednosti iz tabela br. 3 i 4, ako se na osnovu meteoroloških podataka može pouzdano zaključiti da će u vreme najvećeg opterećenja strujom brzina vetra iznositi najmanje 0,6 m/s.

Član 84.

Ako je odvod od niskonaponskog razvodnog ormara do zateznih izolatora izveden pomoću izolovanih provodnika ili kablova, ove provodnike, odnosno kablove, treba tako dimenzionisati da njihovo trajno dozvoljeno strujno opterećenje odgovara dozvoljenom opterećenju nadzemnog voda navedenog odvoda.

Član 85.

Trajno dozvoljeno opterećenje strujom provodnika niskonaponskih kablovskih vodova bira se zavisno od konstrukcije kabla (vrsta izolacije i provodnika, broj i raspored provodnika u kablju), od temperature sredine u kojoj se nalazi kabl, od uslova odvođenja toplote sa kabla (način polaganja kabla, specifična toplotna otpornost izolacije, plašta i sredine u kojoj se nalazi kabl, porast temperature provodnika u odnosu na okolinu, broj paralelno položenih kablova), kao i od aktivne otpornosti provodnika kabla.

Član 86.

Vreme pregorevanja topljivih osigurača, odnosno isključenja zaštite pri kratkom spoju treba da je toliko da se obezbedi termička čvrstoća provodnika, i određuje se iz uslova:

$$t \leq a \cdot \left(\frac{S}{I_k} \right)^2$$

gde je:

t = vreme pregorevanja osigurača, odnosno isključenja zaštite (s)

S = presek provodnika (mm²)

I_k = struja kratkog spoja (kA)

a = koeficijent, koji za parametre navedene u tabeli br. 5 ima vrednosti date u istoj tabeli.

Tabela br. 5

Vrsta voda	Nadzemni vod		Kabl	
	sa bakarnim provodnicima	sa aluminijumskim provodnicima	sa bakarnim provodnicima	sa aluminijumskim provodnicima
Temperatura provodnika pre kratkog spoja (°C)	50		70	
Temperatura provodnika u kratkom spoju (°C)	170	160	160	
Koeficijent "a"	0,017	0,007	0,015	0,005

15. Zaštita od požara

Član 87.

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

Član 88.

Celokupna oprema, uređaji i ostali elementi trafostanice i niskonaponske mreže treba da su tako konstruisani i montirani da ne mogu izazvati požar većeg obima, ni ugroziti susedne objekte i objekte u kojima ili na kojima su montirani.

Član 89.

Da bi se sprečilo širenje požara, trafostanica mora biti odvojena od ostalih objekata. Ako se trafostanica nalazi u sklopu nekog drugog objekta, odvajanje se vrši pomoću pregradnih zidova, ugrađivanjem vrata od čvrstog i nezapaljivog materijala, i sl.

Član 90.

Trafostanica se mora tako izgraditi da se obezbedi zadovoljavajuće hlađenje, i da gasovi koji mogu nastati u trafostanici mogu nesmetano odlaziti.

Član 91.

U trafostanici koja se nalazi u sklopu nekog drugog objekta vazduh mora da izlazi neposredno napolje. Otvori za ventilacija moraju biti tako izgrađeni da na prometnim mestima ne ugrožavaju prolaznike.

16. Zaštita od mehaničkih i dinamičkih naprezanja

Član 92.

Celokupna oprema, uređaji i ostali elementi u trafostanici i u niskonaponskoj mreži moraju biti konstruisani i montirani tako da mogu da izdrže sva dinamička i ostala mehanička naprezanja predviđena važećim propisima i standardima, kako u normalnim uslovima, tako i pri kratkim spojevima i ostalim lokalnim uslovima dodatnih naprezanja (led, vetar, nosivost tla, prodiranje vode itd.).

Elementi trafostanica i niskonaponskih mreža ne smeju ugrožavati objekte, odnosno delove objekata (temelji, zidovi, krovne konstrukcije, itd.), na kojima su ovi elementi montirani.

Član 93.

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

III. PRELAZNE I ZAVRŠNE ODREDBE

Član 94.

Odredbe ovog pravilnika ne primenjuju se na trafostanice i niskonaponske mreže koje su izgrađene pre stupanja na snagu ovog pravilnika.

Član 95.

Na trafostanice i niskonaponske mreže za čije je građenje izdato odobrenje pre dana stupanja na snagu ovog pravilnika, a čije izvođenje otpočne u roku od šest meseci od dana stupanja na snagu ovog pravilnika, mogu se primenjivati odredbe Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica ("Službeni list SFRJ", br. 11/74 i 20/74).

Član 96.

Danom stupanja na snagu ovog pravilnika prestaje da važi Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica ("Službeni list SFRJ", br. 11/74 i 20/74).

Član 97.

Danom stupanja na snagu ovog pravilnika prestaju da važe tač. 7.091, 7.092, 7.093, 7.094, 7.095.1, 7.11, 7.111, 7.112, 8.36 i 8.47. Tehničkih propisa za izvođenje elektroenergetskih instalacija u zgradama, koji su sastavni deo Pravilnika o tehničkim merama i uslovima za izvođenje elektroenergetskih instalacija u zgradama ("Službeni list SFRJ", br. 43/66).

Član 98.

Danom stupanja na snagu ovog pravilnika prestaju da važe 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 objavljivanja u "Službenom listu SFRJ".

Br. 16-14415/1
26. decembra 1977. godine
Beograd

Direktor Jugoslovenskog zavoda za
standardizaciju,
Milan Krajnović, s. r.