

# Правилник о техничким нормативима за уземљења електроенергетских постројења називног напона изнад 1000 V

Правилник је објављен у "Службеном листу СРЈ", бр. 61/95.

## I. ОПШТЕ ОДРЕДБЕ

### Члан 1.

Овим правилником прописују се технички нормативи за димензионисање система уземљења и обликовање и извођење уземљивача, земљовода и заштитног уземљења опреме и металних маса, захтеви у погледу изношења потенцијала, додатне мере заштите секундарних кола, захтеви у погледу уземљења стубова и опреме на стубовима и за уземљење покретних трансформаторских постројења, за повремено уземљивање и кратко спајање, за уземљење громобранске инсталације постројења, као и захтеви у погледу мерења, контроле и прегледа система уземљења.

Одредбе овог правилника примењују се на електроенергетска постројења називног напона изнад 1000 V.

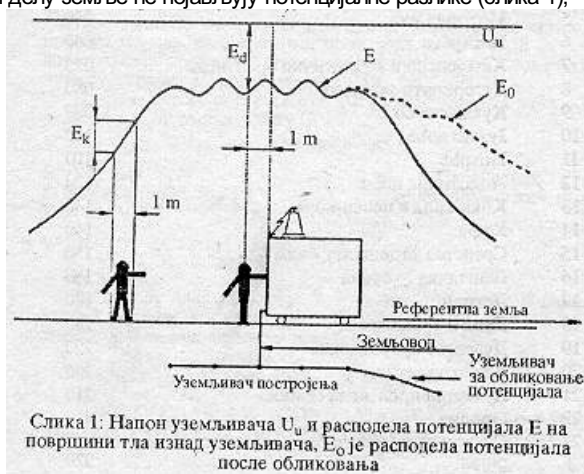
### Члан 2.

Одредбе овог правилника не примењују се на електроенергетска постројења у подземним рудницима, у електрохемијској индустрији, на надземна места угрожена од експлозивних смеша, као и на електроенергетска постројења за посебне намене, као што су постројења на планинским врховима, постројења електрофилтера и сл.

### Члан 3.

Наведени изрази у смислу овог правилника, имају следећа значења:

- 1) земља је земља као физички објекат (површина земље, референтна земља);
- 2) тло је земља као материја (вишеслојно тло, стеновито тло), као и врста земље (хумус, иловача и сл.);
- 3) референтна (неутрална) земља је део земље довољно удаљен од уземљивачког система тако да се при одвођењу струје са уземљивачког система у тло на овом делу земље не појављују потенцијалне разлике (слика 1);



Слика 1: Напон уземљивача  $U_u$  и расподела потенцијала  $E$  на површини тла изнад уземљивача,  $E_0$  је расподела потенцијала после обликовања

4) уземљивач је један проводник или више проводника који су положени у тло и с њим су у непосредном контакту, или један проводник или више проводника који су положени у бетон који је по великој површини у додиру са тлом. Проводници уземљивача могу бити тракасти, кружни (пуни пресек или уже), цевасти и од профилисаног метала.

Уземљивачи могу бити хоризонтални, вертикални и коси.

Хоризонтални (површински) уземљивач је уземљивач састављен од хоризонтално положених проводника који су уколани у тло на мањој дубини (обично 0,5 м до 1 м). Хоризонтални уземљивач може бити мрежаста, зракаста, у виду прстенова и као комбинација тих облика.

Вертикални (дубински) уземљивач је уземљивач састављен од једног или више штапних уземљивача који су побијени вертикално у тло и међусобно повезани. Дужина штапова је обично 1 м до 5 м, а може да буде и већа када су нижи слојеви тла боље проводни од површинских.

Коси уземљивач је штапни уземљивач косо побијен у тло;

5) природни уземљивач је метални део који је у додиру са тлом или водом непосредно или преко бетона, па се понаша као уземљивач иако му то није основна намена, на пример: метални цевовод, армиранобетонска конструкција у тлу и сл.;

6) кабл као уземљивач је кабл положен у тло чији метални плашт, електрична заштита или арматура нису изоловани у односу на тло. Битуменизована јута или текстил се не сматрају изолацијом у односу на тло;

7) темељни уземљивач је уземљивач положен у бетон, који је по великој површини у додиру са тлом, или армиранобетонска конструкција у тлу;

8) уземљивач за обликовање потенцијала је уземљивач или део уземљивача који је обликован тако да смањи потенцијалне разлике додира и корака код уземљеног објекта (слика 1);

9) земљовод је проводник који спаја уређај који треба уземљити са уземљивачем или са сабирним земљоводом. Ако је на вези са уземљивачем или сабирним земљоводом уграђена спојница, растављач и др., земљовод је само део проводника од места уградње тог елемента до уземљивача или сабирног земљовода;

10) сабирни земљовод је проводник на који је прикључено више земљовода. Сабирни земљовод се на више места повезује са уземљивачем;

11) уземљивање је галванско повезивање проводних делова (електрично коло, кућиште апарата, метална конструкција) са уземљивачем, а изузетно и са другим деловима уземљивачког система, ако није друкчије одређено;

12) уземљење је свеукупност мера и средстава у вези са уземљивањем;

13) систем уземљења (уземљивачки систем) је систем који чине међусобно галвански повезани уземљивачи, темељни уземљивачи, заштитни проводници надземних водова, плаштови каблова и друге металне инсталације које су у контакту са тлом (на пример: цевоводи);

14) специфична електрична отпорност ( $\rho$ ) је електрична отпорност  $1 \text{ m}^3$  тла до дубине једнаке осмини линеарне просторне мере хоризонталног уземљивача (обим мрежастог уземљивача, дужина једног проводника зракастог уземљивача), односно до дубине продирања вертикалних уземљивача. Код комбинованих уземљивача меродавна је већа од две претходно наведене дубине.

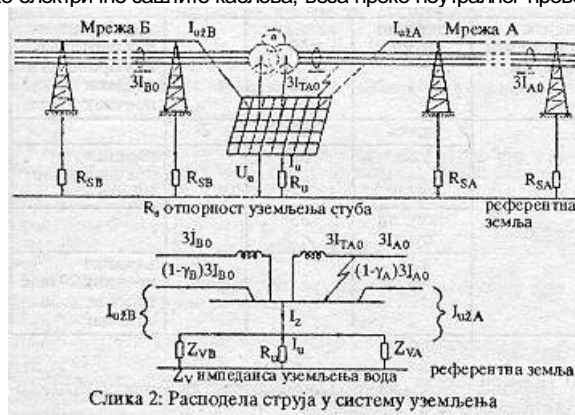
У табели 1 дате су средње вредности специфичне електричне отпорности тла које се усвајају при пројектовању система уземљења постројења називног напона до 110 kV ;

Табела 1: Вредности специфичне електричне отпорности тла (ρ)

Врста тла	ρ (Ω m)
морска вода	0,2
речна вода	50
тресет	20
хумус	20
башгенска земља	40
иловача	40
глинаста земља	100
пескуља	300
песак	500
кречњак	700
шљунковита земља	3000
каменито тло	10000

15) отпорност распрострања уземљивача ( $R_u$ ) је отпорност коју тло супротставља одвођењу струје са уземљивача. Ова отпорност има практично активни карактер. Одређује се као однос потенцијала уземљивача при одвођењу струје ка референтној земљи и те струје;

16) импеданса уземљење ( $Z_u$ ) је импеданса коју при учестаности 50 Hz систем уземљења супротставља одвођењу струје ка референтној земљи. Ова импеданса се израчунава као паралелна веза отпорности распрострања уземљивача и импеданси уземљења надземних и кабловских водова (слика 2). Импедансом уземљења обухватају се и природни уземљивачи који се налазе ван територије уземљивача или су просторно одвојени од уземљивача (цевоводи, армиранобетонске конструкције зграде, бране и др.) ако су укључени у систем уземљења, као и уземљивачи суседних постројења или објеката ако са тим уземљивачима постоји галванска веза (на пример: веза преко електричне заштите каблова, веза преко неутралног проводника нисконапонске мреже и сл.).



Слика 2: Расподела струја у систему уземљења

Импеданса уземљења  $Z_u$  је једнака:

$$Z_u = \frac{1}{\left\{ \frac{1}{R_u} + \sum_i \frac{1}{Z_{vi}} + \sum_k \frac{1}{Z_{vk}} \right\}}$$

Индекси "i" обухватају све надземне водове који полазе из постројења и имају заштитни проводник. Индекси "k" обухватају све кабловске водове који полазе из постројења и понашају се као уземљивачи;

17) импеданса уземљења водова ( $Z_v$ ) је однос напона у тачки везивања заштитног проводника или плашта кабла за уземљивач према референтној земљи и струје која се услед овог напона одводи у тло преко заштитног проводника или плашта кабла. Напон у тачки везивања једнак је напону уземљивача;

18) ударна отпорност уземљења је отпорност коју уземљење супротставља одвођењу струје атмосферског пражњења ка референтној земљи на месту упада таласа струје атмосферског пражњења у систем уземљења;

19) заштитно уземљење је уземљење металних делова који не припадају струјним колима нити су посредно у електричном контакту са њима, али у случају квара могу да дођу под напон. Заштитно уземљење смањује овај напон, као и потенцијалне разлике додира и корака којима могу да буду изложени људи, и на тај начин их штити;

20) радно (погонско) уземљење је уземљење дела струјног кола којим се обезбеђује жељена функција и/или радне карактеристике тог кола.

Радно уземљење може да буде директно и индиректно.

Директно уземљење се изводи непосредним везивањем за систем уземљења.

Индиректно уземљење се изводи везивањем за систем уземљења преко неке импедансе (активне отпорности, индуктивности, капацитета или њихове комбинације);

21) громобранско уземљење је уземљење громобранске инсталације, које служи за одвођење струје атмосферског пражњења у

тло. Громобранско уземљење треба да ограничи начин на који долази громобранска инсталација, како би се спречили накнадни ("повратни") прескоци на погонска електрична кола и металне објекте;

22) мрежа са изолованом неутралном тачком је мрежа код које су неутралне тачке свих генератора и енергетских трансформатора изоловане према земљи или су са уземљивачким системом повезане преко мерних заштитних кола са великом импедансом;

23) мрежа са компензацијом струје земљоспоја је мрежа код које је неутрална тачка једног или више генератора или енергетских трансформатора везана за уземљивач преко индуктивне отпорности која је подешена тако да буде приближно у резонанси са капацитетима мреже према земљи, како би се битно смањила струја земљоспоја на месту квара. Компензација струје земљоспоја може да се оствари и преко трансформатора за уземљење;

24) мрежа уземљена преко импедансе је мрежа код које је неутрална тачка једног или више генератора и/или енергетских трансформатора везана за уземљивач преко активне отпорности, реактансе или импедансе тако да је струја једнофазног земљоспоја бар два пута већа од капацитивне компоненте струје земљоспоја мреже. Земљоспојеви у мрежи искључују се аутоматски деловањем заштите;

25) директно уземљена мрежа је мрежа код које је неутрална тачка једног или више генератора и/или енергетских трансформатора непосредно везана за уземљивач. Земљоспојеви у мрежи искључују се аутоматски деловањем заштите;

26) напон уземљивача ( $U_d$ ) је разлика потенцијала уземљивача и референтне земље (слика 1);

27) потенцијал ( $E$ ) на површини земље је потенцијал у односу на референтну земљу;

28) потенцијална разлика додира ( $E_d$ ) је потенцијална разлика која постоји између уземљених уређаја и стајалишта, а која може да се премости додиром. При додиру, струјно коло се затвара преко руке (руку) и стопала човека (слика 1), при чему су човекова стопала удаљена 1 m од уземљеног уређаја;

29) напон додира ( $U_d$ ) је део потенцијалне разлике додира коме је изложен човек при додиру. Напон додира мањи је од потенцијалне разлике додира за пад напона на прелазној отпорности контакта стопала-тло, и прорачунава се према изразу:

$$U_d = \frac{E_d}{1 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_p}$$

где је

$\rho_p$  специфична електрична отпорност површинског слоја тла изражена у  $W m$ ;

30) потенцијална разлика корака ( $E_k$ ) је потенцијална разлика која на површини земље може да се премости кораком дужине 1 m (слика 1);

31) напон корака ( $U_k$ ) је део потенцијалне разлике корака коме је изложен човек када прекорачи потенцијалну разлику. Напон корака мањи је од потенцијалне разлике корака за падове напона прелазних отпорности стопала-тло и прорачунава се према изразу:

$$U_k = \frac{E_k}{1 + 6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_p}$$

где је  $\rho_p$  специфична електрична отпорност површинског слоја тла изражена у  $W m$ ;

32) обликовање потенцијала је подешавање расподеле потенцијала рада смањења потенцијалних разлика додира и корака, које се изводи полагањем додатних проводника уземљивача (слика 1);

33) земљоспој је спој једне фазе или више фаза са земљом или уземљеним уређајима.

Земљоспој може бити једнофазни, двофазни, двоструки и вишеструки.

Једнофазни земљоспој је спој једне фазе са земљом или уземљеним уређајем.

Двофазни земљоспој је спој две фазе са земљом на истом месту или са уземљеним уређајем, односно спој два уређаја који су уземљени преко истог система уземљења.

Двоструки земљоспој је спој две фазе са земљом на различитим местима или са уређајима који нису уземљени преко истог система уземљења.

Вишеструки земљоспој је спој све три фазе са земљом на различитим местима или са уређајима који нису уземљени преко истог система уземљења;

34) струје меродавне за прорачун уземљења су троструке нулте компоненте струја које у транзијентном периоду теку у трофазним елементима електроенергетског система (генератори, енергетски трансформатори, водови) при земљоспоју у постројењу. Међутим, ако је трострука нулта компонента струје која у месту квара дотиче са стране енергетског трансформатора бар 1,5 пута већа од збира троструких нултих компоненти струја које дотичу у постројење по водовима (слика 2), рачуна се и расподела струја у систему уземљења за земљоспој на воду ван постројења, а за прорачун је меродаван земљоспој који даје веће напоне уземљења;

35) очекиване вредности струје квара су струје квара у елементима електроенергетског система с обзиром на могућа уклопна стања система и њихово релативно трајање. Узимају се перспективне вредности струје квара од 10 година за нове објекте, односно пет година у току експлоатације објеката. Очекивана вредност струје квара за сваки елемент електроенергетског система рачуна се помоћу израза:

$$I_{\infty} = m \cdot I_0$$

где су:

$I_{\infty}$  - очекиване вредности нулте компоненте струје;

$I_0$  - највећа вредност нулте компоненте струје која може да се појави у предвиђеним уклопним стањима електроенергетског система;

$m$  - фактор очекивања.

Ако се не располаже потребним подацима, за прорачун фактора очекивања усваја се  $m = 1$ ;

36) редуccionи фактор вода је део троструке нулте компоненте струје вода који се одводи у тло, изражен релативно у односу на укупну троструку нулту компоненту струје вода. Редуccionим фактором се обухвата утицај магнетне спреге фазних и заштитних проводника надземног вода, односно магнетне спреге фазних проводника и металног плашта или електричне заштите кабловског вода. Редуccionи фактор се рачуна помоћу израза:

$$x = 1 - \frac{Z_m}{Z_x}$$

где су:

$Z_m$  - међусобна импеданса заштитног и фазних проводника надземног вода;

$Z_x$  - импеданса заштитног проводника.

Код кабловског вода у израз се уврштавају одговарајући параметри за метални плашт или електричну заштиту кабла.

## II. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ СИСТЕМА УЗЕМЉЕЊА

### Члан 4.

Систем уземљења димензионише се према топлотним оптерећењима и напонима који се јављају у систему уземљења.

### Члан 5.

Код димензионисања система уземљења рачуна се са нормалним радом постојећих заштитних уређаја и прекидача.

#### Члан 6.

У постројењу са мрежама различитих називних напона, које има јединствен систем уземљења, систем уземљења димензионише се тако да задовољи потребне услове код земљоспоја у било којој од тих мрежа, при чему се не узима у обзир могућност једновремених земљоспојева у више мрежа.

### Избор материјала и пресека уземљивача

#### Члан 7.

Као материјал за уземљиваче у тлу користе се поцинковани челик са слојем цинка бар 70  $\mu\text{m}$  и бакар без или са спољашњим слојем цинка, калаја или олова, или други материјали са одговарајућим топлотним, механичким и хемијским карактеристикама.

#### Члан 8.

Најмањи дозвољени пресеци проводника с обзиром на механичка напрезања и корозију за проводнике од поцинкованог челика и бакара дати су у табели 2.

Табела 2: Најмање мере и обавезни услови за уземљиваче

Материјал	Проводник уземљивача	Најмањи пресек $\text{mm}^2$	Најмања дебљина $\text{mm}$	Остали обавезни услови
топло поцинкован челик	трака	100	4	
	округли пуни	78 ( $\text{Ø } 10 \text{ mm}$ )		код настављених вертикалних проводника најмањи пречник 20 $\text{mm}$
	цев			најмањи пречник 25 $\text{mm}$ ; најмања дебљина 2 $\text{mm}$
	профилисани челик		4	
челик пресвучени бавром	округли пуни	за челик 50 за бакар 30		код настављених вертикалних проводника најмањи пречник 15 $\text{mm}$
	трака	50	2	
	уже	35		најмањи пречник жице 1,8 $\text{mm}$
бакар	округли пуни	35		
	цев			најмањи пречник 20 $\text{mm}$ ; најмања дебљина 2 $\text{mm}$

#### Члан 9.

Најмањи дозвољени пресеци земљовода су 50  $\text{mm}^2$  за поцинковани челик у 16  $\text{mm}^2$  за бакар.

### Димензионисање система уземљења према топлотним оптерећењима

#### Члан 10.

Највеће трајно дозвољене струје проводника у систему уземљења дате су у табели 3. Ако не постоји опасност од пожара, вредности струја из табеле 3 смеју да се повећају за 20%.

Табела 3: Највеће трајно дозвољене струје проводника у систему уземљења

Пресек $\text{mm}^2$	Највећа трајно дозвољена струја (А)	
	челик	бакар
16		150

25		200
35		280
50	150	480
70	180	590
100	240	780
200	420	1380

#### Члан 11.

Најмањи дозвољени пресек проводника у систему уземљења (љџмин) при краткотрајном загревању одређује се помоћу израза:

$$q_{\min} = \kappa \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n I_j^2 \cdot t_j}$$

где су:

$q_{\min}$  - најмањи дозвољени пресек проводника за струју  $I$ , у mm<sup>2</sup>;

$I$  - струја меродавна за топлотни прорачун, у kA;

$t$  - трајање струје  $I$ , у с;

$\kappa$  - сачинилац који зависи од врсте материјала проводника, у mm<sup>2</sup> (kA)<sup>-1</sup> s<sup>-1/2</sup>, чије су вредности дате у табели 4.

Табела 4: Сачинилац  $\kappa$

Материјал	Челик	Бакар
$\kappa$	15,0	6,25

Ако се струја земљоспоја мења у времену с обзиром на деловање заштите и аутоматског поновног укључења, најмањи дозвољени пресек проводника одређује се помоћу израза:

$$q_{\min} = \kappa \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n I_j^2 \cdot t_j}$$

где су:

$I_j$  - струја кроз проводник у временском интервалу  $j$ , у kA;

$t_j$  - трајање временског интервала  $j$ , у s;

$n$  - број временских интервала.

Код проводника уземљивача и земљовода који су на два краја повезани са уземљивачем, за струју  $I$  (струје  $I_j$ ) у наведеним изразима уврштава се половина вредности струје меродавне за топлотни прорачун.

### Струје меродавне за топлотни прорачун система уземљења

#### Члан 12.

У мрежи са изолованом неутралном тачком проводници уземљивача не проверавају се на топлотна напрезања код кварова. Ако се једнофазни земљоспој у мрежи искључује у времену које није дужи од 2 h, сабирни земљовод и земљоводи се не проверавају на топлотна напрезања. Ако се једнофазни земљоспој у мрежи искључује у времену које је дужи од 2 h, сабирни земљовод и земљоводи димензионишу се:

1) према транзијентној струји двофазног земљоспоја у постројењу, која се рачуна према изразу:

$$I_2 = 0,85 \cdot I_3$$

где је  $I_3$  транзијентна струја трофазног кратког споја за квар у постројењу;

2) према струји једнофазног земљоспоја као трајној струји.

У мрежама са компензацијом струје земљоспоја проводници уземљивача не проверавају се на топлотна напрезања код кварова. Сабирни земљовод и земљоводи се проверавају на струју  $I_2$ . У постројењима са пригушницама за компензацију струје земљоспоја сабирни земљовод се проверава и на трајну струју:

$$I_k = \sqrt{I_p^2 + I_G^2}$$

где су:

$I_p$  - називна струја пригушница у постројењу;

$I_G$  - активна компонента струје једнофазног земљоспоја мреже, која је једнака највише 10% капацитивне струје једнофазног земљоспоја мреже.

У мрежи са неутралном тачком која је уземљена директно или преко импедансе, сабирни земљовод и земљоводи димензионишу се према транзијентној струји једнофазног земљоспоја.

### Димензионисање система уземљења према дозвољеним напонима додира и корака

#### Члан 13.

Дозвољени напони ( $U_{doz}$ ) додира и корака, у зависности од времена ( $t$ ) трајања земљоспоја (квара), рачунају се према следећим изразима:

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

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

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

Време трајања земљоспоја  $t$  у секундама одређује се за услове нормалног деловања заштитних уређаја и прекидача. У случају узастопног успостављања струје земљоспоја (на пример: због аутоматског поновног укључења), време  $t$  се добија као збир појединачних времена трајања земљоспојева ако паузе између поновних успостављања струја нису дужи од 0,5 s. Ако су те паузе дужи од 0,5 s, узима се време трајања  $t$  једног земљоспоја.

Ако постројење непосредно напаја јавну (дистрибуцију) нисконапонску мрежу, при квару у постројењу напони додира који се јављају у тој нисконапонској мрежи и инсталацијама потрошача (на пример: изношењем потенцијала преко неутралног проводника нисконапонске мреже) не смеју да буду већи од дозвољених напона додира из става 1. овог члана.

#### Члан 14.

Услови за димензионисање уземљења постројења према напонима додира одређени су врстом уземљења неутралне тачке мреже и врстом примењене земљоспојне заштите. Уземљивач се димензионише тако да напони додира не прелазе дозвољене вредности, што се доказује прорачуном и мерењима на изведеном постројењу пре пуштања у погон.

Ако су испуњени посебни услови (П) из члана 16. овог правилника или када су, зависно од тих посебних услова, примењене додатне заштитне мере (Д) из члана 17. овог правилника, сматра се да напони додира не прелазе дозвољене вредности, па прорачун и мерења нису обавезни.

#### Члан 15.

У табели 5, у четвртој колони, утврђени су случајеви у којима су прорачун и мерење напона додира обавезни и случајеви у којима прорачун и мерења нису обавезни. Постојења се разврставају према начину уземљења неутралне тачке мреже којој припадају и посебним условима које задовољавају. На основу ова два податка утврђује се који ред у табели 5 одговара посматраном постројењу. У трећој колони утврђене су додатне заштитне мере које морају да се предузму код постројења. Са А) и са Б) означена су дозвољена алтернативна решења. Када је у реду табеле 5 набројено више посебних услова или више додатних заштитних мера, сви набројани услови морају да буду испуњени и све набројане додатне заштитне мере морају да се предузму.

Табела 5: Услови извођења система уземљења

Неутрална тачка којој припада постројење	Посебни услови	Додатне заштитне мере	Прорачун и мерење напона додира
Изолована или са компензацијом струје земљоспоја	П1	не	не
	П2	не	не
	П4	А) Д1, Д2, Д3, Д4.а) Б) Д1, Д2, Д3, Д4.б)	не
	не	Д1, Д2, Д3, Д4.б)	да
	П6	Д1, Д3, Д4.а)	не
Уземљена директно или преко импедансе	П1	не	не
	П3, П4, П5	не	не
	П3	А) Д1, Д3, Д4.б) Б) Д2, Д3, Д4.б)	не
	П5	А) Д1, Д3, Д4.б) Б) Д2, Д3, Д4.б)	да
	П6	Д1, Д3, Д4.а)	не

#### Члан 16.

Посебни услови (П) из табеле 5 су следећи:

1) П 1 - напон уземљивача није већи од двоструке вредности дозвољеног напона додира према члану 13. овог правилника. Време искључења земљоспоја не прелази 3 s;

2) П 2- на постројење су прикључена најмање два кабла који делују као уземљивачи, при чему ниједан није краћи од 1 km. Угао који заклапају трасе ових каблова мора да буде у границама  $90^{\circ}$  до  $270^{\circ}$ . Каблови могу да припадају мрежама различитих називних напона. При одређивању дужина траса каблова узимају се у обзир и каблови прикључени на пролазна постројења ако су плаштени каблова, односно уземљивачи положени уз каблове међусобно галвански повезани. Струја земљоспоја мреже и збирна називна струја компензационих пригушница не прелази 100 А, а време искључења земљоспоја не прелази 2 h.

Ако постројење непосредно напаја јавну (дистрибутивну) нисконапонску мрежу преко које се напајају зграде у чијим електричним инсталацијама је примењен Т N систем, свака зграда има изведен темељни уземљивач и спроведене мере изједначавања потенцијала према пропису за електричне инсталације ниског напона;

3) П 3 - на постројење су прикључена најмање два кабла који делују као уземљивачи, при чему ниједан није краћи од 1 km. Угао који заклапају трасе ових каблова мора да буде у границама  $90^{\circ}$  до  $270^{\circ}$ . Каблови могу да припадају мрежама различитих називних напона. При одређивању дужина траса каблова узимају се у обзир и каблови прикључени на пролазна постројења ако су плаштени каблова, односно уземљивачи положени уз каблове међусобно галвански повезани.

Струја земљоспоја мреже не прелази 1000 А, а време искључења земљоспоја не прелази 3 s.

Ако постројење непосредно напаја јавну (дистрибутивну) нисконапонску мрежу преко које се напајају зграде у чијим електричним инсталацијама је примењен Т N систем, свака зграда има изведен темељни уземљивач и спроведене мере изједначавања потенцијала према пропису за електричне инсталације ниског напона;

4) П 4 - напон уземљивача није већи од троструке вредности дозвољеног напона додира према члану 13. овог правилника.

Ако постројење непосредно напаја јавну (дистрибутивну) нисконапонску мрежу преко које се напајају зграде у чијим електричним инсталацијама је примењен Т N систем, свака зграда има изведен темељни уземљивач и спроведене мере изједначавања потенцијала према пропису за електричне инсталације ниског напона;

5) П 5 - време искључења земљоспоја не прелази 0,5 s. У случају примене аутоматског поновног укључења, безнапонска пауза прелази 0,5 s.

Ако постројење непосредно напаја јавну (дистрибутивну) нисконапонску мрежу преко које се напајају зграде у чијим електричним инсталацијама је примењен Т N систем, свака зграда има изведен темељни уземљивач и спроведене мере изједначавања потенцијала према пропису за електричне инсталације ниског напона;

б) П 6 - постројење непосредно напaja јавну (дистрибутивну) нисконапонску мрежу, а радно и заштитно уземљење код тог постројења изведени посебно и раздвојено, сагласно одредбама прописа о техничким нормативима за заштиту нисконапонских мрежа и припадајућих трансформаторских станица.

Напон заштитног уземљивача код земљоспоја на високонапонској страни не прелази 1200 V.

#### Члан 17.

Додатне заштитне мере (Д) из табеле су следеће:

1) Д 1 - додатна заштитна мера са спољашње стране постројења у згради спроведена је ако је примењена бар једна од мера под а), б) или в):

а) употреба електрично непроводних материјала за спољашње зидове, уз спречавање могућности додира уземљених металних делова;

б) обликовање потенцијала помоћу површинског уземљивача спојеног са уземљењем. Површински уземљивач полаже се у тло на растојању 1 m од зида и на дубини од 0,5 m ;

в) изоловање стајалишта помоћу изолационих слојева који су тако распоређени да онемогућавају додир металних делова руком са места стајања ван изолационих слојева. Стајалиште је изоловано ако је као изолациони слој употребљен слој шљунка или крупно туцаног камена дебљине најмање 10 cm или слој асфалта дебљине најмање 1 cm;

2) Д 2 - додатна заштитна мера са спољашње стране постројења на отвореном спроведена је ако је примењена заштитна мера под г) и бар једна од мера под а), б) или в):

а) употреба ограда од електрично непроводних материјала, или од мреже са пластифицираном жицом и са стубовима који су обложени пластичном масом или са стубовима бетона;

б) обликовање потенцијала помоћу површинског уземљивача који је положен са спољашње стране ограде на растојању 1 m и на дубину од 0,5 m;

в) изоловање стајалишта помоћу изолационих слојева који су тако распоређени да онемогућавају додир металних делова руком са места стајања ван изолационих слојева. Стајалиште је изоловано ако је као изолациони слој употребљен слој шљунка или крупно туцаног камена дебљине најмање 10 cm или слој асфалта дебљине најмање 1 cm;

г) ако су врата у спољашњој огради спојена са уземљивачким системом постројења преко заштитних проводника нисконапонских каблова, металних плаштова каблова, ГПП инсталација или на други начин, на подручју окретања врата обликује се потенцијал или изолује стајалиште. Стајалиште је изоловано ако је као изолациони слој употребљен слој шљунка или крупно туцаног камена дебљине најмање 10 cm или слој асфалта дебљине најмање 1 cm ;

3) Д3 - додатна заштитна мера у постројењу у згради спроведена је ако је примењена бар једна од мера под а), б) или в):

а) обликовање потенцијала полагањем металних мрежастих конструкција у све подне конструкције зграде (на пример: 50 mm<sup>2</sup> и величине окца 10 m x 10 m или мреже од грађевинског челика) и њихово спајање са уземљивачем постројење на најмање два просторно одвојена места. Ако се употребе мреже од грађевинског челика, сви издвојени делови ове мреже морају да се повежу најмање на једном месту, а са уземљивачем постројења најмање на два места;

б) израда места послуживања у облику металне решетке или плоче која је спојена са уземљеним металним деловима који могу да се додирну са места послуживања;

в) изоловање места послуживања за напон уземљивача. Ради изједначавања потенцијала, метални делови који могу истовремено да се додирну са места послуживања морају да буду галвански повезани;

4) Д4 - додатна заштитна мера у постројењима на отвореном спроведена је ако су примењене следеће заштитне мере:

а) на месту послуживања примењује се најмање једна од следећих заштитних мера:

а1) обликовање потенцијала помоћу површинских уземљивача који се полажу у тло на растојању 1 m од дела који се послужује и на дубини од 0,5 m , при чему се површински уземљивач спаја са свим уземљеним металним деловима који могу да се додирну са места послуживања;

а2) израда места послуживања у облику металне решетке или плоче која је спојена са уземљеним металним деловима који могу да се додирну са места послуживања;

а3) изоловање стајалишта према додатној мери Д1в). Ради изједначавања потенцијала, метални делови који могу истовремено да се додирну са места послуживања морају да буду галвански повезани;

б) полагање површинског уземљивача у облику хоризонталне мреже која покрива површину постројења, а има окца правоугаоног (квадратног) облика са димензијама које нису веће од 10 m x 50 m.

#### Члан 18.

Код постројења називног напона 110 kV и вишег, које је у мрежи са наутралном тачком која је уземљена директно или преко импедансе, мора да се докаже да напони корака ван постројења не прелазе дозвољене вредности према члану 13. овог правилника.

Ако је испуњен најмање један од услова П1 до П4 према члану 16. овог правилника, сматра се да су напони корака у дозвољеним границама.

## Обликовање и извођење уземљивача

#### Члан 19.

Уземљивач се обликује тако да се, у зависности од расположивог простора, распореда опреме и других уређаја који се уземљују, као и од врсте тла, постигну повољне вредности отпорности распрострања уземљења и напона додира и корака.

#### Члан 20.

Ако се уземљивач изводи у облику мреже хоризонтално положених проводника, све уземљене металне масе на подручју уземљивача морају да се налазе унутар спољашњег оквира уземљивачке контуре и да буду удаљене најмање 1 m од овог оквира у хоризонталном правцу.

#### Члан 21.

Хоризонтални уземљивачи полажу се у тло на дубини од 0,5 m до 1 m. Штапни уземљивачи набијају се у земљу вертикално. Њихова примена је оправдана када нижи слојеви тла у које продиру имају специфичну електричну отпорност која је мања од специфичне електричне отпорности вишег слоја. Ако се уземљивач састоји од више штапних уземљивача, они треба да буду међусобно размакнути најмање онолико колико износи њихова двострука дужина.

#### Члан 22.

Уземљивач мора да буде у добром контакту са тлом у које се полаже. Код каменитог или шљунковитог тла у ров за полагање уземљивача насипа се добро проводна земља или неки други добро проводни материјали (на пример: бентонит, црвени муљ и др.), тако да проводник уземљивача лежи у тој земљи или том материјалу.

#### Члан 23.

Уземљивачи морају да буду галвански спојени међусобно и са земљоводима заваривањем, помоћу вијака или помоћу стезаљки. Ако је спајање изведено само једним вијком, тај вијак мора да буде најмање М10. Код ујади се користе компресиони спојеви. Сви подземни спојеви морају да се заштите од продора влаге и корозије, на пример заливањем битуменом преко вијака или стезаљки.

## Извођење земљовода

#### Члан 24.

Металне масе у постројењу повезују се са уземљивачем директно преко проводника уземљивача који се без прекидања изводи

из тла, галвански спаја за металну масу и поново враћа у тло.

#### **Члан 25.**

Земљоводи и делови проводника који се користе као земљоводи према члану 24. овог правилника полажу се тако да буду видљиви, а ако се покривају морају да буду приступачни и заштићени од механичких и хемијских оштећења.

При вођењу кроз таваницу и зидове земљоводи се полажу слободно, без узиђивања.

Дозвољено је полагање земљовода у бетон.

#### **Члан 26.**

Уграђивање у земљовод прекидача, осигурача, растављача и сличних електричних направа којима може да се прекине земљовод без употребе алата није дозвољено.

#### **Члан 27.**

Земљоводи и сабирни земљоводи морају да буду галвански спојени међусобно и са другим металним масама у постројењу заваривањем, помоћу вијака или помоћу стезалки. Ако је спајање изведено само једним вијком, тај вијак мора да буде најмање М10. Код ужади се користе компресиони спојеви. Сви подземни спојеви морају да се заштите од продора влаге и корозије, на пример заливањем битуменом преко вијака или стезалки.

#### **Члан 28.**

Металне масе у постројењу морају да се прикључе на уземљивач непосредно или преко земљовода и сабирног земљовода. Металне масе које су чврсто и галвански спојене са уземљеним конструкцијама темеља или са уземљеним челичним конструкцијама не морају посебно да се уземље.

#### **Члан 29.**

Челичне носеће конструкције могу да се користе за уземљење делова који су причвршћени за њих или уграђени у њих ако су:

- 1) носеће конструкције уземљене у складу са одредбама овог правилника;
- 2) проводни пресеци носећих конструкција у складу са одредбама овог правилника;
- 3) спојна места носећих конструкција галвански спојена заваривањем или помоћу вијака;
- 4) носеће конструкције уземљене и после демонтаже појединих делова конструкције;
- 5) носеће конструкције дуже од 10 m повезане са уземљивачем најмање на два места.

#### **Члан 30.**

Делови носеће конструкције који се користе као сабирни земљовод морају по целој дужини да се означе посебним премазом у боји ако при демонтажи дела конструкције може да дође до прекида сабирног земљовода. За премаз се користи жутозелена боја.

#### **Члан 31.**

Није дозвољено коришћење плашта, арматуре или електричне заштите кабла као земљовода или сабирног земљовода.

#### **Члан 32.**

Земљоводи армиранобетонских носећих конструкција и армиранобетонских стубова морају да се полагају по површини конструкције, односно стуба, тако да могу јасно да се виде, или непосредно у бетон. Земљоводи положени у бетон морају да имају лако приступачне прикључке, заштићене од корозије. Арматура конструкције може да се користи као земљовод ако је по целој дужини заварена на спојевима и ако пресеци проводних делова испуњавају захтеве овог правилника.

### **Извођење заштитног уземљења електричне опреме и металних маса**

#### **Члан 33.**

На уземљивач постројења морају да се вежу сви метални делови опреме и апарата који не припадају струјним колима, као и сви други метални делови који у случају квара могу да дођу под напон, као: ограде и мреже око апарата у постројењу, конструкције противпожарне заштите, цевоводи, котлови, цистерне, арматуре армиранобетонских конструкција и сл.

#### **Члан 34.**

На уземљивач постројења морају да се вежу све металне масе у тлу постројења, метални плаштови, електричне заштите и арматуре каблова, заштитни и неутрални проводници нисконапонске мреже сопствене потрошње, заштитни проводници водова који улазе у постројење, земљоводи громобрана и др.

На уземљивач постројења морају да се вежу и сва радна уземљења, изузев радног уземљења јавних (дистрибутивних) нисконапонских мрежа ако радно уземљење мора да буде одвојено од заштитног уземљења.

#### **Члан 35.**

Покретне металне конструкције, заштитне мреже и плоче, као и мреже и плоче које се скидају морају да се уземље ако нису галвански повезане са уземљеним деловима.

#### **Члан 36.**

Зграде на територији постројења на отвореном морају да имају темељни уземљивач који је на више места повезан са уземљивачем постројења или уземљивач у виду прстена, на удаљењу 1 m од темеља зграде и на дубини од 0,5 m.

#### **Члан 37.**

Метални ручни точкови, полуге и ручице на апаратима не уземљују се посебно ако су у добром електричном споју са уземљеним апаратом или металном конструкцијом. Уземљење је обавезно ако је спој изведен преко вратила, зупчаника или ланца. Као додатна заштита користи се изолација.

#### **Члан 38.**

Прирубнице проводних изолатора које су постављене на плоче од изолационог материјала морају да се уземље. Уземљују се и куке за причвршћење затезних изолатора и подножја потпорних изолатора ако нису у добром електричном споју са уземљеним деловима конструкције. Вијци за причвршћење сматрају се добрим електричним спојевима ако су контактне површине пре спајања необојене. Метални оквири изолационих плоча кроз које се проводе проводници такође се уземљују.

#### **Члан 39.**

Секундарна струјна кола мерних трансформатора морају да се уземље на једној од прикључних стезалки. Ако се секундарна кола више трансформатора међусобно повезују, уземљују се на једном месту. Проводник за уземљење између прикључне стезалке секундарног кола трансформатора и прикљученог вијака за заштитно уземљење мора да буде од бакра, пресека 4 mm<sup>2</sup> или више.

#### **Члан 40.**

Одводници пренапона морају да се уземље што је могуће краћим земљоводом. Као земљовод не може да се користи носећа метална конструкција.

Дозвољена је уградња бројача у земљовод.

#### **Члан 41.**

Уземљење извлачивих прекидача изводи се тако да се при извлачењу прекидача веза са уземљењем прекидача тек пошто су прекинута радна и помоћна струјна кола прекидача. При увлачењу прекидача прво се успоставља веза са уземљењем, а затим се успостављају и везе радних и помоћних струјних кола прекидача.

#### **Члан 42.**

Код оклопљених постројења изолованих гасом мора да се обезбеди међусобна галванска веза металних маса оклопа. Оклоп



мора да буде повезан на више места са уземљивачем постројења, а размак између земљовода не сме да буде већи од 10 m.

#### **Члан 43.**

Метални плаштови енергетских, телекомуникационих, сигналних и командних каблова морају да се уземље на крајевима, а електричне заштите енергетских каблова уземљују се најмање на једном крају. Проводници за уземљење морају да буду топлотно димензионисани као плашт, односно електрична заштита каблова.

#### **Члан 44.**

Уземљење неутралне тачке енергетског трансформатора изводи се преко земљовода који се прикључује на уземљивач на месту укрштања проводника уземљивачке мреже. Код енергетског трансформатора називног напона више од 110 kV овај прикључак се изводи у посебном окну које омогућује визуелну контролу споја.

#### **Члан 45.**

Металне водоводне цеви у постројењу морају да се вежу на уземљивач постројења. Ако је уземљивач постројења изведен у облику мреже са проводницима од бакра, морају да се предузму мере за спречавање електролитичке корозије, на пример увлачењем проводника или водоводне цеви у пластичну цев на месту укрштања.

#### **Члан 46.**

Метални стубови спољашњих ограда направљених од непроводних материјала морају да се уземље везивањем за заједнички уземљивач за обликовање потенцијала, који се полаже дуж ограде са спољашње стране на удаљењу 1 m и на дубини 0,5 m или везивањем за појединачне уземљиваче за обликовање потенцијала, који се изводе око сваког стуба на удаљењу 1 m и на дубини 0,5 m. Заједнички уземљивач може да буде одвојен од система уземљења постројења. Појединачни уземљивачи се не везују за уземљивач постројења.

#### **Члан 47.**

Делови металних спољашњих ограда постројења морају да имају међусобну галванску везу. Ограде се уземљују преко хоризонталних уземљивача или преко појединачних штапних уземљивача који се постављају дуж ограде у размацима од највише 50 m. Штапни уземљивачи морају да буду дугачки најмање 1,5 m. Ограде постројења могу да се уземље и уземљивачем за обликовање потенцијала који се полажу дуж ограде са спољашње стране на удаљењу 1 m и на дубини 0,5 m.

#### **Члан 48.**

Дозвољено је да уземљење металне спољашње ограде буде одвојено од система уземљења постројења, ради смањења напона додиром. Ако се ограда постројења повезује са уземљивачем постројења, то повезивање се изводи дуж ограде у размацима од највише 50 m.

#### **Члан 49.**

Унутрашње металне ограде и метални стубови унутрашњих ограда направљених од непроводног материјала уземљују се везивањем за уземљивач постројења. Ако спољашња ограда постројења није повезана са уземљивачем постројења, унутрашње ограде се галвански не повезују са спољашњом оградом. Сигурно галванско одвајање од спољашње ограде постиже се уградњом делова ограде од непроводног материјала у унутрашње ограде на местима спајања са спољашњом оградом. Уграђени изолациони делови морају да буду дугачки најмање 2 m.

### **Изношење потенцијала из постројења**

#### **Члан 50.**

Колосеци који улазе у постројење морају да се повежу са уземљивачем постројења. Изузетно, колосеци железнице на једносмерну струју морају да се изолују од уземљивача постројења и уземље посебним уземљивачем.

#### **Члан 51.**

Ако је напон уземљивача постројења већи од вредности дозвољеног напона додиром према члану 13. овог правилника, мора да се докаже да напони додиром на местима послуживања дуж пруга на растојању до 200 m од постројења нису већи од дозвољених. Овај услов је испуњен ако је на местима послуживања стајалиште изоловано слојем шљунка или крупно туцаног камена дебљине најмање 10 cm, или слојем асфалта дебљине најмање 1 cm.

#### **Члан 52.**

У колосеке неелектрифициране железнице који улазе у постројења, на више места морају да се уграде изолациони умци, тако да се спречи премашћење раздвојених делова колосека вагонима или другом опремом.

#### **Члан 53.**

Ако је напон уземљивача постројења више од 1,5 пута већи од вредности дозвољеног напона додиром према члану 13. овог правилника, металне водоводне цеви које улазе у постројење морају да се раздвоје од уземљивача постројења уметањем цеви од изолационог материјала. Делови цеви раздвајају се ван постројења, на месту уласка цевовода у постројење. Код цевовода код којих је такво раздвајање неизводљиво због конструкције, пречника и намене, услови безбедности од опасних напона додиром дуж цевовода постижу се уземљењем цевовода на више места дуж трасе, изоловањем цевовода на деловима изложеним додиру или обликовањем потенцијала.

#### **Члан 54.**

Ако је напон уземљивача постројења више од 1,5 пута већи од вредности дозвољеног напона додиром према члану 13. овог правилника, за светилке које се напајају из постројења, а налазе се ван ограде постројења, користе се стубови од изолационих материјала или се предузимају следеће мере:

1) прикључак напојног кабла изводи се преко трансформатора за галванско раздвајање. Напојни кабл мора да има плашт од изолационог материјала. Неутрални проводник напојног кабла мора да се повеже са масом стуба;

2) око стуба са светилкама полаже се уземљивач за обликовање потенцијала на удаљењу 1 m и на дубини од 0,5 m. Уземљивач се повезује са масом стуба.

Одредбе овог члана не примењује се на светилке које се напајају преко јавних (дистрибутивних) нисконапонских мрежа.

#### **Члан 55.**

Ако се при земљоспоју у постројењу на које су везана постројења за непосредно напајање јавних (дистрибутивних) нисконапонских мрежа, преко плаштова, арматура или електричних заштита напојних каблова износе потенцијали који у напајаним постројењима и даље у нисконапонским мрежама и инсталацијама потрошача могу да изазову напоне додиром веће од дозвољених напона додиром према члану 13. овог правилника, морају да се предузму мере за ограничавање напона додиром на дозвољене вредности. Напони додиром мањи су од дозвољених напона додиром ако напони уземљења у постројењима за непосредно напајање јавних (дистрибутивних) нисконапонских мрежа не прелазе двоструку вредност дозвољених напона додиром. У супротном, примењује се једна, или комбинација више следећих мера;

1) смањење напона уземљивача постројења из кога се износи потенцијал (смањење струје земљоспоја, импедансе уземљења постројења, редуccionих фактора водова преко којих се напаја постројење и сл.);

2) предузимање додатних заштитних мера у нисконапонској мрежи и инсталацијама потрошача (изједначавање потенцијала код потрошача и других угрожених објеката нисконапонске мреже, заштитно изоловање и сл.);

3) скраћење времена трајања земљоспоја у постројењу из кога се износи потенцијал, што се постиже одговарајућим избором и подешавањем уређаја релејне заштите;

4) изоловање једног краја електричне заштите кабла који има изоловани плашт.

## Додатне мере заштите секундарних кола

### Члан 56.

У постројењима називног напона вишег од 110 kV морају да се примене додатне мере заштите секундарних струјних кола од електромагнетне индукције.

### Члан 57.

Сви проводници уземљивачке мреже полажу се на исту дубину. Земљоводи морају да буду што је могуће краћи. Ако се апарати уземљују директно преко проводника уземљивачке мреже према члану 24. овог правилника, петља коју овај проводник гради кратко се спаја у равни уземљивача.

### Члан 58.

Каблови секундарних кола полажу се, где год је то могуће, паралелно са проводницима уземљивачке мреже. Ако каблови праве петље, морају да се положе у исту раван са уземљивачком мрежом.

### Члан 59.

Слободне жиле и метални плаштиви каблова секундарних веза морају да се уземље на оба краја.

### Члан 60.

Земљоводи у релејним кућицама морају на више места да се вежу за металне делове конструкције кућишта. На зидове релејне кућице постављају се сабирни земљоводи на висини полагања каблова секундарних кола.

### Члан 61.

Командна табла на коју се везују каблови секундарних кола мора да се веже за уземљивач постројења посебним проводником уземљивача који прати каблове.

## Уземљење стубова и опреме на стубовима

### Члан 62.

Стубови се уземљују сагласно одредбама прописа о техничким нормативима за изградњу надземних електроенергетских водова и према овом правилнику.

### Члан 63.

Заштитни проводници надземних електроенергетских водова морају да се вежу за уземљивач постројења у које улазе.

### Члан 64.

Носеће конструкције растављачи на дрвеним стубовима не морају галвански да се повежу са уземљивачем стуба, у ком случају се у полуге за руковање уграђују изолатори који имају довољну механичку чврстоћу и изолациони ниво који није мањи од нивоа који обезбеђују изолатори фазних проводника вода, при чему део полуге испод изолатора мора галвански да се повеже са уземљивачем стуба.

Уземљивач стуба мора да се изведе независно од теренских услова.

### Члан 65.

Носећа конструкција и полуге растављача на металном или армиранобетонском стубу, као и на дрвеном стубу чији су метални делови међусобно повезани морају да се вежу за уземљивач стуба.

Уземљивач стуба мора да се изведе независно од теренских услова.

### Члан 66.

Метални плаштови, арматуре и електрична заштита завршница енергетских каблова на стубовима морају да се уземље везивањем за уземљивач стуба.

Уземљивач стуба мора да се изведе независно од теренских услова.

### Члан 67.

Конструкција стуба трансформаторског постројења на стубу треба да омогући једноставну и поуздану галванску везу свих металних делова који нису под напоном са уземљивачем стуба, преко сабирног земљовода. На сабирни земљовод прикључују се: кућиште енергетског трансформатора, кућиште кондензатора, уземљење одводника пренапона, уземљење секундарних кола мерних трансформатора и метални делови осталих високонапонских и нисконапонских направа на стубу који нису под напоном.

Као сабирни земљовод може да се користи метална конструкција стуба, односно најмање једна арматурна шипка армиранобетонског стуба пречника најмање 10 mm, која се протеже од врха до дна стуба.

## Покретна трансформаторска постројења

### Члан 68.

Заштитно уземљење покретних трансформаторских постројења мора да испуњава услове предвиђене одредбама овог правилника који се односе на димезионисање уземљења.

### Члан 69.

Покретна трансформаторска постројења на возилима ограђују се тако да се спречи случајни додир делова возила, прикључног стуба и земљовода. Возило мора да има изоловано стајалиште за особље.

### Члан 70.

Уземљење покретног трансформаторског постројења које служи за напајање мреже ниског напона изводи се према одредбама прописа о техничким нормативима за заштиту нисконапонских мрежа и припадајућих трансформаторских станица.

## Повремено уземљивање и кратко спајање

### Члан 71.

Пре извођења радова на воду, вод се искључује, кратко се спаја и уземљује најмање на једном крају.

### Члан 72.

Земљоспојници (растављачи за уземљење) морају да испуњавају услове предвиђене важећим југословенским стандардима.

### Члан 73.

Контакти преносних направа за уземљивање морају да буду димезионисани за трајну струју од најмање 200 А. За уземљивање се користе савитљива бакарна ужад пресека најмање 25 mm<sup>2</sup>. Контакти и ужад димезионису се тако да могу да издрже струју земљоспоја најмање 1 s. Пресеци ужади бирају се према чл. 10. и 11. овог правилника.

### Члан 74.

Уклопна клешта и уклопне мерне мотке не смеју да се уземље, а када су ван употребе, морају да буду заштићене од влаге.

## Уземљење громобранске инсталације постројења

### Члан 75.

Громобранска инсталација постројења галвански се повезује са уземљивачем постројења што је могуће краћим земљоводима. Земљоводи који су постављени ван ограде постројења морају да се заштите од додира.

## III. МЕРЕЊА, КОНТРОЛЕ И ПРЕГЛЕДИ СИСТЕМА УЗЕМЉЕЊА

## Подела објеката и врсте мерења, контроле и прегледа система уземљења

### Члан 76.

Према карактеристикама, уземљени објекти се разврставају у следеће групе:

- 1) ОБ1 - постројења чији највиши називни напон износи 110 kV и више, а која се разврставају у следеће групе:
  - а) ОБ1.1 - постројења чији је уземљивач израђен од поцинкованог челика;
  - б) ОБ1.2 - постројења чији је уземљивач израђен од бакарних проводника или проводника од других метала пресвучених бакром;
  - в) ОБ1.3 - постројења која се налазе у згради са темељним уземљивачем, а из постројења полазе најмање два кабла који делују као уземљивачи и чија је укупна отпорност распрострањања најмање два пута мања од отпорности распрострањања уземљивача постројења;
- 2) ОБ2 - постројења чији је највиши називни напон нижи од 110 kV, осим постројења која непосредно нападају јавну (дистрибутивну) нисконапонску мрежу, а која се разврставају у следеће групе:
  - а) ОБ2.1 - постројења чији је уземљивач израђен од поцинкованог челика;
  - б) ОБ2.2 - постројења чији је уземљивач израђен од бакарних проводника или проводника од других метала пресвучених бакром;
  - в) ОБ2.3 - постројења која се налазе у згради са темељним уземљивачем, а из постројења полазе најмање два кабла који делују као уземљивачи и чија је укупна отпорност распрострањања најмање два пута мања од отпорности распрострањања уземљивача постројења;
- 3) ОБ3 - постројења која непосредно нападају јавне (дистрибутивне) нисконапонске мреже;
- 4) ОБ4 - технолошки комплекс (електране, железаре, индустријски комбинати и сл.), који обухвата више електроенергетских постројења и има мрежу каблова и других металних инсталација у тлу које су повезане међусобно и са темељним уземљивачима зграда или арматуром темеља зграде. Комплекс је ограђен и покрива површину од најмање 160 000 m<sup>2</sup>;
- 5) ОБ5 - подстанции електричне вуче.

### Мерења, контроле и прегледи система уземљења

#### Члан 77.

У табели 6 дате су врсте обавезних мерења, контроле и прегледа који се врше код различитих уземљених објеката.

Ако је уземљивач постројења изведен делом од поцинкованог челика, а делом од бакра, примењују се врсте мерења, контроле и прегледа предвиђене за уземљиваче од поцинкованог челика.

**Табела 6: Обавезна мерења, контроле и прегледи**

При пројектовању		Пре пуштања у погон или после радова на систему уземљења					У току експлоатације објекта					
Објекат	ρ	Vp	Kgp	Zu	Ud	Uk	Vp	Kgp	Zu	Ud	Uk	T (год.)
ОБ1.1	+	+	+	+	+1)	+2)	+	+	+	+1)	+2)	5
ОБ1.2	+	+	+	+	+1)	+2)	+	+	+	+1)	+2)	10
ОБ1.3	+	+	+	+	+1)	+2)	+	+	+	-	-	5
ОБ2.1	-	+	-	+	+1)	-	+	-	+	+1)	-	5
ОБ2.2	-	+	-	+	+1)	-	+	-	+	+1)	-	10
ОБ2.3	-	+	-	+	+1)	-	+	-	+	-	-	5
ОБ3	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	10
ОБ4	-	+	+	+	+1)	-	+	+	+	-	-	5
ОБ5	+	+	+	+	+1)	+2)	+	+	+	+	+2)	2

Ознаке у табели 6 имају следећа значења:

+ обавезно;

- није обавезно;

+1) обавезно само у случајевима предвиђеним табелом 5;

+2) обавезно само у случајевима предвиђеним чланом 18. овог правилника;

ρ специфична електрична отпорност тла;

Vp визуелни преглед;

Kgp контрола галванске повезаности опреме и металних маса постројења;

Zu импеданса система уземљења;

Ud напон додира;

Uk напон корака;

T периодичност мерења, контроле и прегледа.

#### Члан 78.

Квалитет спојева и стања заштите од корозије система уземљења оцењује се визуелним прегледом (Vp), који обухвата:

- 1) преглед спојева земљовода са кућиштима уземљених уређаја;
- 2) преглед веза за међусобно повезивање металних конструкција;
- 3) преглед веза и спојева за изједначавање потенцијала;
- 4) преглед веза за уземљење неутралне тачке енергетског трансформатора;
- 5) преглед свих осталих видљивих делова система уземљења.

#### Члан 79.

За мерење специфичне електричне отпорности тла (ρ) примењује се метода са четири сонде или метода са побијањем пробног

штапа, зависно од теренских услова и димензија уземљивача.

#### Члан 80.

Отпорност распростирања уземљивача ( $R_u$ ) мери се наизменичном струјом чија учесталост није мања од 16 2/3 Hz нити већа од 150 Hz. Код уземљивача који покривају површину која није већа од 100 m<sup>2</sup> користе се компензационе (мосне) методе или методе са мерењем струје и напона. Код осталих уземљивача користи се само метода са мерењем струје и напона.

Импеданса система уземљења ( $Z_{uz}$ ) за постројења чији највиши називни напон износи 110 kV и више мери се наизменичном струјом 50 Hz помоћу методе са мерењем струје и напона.

#### Члан 81.

Контрола галванске повезаности ( $K_{gp}$ ) делова опреме и металних маса постројења са уземљивачем и међусобно врши се пропуштањем испитне струје јачине најмање 15 A, без одвајања на спојним местима.

#### Члан 82.

Мерна шема за методу са мерењем струје и напона приказана је на слици 3. Заштитни проводници надземних водова, метални плаштиви и електрична заштита каблова не смеју при мерењу да се раздвајају од система уземљења. Прикључењем извора неизменичног напона 50 Hz између уземљивача објекта и помоћног уземљивача успоставља се мерна струја  $I_m$ . Напон на уземљивачу по успостављању мерне струје одређује се мерењем расподеле потенцијала по површини тла на правцу који се бира тако да се избегне утицај магнетног поља од успостављеног струјног кола. Импеданса уземљења једнака је:

$$Z_u = \frac{U_m}{r \cdot I_m}$$

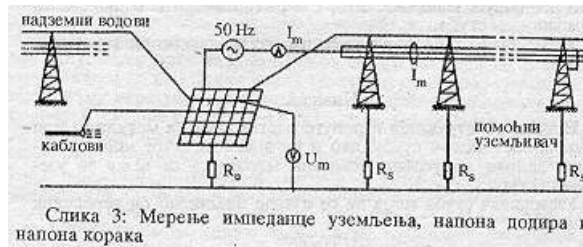
где су:

$U_m$  - измерени напон уземљивача;

$I_m$  - успостављена мерна струја;

$r$  - редукциони фактор вода који се користи при мерењу.

Мерна струја мора да буде довољно велика да би се одстранио утицај сметњи на измерене напоне. За отклањање утицаја лутајућих струја користи се метода промене поларитета, или нека друга метода, у зависности од опреме која се користи и других услова.



Слика 3: Мерење импеданце уземљења, напона додира и напона корака.

#### Члан 83.

Напон додира ( $U_d$ ) мери се између уземљених металних маса и могућих стајалишта на тлу која су на растојању 1 m од уземљених маса. Напон додира мери се директно применом одговарајуће опреме која укључује отпорност човековог тела од 1000 W и површину контакта стопала и тла од 200 cm<sup>2</sup> за свако стопало. Електроде преко којих се остварује контакт са тлом на стајалишту треба да се оптерете силом од 500 N.

Напон додира може да се одреди и прорачуном на основу измерене потенцијалне разлике додира, применом израза из члана 3. тачка 29. овог правилника.

#### Члан 84.

Напон корака ( $U_k$ ) мери се на површини тла између могућих стајалишта на тлу која су на растојању 1 m. Напон корака мери се директно применом одговарајуће опреме која укључује отпорност човековог тела од 1000 W и површину контакта стопала и тла од 200 cm<sup>2</sup> за свако стопало. Електроде преко којих се остварује контакт са тлом на стајалишту треба да се оптерете силом од 500 N.

Напон корака може да се одреди и прорачуном на основу измерене потенцијалне разлике корака, применом израза из члана 3. тачка 31. овог правилника.

#### Члан 85.

Извршилац радова на мерењу и контроли на уземљењу подноси извештај који садржи:

- 1) датум мерења;
- 2) температуру и влажност тла;
- 3) опис методе мерења;
- 4) попис мерне опреме;
- 5) нацрт уземљења, мерну шему и просторни распоред мерне опреме;
- 6) резултат мерења и прорачуна;
- 7) дозвољене вредности мерених величина;
- 8) оцену уземљења;
- 9) запажања;
- 10) назив фирме и имена лица која су вршили мерење.

## IV. ПРЕЛАЗНЕ И ЗАВРШНЕ ОДРЕДБЕ

#### Члан 86.

Даном ступања на снагу овог правилника престају да важе члан 2. тач. 14. до 40. и чл. 66. до 158. Правилника о техничким нормативима за електроенергетска постројења називног напона изнад 1000 V ("Службени лист СФРЈ", бр. 4/74).

#### Члан 87.

Овај правилник ступа на снагу осмог дана од дана објављивања у "Службеном листу СРЈ".