

"Službeni list SFRJ", br. 65/88,
"Službeni list SRJ", br. 18/92

Na osnovu člana 30. st. 1, 4. i 5. Zakona o standardizaciji ("Službeni list SFRJ", br. 38/77 i 11/80), u saglasnosti sa predsednikom Saveznog komiteta za energetiku i industriju, predsednikom Saveznog komiteta za rad, zdravstvo i socijalnu zaštitu i saveznim sekretarom za unutrašnje poslove,

direktor Saveznog zavoda za standardizaciju propisuje

P R A V I L N I K

O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA IZGRADNJU NADZEMNIH ELEKTROENERGETSKIH VODOVA NAZIVNOG NAPONA OD 1 KV DO 400 KV

I. OPŠTE ODREDBE

Član 1.

Ovim pravilnikom propisuju se tehnički normativi za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova (u daljem tekstu: vodovi) koji služe za prenos i razvod električne energije, nazivnog napona od 1 kV do uključivo 400 kV.

Odredbe ovog pravilnika ne primenjuju se na kontaktne vodove za električnu vuču i na nadzemne kablovske vodove.

Član 2.

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

- 1) nadzemni elektroenergetski vod je skup svih delova koji služe za nadzemno vođenje provodnika koji prenose i razvode električnu energiju, kojim su obuhvaćeni: provodnici, zaštitna užad, zemljovodi, uzemljivači, izolatori, nosači, konzole, stubovi i temelji;
- 2) niskonaponski vod je vod čiji nazivni napon ne prelazi 1000 V;
- 3) visokonaponski vod je vod čiji nazivni napon prelazi 1000 V;
- 4) nazivni napon je napon prema kome je vod dimenzionisan, građen i nazvan;
- 5) maksimalni pogonski napon je vrednost napona između faznih provodnika koja u normalnom pogonu ne sme biti prekoračena;
- 6) provodnici su metalne žice ili užad koja služe za provođenje struje;
- 7) zaštitno uže je uzemljeno uže koje služi za zaštitu voda od atmosferskih i pogonskih prenapona;
- 8) sigurnosno uže je uzemljeno uže koje služi za zaštitu od dodira sa drugim vodom;
- 9) stvarni presek žice je geometrijski presek žice, a stvarni presek užeta je zbir geometrijskih preseka svih žica u užetu, bez obzira na to da li su žice od istog materijala ili od različitih materijala;
- 10) zatezna čvrstoća žice je najmanje naprezanje pri kome dolazi do prekida žice. Vrednosti zatezne čvrstoće su u skladu sa vrednostima zatezne čvrstoće pre pouzavanja i navedene su u odgovarajućim jugoslovenskim standardima;
- 11) sila kidanja je 95% od računске sile kidanja za jednometalno uže, a 90% od računске sile kidanja za dvometalno uže. Računska sila kidanja utvrđena je u propisima o jugoslovenskim standardima za metalnu užad, a prekidna čvrstoća izračunava se iz tako definisane sile kidanja i preseka užeta;

- 12) maksimalno radno naprezanje provodnika, odnosno zaštitnog užeta je odabrana računska vrednost koju horizontalna komponenta zatezne čvrstoće postiže na temperaturi od -5 °C pri normalnom dodatnom opterećenju, ili na temperaturi od -20 °C bez dodatnog opterećenja;
- 13) normalno dozvoljeno naprezanje provodnika, odnosno zaštitnog užeta je naprezanje koje se ne sme prekoračiti pod normalnim uslovima, tj. na temperaturi od -5 °C pri normalnom dodatnom opterećenju i na temperaturi od -20 °C bez tog opterećenja i odnosi se na horizontalnu komponentu naprezanja;
- 14) izuzetno dozvoljeno naprezanje provodnika, odnosno zaštitnog užeta je naprezanje koje se ne sme prekoračiti pod izuzetnim uslovima, tj. na temperaturi od -5 °C pri izuzetnom dodatnom opterećenju i odnosi se na naprezanje u tački učvršćenja;
- 15) sila naprezanja provodnika, odnosno zaštitnog užeta je proizvod stvarnog preseka i maksimalnog radnog naprezanja;
- 16) dodatno opterećenje je opterećenje provodnika, odnosno zaštitnog užeta odinja, leda ili snega, a deluje vertikalno naniže i dodaje se težini provodnika, odnosno zaštitnog užeta;
- 17) težina provodnika, odnosno zaštitnog užeta (sa dodatnim opterećenjem ili bez njega) koja opterećuje tačku učvršćenja je proizvod jedinične težine provodnika, odnosno zaštitnog užeta po metru (sa dodatnim opterećenjem ili bez njega) i gravitacionog raspona izraženog u metrima;
- 18) gravitacioni raspon je udaljenost od najniže tačke lančanice s jedne strane stuba do najniže tačke lančanice s druge strane stuba;
- 19) ugib provodnika, odnosno zaštitnog užeta je vertikalni razmak od prave koja spaja tačke učvršćenja do provodnika, odnosno zaštitnog užeta, meren na sredini raspona;
- 20) raspon je horizontalni razmak između dva susedna stuba;
- 21) zatezno polje je deo voda koji se nalazi između dva susedna zatezna stuba;
- 22) raspon ukrštanja je raspon u kome vod prelazi preko nekog objekta navedenog u glavi VIII ovog pravilnika;
- 23) susedni raspon je raspon koji se nalazi neposredno do raspona ukrštanja;
- 24) polje ukrštanja je zatezno polje u kome vod prelazi preko nekog objekta navedenog u glavi VIII ovog pravilnika;
- 25) susedno polje je zatezno polje koje se nalazi neposredno do polja ukrštanja;
- 26) pojačana mehanička sigurnost je pojačana sigurnost voda postignuta izolacijom koja je u mehaničkom pogledu jače dimenzionisana;
- 27) pojačana električna sigurnost je pojačana sigurnost voda postignuta izolacijom koja je u električnom pogledu jače dimenzionisana;
- 28) sigurnosni razmak je najmanji dozvoljeni razmak između delova pod naponom, odnosno između dela pod naponom i uzemljenog dela voda, za odgovarajući nazivni napon;
- 29) sigurnosna visina je najmanja dozvoljena vertikalna udaljenost provodnika, odnosno delova pod naponom od zemlje ili nekog objekta pri temperaturi + 40 °C, odnosno pri temperaturi - 5 °C sa normalnim dodatnim opterećenjem bez vetra;
- 30) sigurnosna udaljenost je najmanja dozvoljena udaljenost provodnika, odnosno delova pod naponom od zemlje ili nekog objekta u bilo kom pravcu pri temperaturi + 40 °C i opterećenju vetrom od nule do punog iznosa;
- 31) stub je bilo koja konstrukcija koja nosi izolatore, provodnike i zaštitnu užad (npr. stub, zidna konzola, nosač i sl.);
- 32) noseći (linijski) stub je stub koji nosi provodnike i zaštitnu užad;
- 33) zatezni stub je stub koji služi za zatezanje provodnika i zaštitne užadi;
- 34) normalni slučaj opterećenja stuba je slučaj koji nastaje kad su svi delovi voda neoštećeni;
- 35) vanredni slučaj opterećenja voda je slučaj koji nastaje kad se jedan provodnik ili jedno zaštitno uže s jedne strane stuba prekine;

- 36) uzemljenje je električno provodno spajanje pojedinih delova voda sa zemljom;
- 37) otpornost uzemljenja je zbir otpornosti rasprostiranja uzemljivača i otpornosti zemljovoda;
- 38) otpornost rasprostiranja uzemljivača je otpornost zemlje između uzemljivača i referentne zemlje;
- 39) referentna zemlja je područje zemljišta koje je od pripadajućeg uzemljivača udaljeno toliko da se između ma kojih tačaka tog područja ne pojavljuju znatnije razlike potencijala;
- 40) izolacija voda je izolacija koja se sastoji od vazdušnih razmaka i izolatora u dodiru sa vazduhom koji su podvrgnuti dielektričnom naprezanju, atmosferskim i drugim uticajima (vlaga, prašina, nečistoća itd.);
- 41) izolator je deo montažnog sklopa koji služi za električno izolovanje i mehaničko spajanje provodnika sa nosećom konstrukcijom;
- 42) izolatorski lanac je montažni sklop jednog ili više izolatora i opreme za nošenje, koji služi za električno izolovanje i mehaničko spajanje provodnika sa nosećom konstrukcijom.

II. USLOVI PRORAČUNA

1. Temperatura

Član 3.

Provodnici i zaštitna užad proračunavaju se za sledeće uslove:

- 1) minimalna temperatura.....- 20 °C
- 2) maksimalna temperatura..... + 40 °C
- 3) temperatura pri kojoj postoji dodatno opterećenje na vodu.....- 5 °C

2. Dodatno opterećenje

Član 4.

Pri proračunavanju provodnika i zaštitne užadi uzima se da se na njima stvara dodatno opterećenje od inja, leda ili mokrog snega (u daljem tekstu: dodatno opterećenje).

Smatra se da dodatno opterećenje dejstvuje vertikalno naniže i ono se dodaje težini provodnika, odnosno zaštitnog užeta.

Član 5.

Za normalno dodatno opterećenje g uzima se najveće dodatno opterećenje koje se na odnosnom mestu pojavljuje prosečno svakih pet godina, ali u svakom slučaju ne manje od

$$g = 0,18 \sqrt{d} \text{ [daN/m]}$$

gde je d - prečnik provodnika, odnosno zaštitnog užeta, u milimetrima.

Za procenu dodatnog opterećenja koje se uzima pri proračunu voda koriste se podaci koji se dobijaju od hidrometeorološke službe i izmerene vrednosti na postojećim nadzemnim elektroenergetskim vodovima i telekomunikacionim vodovima duž projektovane trase. Po pravilu, računa se sa sledećim vrednostima za normalno dodatno opterećenje:

- 1,0 · g
- 1,6 · g
- 2,5 · g
- 4,0 · g

Izuzetno od odredbe stava 2. ovog člana, mogu se uzeti i vrednosti različite od navedenih, ali ne manje od 1,0 g .

Član 6.

Za izuzetno dodatno opterećenje uzima se najveće dodatno opterećenje koje se na odnosnom mestu pojavljuje prosečno svakih 20 godina, ali ne manje od dvostrukog normalnog dodatnog opterećenja iz člana 5. ovog pravilnika.

Član 7.

Ako je na vodu ili delu njegove trase rezultanta sila pritiska vetra i težine provodnika, odnosno zaštitnog užeta bez dodatnog opterećenja veća od težine provodnika, odnosno zaštitnog užeta sa izuzetnim dodatnim opterećenjem, kao izuzetno dodatno opterećenje uzima se veća vrednost.

3. Vetar**Član 8.**

Opterećenje od vetra je proizvod površine objekta, pritiska vetra, koeficijenta dejstva vetra i sinusa napadnog ugla. Pri tom se uzima vodoravni pravac vetra, a opterećenje od vetra upravno na napadnutu površinu.

Član 9.

Pri izračunavanju opterećenja od vetra, za površinu objekta uzima se stvarna površina, bez dodatnog opterećenja, napadnuta vetrom, a za cilindrične objekte uzima se projekcija te površine. Za rešetkaste stubove uzimaju se samo površine okrenute prema vetru.

Član 10.

Pritisak vetra p izračunava se prema sledećem obrascu:

$$p = \frac{v^2}{16} \text{ [daN/mm}^2\text{]}$$

gde je v = maksimalna brzina vetra [m/s] koja se na istom potezu trase pojavljuje prosečno svakih pet godina, a za vodove napona 400 kV - i u dužem periodu. Brzina vetra određuje se na osnovu merenja, primenom statističke obrade mernih podataka. U nedostatku dovoljnog broja mernih podataka, brzina vetra se procenjuje korišćenjem raspoloživih podataka.

Pritisak vetra iz stava 1. ovog člana primenjuje se za osnovnu visinsku zonu od 0 do 40 m nad zemljom i ne sme biti manji od 50 daN/m^2 . Dobijene računске vrednosti za p povećavaju se do prve veće vrednosti iz sledećeg niza:

$$60, 75, 90, 110, 130 \text{ daN/m}^2$$

Na delovima koji se nalaze u zoni između 40 m i 80 m nad zemljom uzimaju se povećane vrednosti pritiska vetra, prema tabeli 1.

Tabela 1

Visinska zona voda	Pritisak vetra, daN/m^2				
Vodovi sa ukupnom visinom do 15 m nad zemljom	50	60	75	90	110
Osnovna visinska zona od 0 do 40 m nad zemljom	60	75	90	110	130
Delovi voda u zoni između 40 m i 80 m nad zemljom	75	90	110	130	150

Za pritisak vetra na provodnike, odnosno zaštitnu užad merodavna je visina njihove tačke učvršćenja u stezaljci na odnosnom stubu. Vrednosti iz tabele 1 mogu se povećati zavisno od uslova terena.

Član 11.

Pri određivanju koeficijenta dejstva vetra uzima se u obzir dejstvo vetra na pritisak i usisavanje, dejstvo vetra na zadnju stranu rešetkaste konstrukcije, kao i smanjenje dejstva vetra na provodnike i zaštitnu užad zbog toga što se maksimalni pritisak nikad ne javlja istovremeno duž celog raspona.

Koeficijenti dejstva vetra za pojedine delove voda su:

- 1) za stubove četvorougaoanog preseka.....1,4
- 2) za stubove šestougaoanog ili osmougaoanog preseka.....1,0
- 3) za stubove kružnog preseka.....0,7
- 4) za dvostruke stubove četvorougaoanog preseka, za vetar u pravcu ravni koja prolazi kroz obe ose stubova (ako je razmak osa manji od dvostruke strane preseka).....2,0
- 5) za dvostruke stubove kružnog preseka, za vetar u pravcu ravni koja prolazi kroz ose stubova (ako je razmak osa manji od dvostrukog prečnika).....1,0
- 6) za rešetkaste stubove od profilisanog čelika u ravni.....1,4
- 7) za rešetkaste stubove od cevi u ravni..... 1,1
- 8) za četvorougaoane rešetkaste stubove od profilisanog čelika.....2,6
- 9) za četvorougaoane rešetkaste stubove od cevi.....2,0
- 10) za trougaone rešetkaste stubove od profilisanog čelika.....2,8
- 11) za provodnike i zaštitnu užad.....1,0

III. PROVODNICI I ZAŠTITNA UŽAD**1. Izrada****Član 12.**

Za izradu žica i užadi upotrebljavaju se: aluminijum, aluminijumske legure, bakar i čelik. Aluminijum i bakar moraju biti tvrdo vučeni. Čelik mora biti trajno i pouzdano zaštićen od korozije (npr. pocinkovanjem vrućim postupkom).

Član 13.

Ako se upotrebe kombinacije metala iz člana 12. ovog pravilnika, njihovih legura ili drugih materijala, žice i užad moraju biti dovoljno žilavi i postojani prema atmosferskim uticajima.

Član 14.

Za vodove koji se grade prema odredbama ovog pravilnika može se upotrebljavati samo gola užad.

2. Najmanji dozvoljeni preseci**Član 15.**

Najmanji dozvoljeni preseci užadi su:

- 1) od aluminijuma i njegovih legura.....25 mm²
- 2) od al-čelika16 mm²
- 3) od čelika.....16 mm²
- 4) od bakra.....10 mm²

Užad od drugih materijala mora imati takav presek da sila kidanja bude najmanje 380 daN.

Član 16.

Presek užadi mora biti dovoljno veliki da ukupna temperatura užadi usled zagrevanja strujom ne bude viša od + 80 °C, pri čemu se računa sa temperaturom okoline od + 40 °C.

Član 17.

Zaštitno uže mora biti takvih dimenzija da pri jednopolnim kratkim spojevima ne bude termički preopterećeno.

3. Naprezanje

Član 18.

Maksimalno radno naprezanje, tj. odabrana računaska vrednost koju horizontalna komponenta naprezanja na zatezanje postiže pri temperaturi od - 5 °C sa normalnim dodatnim opterećenjem prema članu 5. ovog pravilnika, ili pri temperaturi od - 20 °C bez dodatnog opterećenja, ne sme prelaziti vrednost normalnog dozvoljenog naprezanja.

Član 19.

Naprezanje na zatezanje u tački učvršćenja provodnika pri temperaturi od - 5 °C sa izuzetnim dodatnim opterećenjem prema članu 6. ovog pravilnika ne sme biti veće od vrednosti izuzetnog dozvoljenog naprezanja.

Član 20.

Normalna i izuzetno dozvoljena naprezanja koja se odnose na računski presek užadi za razne materijale ne smeju biti veća od vrednosti datih u tabeli 2.

Tabela 2

Materijal	Odnos preseka, za užad od dva materijala, približno	Dozvoljeno naprezanje daN/mm ²	
		normalno	izuzetno
Al - čelična užad	Al/Č = 0,86	27,5	52
	Al/Č = 0,95	27,5	51,5
	Al/Č = 1,4	24,0	45
	Al/Č = 1,7	22,0	41
	Al/Č = 4,3	14,5	27
	Al/Č = 4,4	14,0	26
	Al/Č = 6	13,0	24,5
	Al/Č = 7,7	11,0	21
	Al/Č = 11,3	10	18,5
	Al/Č = 14,5	9	16,5
	Al/Č = 23,1	8	15
AlMgSiE - čelična užad	AlMgSiE/Č = 0,86	30	56
	AlMgSiE/Č = 0,95	29,5	55
	AlMgSiE/Č = 1,4	26,5	48,5
	AlMgSiE/Č = 1,7	24,5	46,5

	AlMgSiE/Č = 4,3	18	34,5
	AlMgSiE/Č = 4,4	18	34,5
	AlMgSiE/Č = 6	16,5	31
	AlMgSiE/Č = 7,7	15,5	29,5
	AlMgSiE/Č = 11,3	14,5	27
	AlMgSiE/Č = 14,5	14	26
	AlMgSiE/Č = 23,1	13	24,5
AlMgIE - čelična užad	AlMgIE/Č = 0,86	29	55
	AlMgIE/Č = 0,95	29	55
	AlMgIE/Č = 1,4	25,5	48
	AlMgIE/Č = 1,7	22,5	42
	AlMgIE/Č = 4,3	17,5	32
	AlMgIE/Č = 4,4	16,5	30,5
	AlMgIE/Č = 6	14,5	27
	AlMgIE/Č = 7,7	14,5	27
	AlMgIE/Č = 11,3	12,8	24
	AlMgIE/Č = 14,5	11,7	22
	AlMgIE/Č = 23,1	11,6	21,8
	Aluminijumska užad	6	11
	AlMgSiE - užad	10,5	20
AlMgIE - užad	9	17	
ČEAL - užad	45	84	
Čelična užad			
Čelik I	14,5	26,5	
Čelik II	26	49	
Čelik III	49,5	93	
Čelik IV	59,5	111	
Bakarna užad	16	30	
Bronzana užad			
Bz I	19,5	36,5	
Bz II	23	43,5	
Bz III	26,5	49,5	

Za materijale koji nisu navedeni u tabeli 2 uzima se:

- kao normalno dozvoljeno naprezanje: 40% od računске sile kidanja;
- kao izuzetno dozvoljeno naprezanje: 75% od računске sile kidanja.

Član 21.

Opasnost od zamora materijala zbog vibracija sprečava se odgovarajućim merama (npr. postavljanjem prigušivača ili smanjenjem naprezanja).

Član 22.

Pri proračunavanju naprezanja, za fizička svojstva materijala koriste se vrednosti navedene u tabeli 3.

Tabela 3

Materijal	Odnos preseka, za užad od dva materijala		Broj žica u užetu	Gustina $10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$	Toplotni koeficijent linearnog širenja $10^{-6}/^\circ\text{C}$	Modul elastičnosti daN/mm^2
	Al/Č =	Al Č				
Al-čelična užad	0,86	78	91	5,45	13,7	13400
	0,95	18	19	5,33	13,3	13000
	1,4	14	7	4,91	15,0	11000
		14	19			
	1,7	12	7	4,66	15,3	10700
	4,3	30	7	3,75	17,8	8200

	4,4	30	19	3,64	18,0	8000
		6	1		19,2	8100
		26	3		18,8	7700
	6	26	4	3,50	18,8	7700
		26	5		18,7	7700
		26	7		18,9	7700
		24	7		19,6	7400
	7,7	54	7	3,36	19,4	7000
		54	19		19,4	6800
	11,3	48	7	3,20	20,5	6200
	14,5	45	7	3,09	20,9	6100
	23,1	72	7	2,98	21,7	6000
	AIMgSiE/Č	AIMgSiE	Č			
AlMgSiE-čelična užad	0,86	78	91	5,45	13,7	13400
	0,95	18	19	5,33	13,3	13000
		14	7			
	1,4	14	7	4,91	15,0	11000
	1,7	12	7	4,66	15,3	10700
	4,3	30	7	3,75	17,8	8200
	4,4	30	19	3,64	18,0	8000
		6	1		19,2	8100
		26	3		18,8	7700
	6	26	4	3,50	18,8	7700
		26	5		18,7	7000
		26	7		18,9	7700
		24	7		19,6	7400
		54	7	3,36	19,3	7000
		54	19		19,4	6800
	11,3	48	7	3,20	20,5	6200
	14,5	45	7	3,09	20,9	6100
	23,1	72	7	2,98	21,7	6000
	AlMgIE/Č	AlMgIE	Č			
AlMgIE-čelična užad	0,86	78	91	5,45	13,7	13400
	0,95	18	19	5,33	13,3	13000
		14	7		16,0	
	1,4	14	19	4,91	15,0	11000
	1,7	12	7	4,66	15,3	10700
	4,3	30	7	3,75	17,8	8200
	4,4	30	19	3,64	18,0	8000
		6	1		19,2	8100
		26	3		18,8	7700
	6	26	4	3,50	18,8	7700
		26	5		18,7	7000
		26	7		18,9	7700
		24	7		19,6	7400
	7,7	54	7	3,36	19,3	7000
		54	19		19,4	6800
	11,3	48	7	3,20	20,5	6200
	14,5	45	7	3,09	20,9	6100
	23,1	72	7	2,98	21,7	6000
Aluminijumska užad		7				6000
	-	19		2,7	23	5700
		37				5700
		61				5500
AlMgSiE-užad i AlMgIE-užad		7				6000
	-	19		2,7	23	5700
		37				5700
		61				5500
ČEAL-užad		7				16000
	-	19		6,87	13	15700
		37				15700
		61				15500
Čelična	-	7		7,8	11	18000

užad	12				17500
	19				17500
	37				17500
	61				17500
Bakarna	7				11300
užad	19				10500
	37	8,9	17		10500
	61				10500

Član 23.

Pri proračunavanju naprežanja provodnika na visećim izolatorima u strmim i neravnomernim rasponima mora se uzeti u obzir otklon izolatora u smeru trase voda (proračunavanje pomoću "idealnog raspona").

4. Nastavljanje provodnika i zaštitne užadi

Član 24.

Za nastavljanje provodnika, odnosno zaštitne užadi upotrebljavaju se, po pravilu, spojnice odnosno stezaljke od istog materijala od kog su i provodnici. Spojnice, odnosno stezaljke od čelika moraju biti pocinkovane vrućim postupkom ili izrađene od nerđajućeg čelika.

Član 25.

Za vodove u istom rasponu dozvoljen je najviše jedan nastavak po provodniku, odnosno po zaštitnom užetu.

Član 26.

Provodnici, odnosno zaštitna užad različitih preseka ili od različitih materijala smeju se nastavljati samo na mestima na kojima su mehanički rasterećeni. Upotrebljene stezaljke moraju biti takve konstrukcije da se pouzdano sprečava elektrolitsko razaranje.

Član 27.

Nastavci provodnika, odnosno zaštitne užadi u rasponu moraju izdržati najmanje 90% sile kidanja provodnika, odnosno zaštitnog užeta, pri čemu je dozvoljeno upotrebiti i više od jedne spojnice.

Spojnice koje su takve konstrukcije da se njima postiže pouzdan provodan spoj i da imaju najmanje 100% sile kidanja provodnika, odnosno zaštitne užadi (npr. kompresione spojnice) ne smatraju se nastavcima.

IV. RASPORED PROVODNIKA I ZAŠTITNE UŽADI

1. Sigurnosni razmaci

Član 28.

Udaljenost između delova pod naponom, kao i udaljenost od delova pod naponom do uzemljenih delova i do delova stuba, uzimajući u obzir dejstvo vetra ili dodatnog opterećenja, mora biti najmanje jednaka sigurnosnom razmaku.

Član 29.

Sigurnosni razmaci (cm) moraju odgovarati sledećim vrednostima:

Vrsta naponskog naprežanja izolacije	Nazivni napon UN (kV)					
	do 10	20	35	110	220	400
1) Atmosferski prenaponi	12	22	32	90	175	280
2) Sklopni i dugotrajni prenaponi	10	20	25	80	155	270

3) Naponi industrijske frekvencije (normalni i pogonski uslovi)	—	7	10	30	55	90
---	---	---	----	----	----	----

Sigurnosni razmaci računaju se za sledeće slučajeve:

- 1) pri neotklonjenom izolatorskom lancu
- 2) za $P = 0,15 \cdot P_{max}$
- 3) za $P = P_{max}$

gde je P_{max} - maksimalni pritisak vetra, prema članu 10. ovog pravilnika.

Član 30.

Smatra se da je zahtev iz člana 29. ovog pravilnika u pogledu udaljenosti između provodnika, odnosno između provodnika i zaštitne užadi u sredini raspona ispunjen ako udaljenost D u sredini raspona u uslovima bez vetra na temperaturi $+ 40$ °C iznosi najmanje:

$$D = k \sqrt{f+1} \text{ sigurnosni razmak određen za sklopne i dugotrajne prenapone (cm)}$$

gde je:

- f - ugib provodnika, odnosno zaštitnog užeta na temperaturi $+ 40$ °C, u cm, bez obzira na usvojenu maksimalnu temperaturu provodnika;
- l - dužina izolatorskog lanca od tačke učvršćenja do provodnika, u cm, za sva učvršćenja (ili delove učvršćenja) koja se ne otklanjaju u smeru upravnom na pravac voda, kao i potporne izolatore, zatezne izolatorske lance i zaštitnu užad $l = 0$;
- k - koeficijent čija vrednost zavisi od rasporeda dva posmatrana provodnika, odnosno provodnika i zaštitnog užeta, a određuje se prema obrascima iz čl. 31. do 33. ovog pravilnika, u kojima je α ugao otklona provodnika, odnosno zaštitnog užeta od punog pritiska vetra, računatog prema čl. 10. i 11. ovog pravilnika, na uže, bez leda, izražen u stepenima.

Pri proračunavanju udaljenosti između dva različita provodnika, odnosno između provodnika i zaštitnog užeta koje nije izvedeno isto kao i provodnik, za svaki provodnik, odnosno i za provodnik i za zaštitno uže udaljenost D izračunava se prema obrascu iz stava 1. ovog člana, a odabira se veća vrednost za D .

Pri prelasku sa jednog rasporeda provodnika na drugi raspored proveravaju se rastojanja na najkritičnijem mestu, s tim da se u obrazac uvrsti vrednost ugiba na tom mestu.

Član 31.

Pri horizontalnom rasporedu uzima se da je:

$$k = 4 + \frac{\alpha}{25}, \text{ ali ne manji od } k = 6.$$

Najmanja udaljenost je $D = 60$ cm, ako sigurnosni razmak nije veći.

Za vodove nazivnog napona do 20 kV koristi se obrazac iz stava 1. ovog člana i kad raspored (projekcija) provodnika, odnosno zaštitnog užeta nije horizontalan.

Za slučajeve iz stava 3. ovog člana, horizontalna udaljenost provodnika iznosi 20 cm kad zbog vremenskih prilika (sneg, led, inje) postoji verovatnoća dodira, odnosno preskoka napona.

Član 32.

Pri kosom rasporedu uzima se da je koeficijent

$$k = 2 + \frac{\alpha}{10}, \text{ ali ne manji od } k = 7.$$

Najmanja udaljenost je $D = 70$ cm, ako sigurnosni razmak nije veći.

Za vodove nazivnog napona većeg od 20 kV takvo izračunavanje udaljenosti (projekcija) dozvoljeno je samo pod uslovom da je ujedno i horizontalna udaljenost između provodnika, odnosno između provodnika i zaštitnog užeta najmanje jednaka sigurnosnom razmaku.

Ako je horizontalna udaljenost između dva koso raspoređena provodnika i zaštitnog užeta jednaka ili veća od udaljenosti D izračunate prema članu 31. ovog pravilnika, udaljenost je dovoljna.

Član 33.

Pri vertikalnom rasporedu uzima se da je koeficijent

$$k = 4 + \frac{\alpha}{5}, \text{ ali ne manji od } k = 14.$$

Najmanja udaljenost je $D = 140$ cm, ako sigurnosni razmak nije veći.

Udaljenost iz stava 2. ovog člana potrebna je samo za vodove nazivnog napona većeg od 20 kV i u slučaju kad raspored nije potpuno vertikalan, ali je horizontalna udaljenost manja od sigurnosnog razmaka.

Član 34.

Ugao otklona izolatorskog lanca α računa se sa 70% pritiska vetra na provodnike, odnosno sa 50% pritiska vetra na provodnike u snopu. U oba slučaja ugao otklona računa se za provodnike bez leda. Pritisak vetra računa se na način određen u čl. 10. i 11. ovog pravilnika.

2. Zaštitna zona

Član 35.

Pod zaštitnom zonom podrazumeva se prostor ispod zaštitnog užeta u kome su provodnici dovoljno zaštićeni od uticaja atmosferskih prenapona.

Član 36.

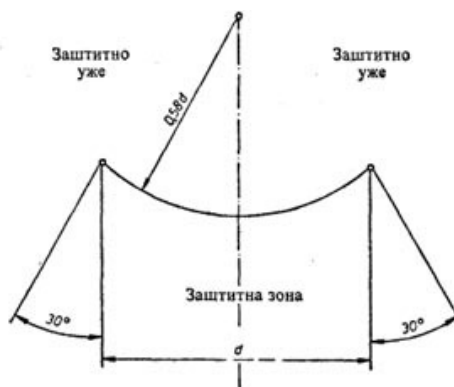
Provodnici se, po pravilu, moraju nalaziti u granicama zaštitne zone duž svih raspona i na svim temperaturama od 0° do 40° °C u uslovima bez vetra.

Član 37.

Na vodu sa jednim zaštitnim užetom zaštitna zona obuhvata prostor u granicama ugla od najviše 30° sa obe strane zaštitnog užeta, mereno od vertikale.

Član 38.

Zaštitna zona između dva zaštitna užeta obuhvata prostor ispod luka koji dodiruje oba zaštitna užeta, čije je središte iznad užeta, a poluprečnik luka iznosi $0,58 d$, gde je d međusobna udaljenost zaštitne užadi (slika 1).



Slika 1

V. IZOLATORI I IZOLATORSKI LANCI

1. Opšte odredbe

Član 39.

Na vodovima se upotrebljavaju potporni i viseći izolatori.

Potporni izolatori spajaju se čvrsto sa stubom.

Viseći izolatori spajaju se sa stubom tako da se mogu slobodno klatiti oko tačke učvršćenja.

Član 40.

Za određeni vod biraju se odgovarajući tipovi izolatora, pri čemu se vodi računa o mehaničkim i električnim opterećenjima tog voda.

2. Mehaničko dimenzionisanje

Član 41.

Potporni izolatori na nosećim stubovima moraju biti takvih dimenzija da prelomno opterećenje iznosi najmanje 2,5 puta težine provodnika sa dodatnim opterećenjem, s tim što se ako je opterećenje provodnika usled delovanja vetra veće, uzima u obzir to veće preopterećenje.

Potporni izolatori na zateznim stubovima moraju biti takvih dimenzija da prelomno opterećenje iznosi najmanje 2,5 puta sila zatezanja provodnika.

Član 42.

Kapasti izolatori, odnosno kapasti izolatori u izolatorskim lancima na nosećim stubovima moraju biti takvih dimenzija da imaju elektromehaničko, odnosno mehaničko opterećenje najmanje tri puta veće od težine provodnika sa dodatnim opterećenjem, s tim što se, ako je opterećenje provodnika usled delovanja vetra veće, uzima u obzir to veće opterećenje.

Kapasti izolatori, odnosno kapasti izolatori u izolatorskim lancima na zateznim stubovima moraju biti takvih dimenzija da imaju elektromehaničko, odnosno mehaničko opterećenje najmanje tri puta veće od sile zatezanja provodnika.

Član 43.

Masivni i štapni izolatori, odnosno masivni i štapni izolatori u izolatorskim lancima na nosećim stubovima moraju biti takvih dimenzija da imaju prekidno opterećenje najmanje tri puta veće od težine provodnika sa dodatnim opterećenjem, s tim što se, ako je opterećenje provodnika usled delovanja vetra veće, uzima u obzir to veće opterećenje. Masivni i štapni izolatori, odnosno masivni i štapni izolatori u izolatorskim lancima na zateznim stubovima moraju biti takvih dimenzija da imaju najmanje tri puta veće prekidno opterećenje od sile zatezanja provodnika.

Član 44.

Dozvoljena je upotreba višestrukih izolatorskih lanaca pod uslovom da je u normalnom stanju osigurana ravnomerna raspodela opterećenja na pojedine izolatorske lance.

3. Električno dimenzionisanje

Član 45

Izolator, odnosno izolatorski lanac, kompletno sastavljen kao na nadzemnom vodu sa zaštitnom armaturom ili bez nje, mora zadovoljiti vrednosti date u tabelama 4, 5 i 6.

Tabela 4

Nazivni napon (kV)	Najviši napon opreme U_m (efektivna vrednost) (kV)	Nazivni podnosivi atmosferski udarni prenapon (temena vrednost) (kV)		Nazivni kratkotrajni podnosivi napon industrijske frekvencije (efektivna vrednost) (kV)
		stupanj izolacije		
		snižen	pun	
1	2	3	4	5
3	3,6	20	40	10
6	7,2	40	60	20
10	12,0	60	75	28
20	24,0	95	125	50
35	38,0	145	170	70

Stupanj izolacije voda (snižen ili pun stupanj izolacije) bira se s obzirom na izloženost atmosferskim ili sklopnim prenaponima, način uzemljenja neutralne tačke i vrstu prenaponske zaštitne naprave ako je primenjena.

Tabela 5

Nazivni napon (kV)	Najviši napon opreme U_m (efektivna vrednost) (kV)	Osnova za jedinične vrijednosti		Najviši podnosivi atmosferski udarni prenapon (temena vrednost) (kV)	Nazivni kratkotrajni podnosivi napon industrijske frekvencije (efektivna vrednost) (kV)
		$U_m \cdot \sqrt{2}$	$U_m \cdot \sqrt{3}$ (temena vrednost) (kV)		
1	2	3	4	5	
110	123	100	450	185	
			550	230	
220	245	200	650	275	
			750	325	
			850	360	
			950	395	
			1050	460	

Iz tabele 5 bira se jedan stupanj ili više stupnjeva izolacije za pojedine standardne vrednosti najvišeg napona opreme. Ako je dato više stupnjeva izolacije, viši stupanj izolacije je prikladan za opremu u mrežama sa kompenzacijom struje zemljospoja ili gde je faktor zemljospoja iznad 1,4.

Tabela 6

Nazivni napon (kV)	Najviši napon opreme U_m (efektivna vrednost) (kV)	Nazivni podnosivi sklopni prenaponi		Odnos između nazivnih podnosivih atmosferskih i sklopnih udarnih prenapona (kV)	Nazivni podnosivi atmosferski udarni prenapon (temena vrednost) (kV)	
		Osnova za jedinične vrednosti				
		Jedinična vrednost (kV)	Temena vrednost (kV)			
1	2	3	4	5	6	7
400	420	343	2,76	950	1,11	1 050
			3,06	1050	1,24	1 175
					1,12	1 300
					1,24	

Član 46.

Vrednosti iz člana 45. ovog pravilnika važe za izolatore pod sledećim uslovima:

- 1) atmosferski pritisak.....1013,25 mbar;
- 2) temperatura + 20 °C;
- 3) vlažnost11 g/m³.

Član 47.

Za delove voda na većim nadmorskim visinama, vrednosti ispitnih napona iz tabela 4, 5. i 6. iz člana 45. ovog pravilnika množe se sledećim faktorima:

- 1) 1,075 - za nadmorske visine od 1000 m do 1500 m;
- 2) 1,150 - za nadmorske visine od 1500 m do 2000 m;
- 3) 1,225 - za nadmorske visine od 2000 m do 2500 m.

Član 48.

Na vodovima ili delovima vodova u predelima sa povećanim stepenom zagađenosti atmosfere (npr. u blizini obale mora, hemijske industrije, toplana, cementara i dr.) moraju se upotrebiti specijalni izolatori sa produženom strujnom stazom.

Član 49.

Prema stepenu zagađenosti, izolatorski lanci, odnosno izolatori moraju imati specifične nazivne strujne staze najmanje prema tabeli 7, s tim što se uzima najviši napon opreme U_m .

Tabela 7

Stepen zagađenosti	Specifična nazivna strujna staza između faze i zemlje mm/kV
I - Mala zagađenost	16
II - Srednja zagađenost	20
III - Velika zagađenost	25
IV - Vrlo velika zagađenost	31

Član 50.

Položaj izolatora, odnosno izolatorskog lanca na vodu mora biti takav da bitno ne smanjuje njegovu izolaciona svojstva.

4. Pojačana izolacija**Član 51.**

Izolacija voda pojačava se, po potrebi, mehanički, električno, odnosno mehanički i električno.

Član 52.

Izolacija voda je mehanički pojačana ako se:

- a) za potporne izolatore upotrebe dva ili više izolatora, tako da, u slučaju preloma jednog izolatora, preostali izolatori budu dimenzionisani prema čl. 41. do 44. ovog pravilnika, uzimajući u obzir raspodelu opterećenja na neoštećene izolatore;
- b) za viseće izolatore, odnosno izolatorske lance upotrebe dva lanca ili više lanaca dimenzionisanih prema čl. 42. do 44. ovog pravilnika za normalno stanje voda, kad je opterećenje ravnomerno raspoređeno na sve lance, a ako se prekine jedan lanac, preostali lanci smeju biti opterećeni najviše sa pola iznosa od elektromehaničkog opterećenja, odnosno minimalnog prelomnog opterećenja.

Član 53.

Izolacija je električno pojačana ako se:

- 1) za potporne izolatore odabere izolator za prvi viši izolacioni nivo, odnosno izolator sa povećanom dužinom strujne staze;
- 2) za masivne i štapne izolatore odabere izolator sa povećanom dužinom strujne staze;
- 3) za kapaste izolatore, odnosno kapaste izolatore u izolatorskim lancima stavi jedan članak više, nezavisno od naponskog nivoa.

5. Učvršćenje provodnika

Član 54.

Na potpornim izolatorima nosećih stubova provodnici se, po pravilu, vezuju mekanom žicom od istog ili sličnog materijala od kog su i provodnici. Prečnik žice ne sme biti manji od 2,5 mm.

Član 55.

Na ugaone stubove provodnik se postavlja tako da je potporni izolator u tupom uglu i da je veza rasterećena.

Član 56.

Na zateznim stubovima provodnici se učvršćuju na potporne izolatore omčom koja je zatvorena spojnicama ili vezom.

Član 57.

Nosači potpornih izolatora dimenzionišu se tako da izdrže opterećenje iz člana 41. ovog pravilnika, s mehaničkim faktorom sigurnosti najmanje 2 s obzirom na prekidnu čvrstoću materijala.

Član 58.

Stezaljke i ostali metalni delovi u sastavu izolatorskih lanaca, kao i oprema za učvršćenje zaštitnog užeta moraju biti takvih dimenzija da izdrže opterećenje prema čl. 42. i 43. ovog pravilnika, s mehaničkim faktorima sigurnosti od najmanje 2,5 s obzirom na silu kidanja.

Stezaljke i ostali metalni delovi za učvršćenje provodnika i zaštitnog užeta moraju biti izrađeni od istog ili sličnog materijala od kog su provodnici, odnosno zaštitna užad ili od čelika pocinkovanog vrućim postupkom, odnosno od nerđajućeg čelika.

Član 59.

Kod višestrukih izolatorskih lanaca, pri prekidu jednog lanca metalni delovi ostalih lanaca moraju biti takvih dimenzija da izdrže opterećenje prema čl. 42. i 43. ovog pravilnika, s mehaničkim faktorom sigurnosti od najmanje 1,7 s obzirom na silu kidanja.

Član 60.

Sila izvlačenja iz nosećih stezaljki za provodnike i zaštitnu užad ne sme biti manja od 60% sile zatezanja.

VI. STUBOVI

1. Vrste stubova

Član 61.

Stubovi mogu biti noseći (linijski) i zatezni.

Noseći stubovi se, po pravilu, postavljaju samo u pravolinijskoj trasi. Naprezanje provodnika, odnosno zaštitne užadi kod nosećih stubova u oba raspona je jednako, a provodnici i zaštitna užad nisu sa njima čvrsto spojeni i na stub se ne prenosi direktno njihova sila zatezanja s jedne strane stuba, nego se prenosi samo rezultanta sile zatezanja s obe strane, ako ta rezultanta postoji.

Kod zateznih stubova naprezanje provodnika, odnosno zaštitne užadi ne mora biti jednako u oba raspona, provodnici i zaštitna užad su sa njima čvrsto spojeni i na stub se direktno prenosi sila zatezanja svakog provodnika i zaštitnog užeta sa svake strane stuba.

Stubovi mogu istovremeno biti i noseći i zatezni (npr. stub na kome se vod odvaja je u odnosu na prolazni vod noseći, a u odnosu na ogranak je zatezni).

Član 62.

Stubovi se mogu nalaziti u pravolinijskoj trasi (linijski stubovi) ili na uglu trase (ugaoni stubovi).

Noseći i zatezni stubovi mogu biti linijski ili ugaoni.

Član 63.

Na vodovima sa visećim izolatorima ne upotrebljavaju se ugaoni noseći stubovi na mestima na kojima ugao skretanja trase iznosi više od 20°.

Član 64.

Dužina zateznog polja, tj. udaljenost između dva zatezna stuba, po pravilu, ne sme biti veća od 8 km, niti sme sadržati više od 30 raspona.

Kraća zatezna polja primenjuju se ako posebne prilike na trasi to zahtevaju (klimatski uslovi, teren, ukrštanja, veći broj uglova i sl.).

2. Naprezanje stubova

Član 65.

Stubovi moraju biti takvih dimenzija da naprezanje materijala ne prekorači granicu dozvoljenog naprezanja ni u jednom slučaju opterećenja.

Za proračunavanje pojedinog dela stuba bira se ono opterećenje koje prouzrokuje najveću silu u njemu, s tim što se pri tom ne uzima da razna opterećenja iz čl. 68. i 69. i opterećenja iz člana 209. ovog pravilnika dejstvuju istovremeno.

Član 66.

Dozvoljena naprezanja za pojedine vrste materijala određuju se posebno za normalne slučajeve opterećenja, a posebno za vanredne slučajeve opterećenja.

Normalni slučajevi opterećenja nastaju kad su svi delovi neoštećeni.

Vanredni slučajevi opterećenja nastaju kad je jedan provodnik ili jedno zaštitno uže s jedne strane stuba prekinuto.

3. Opterećenja

Član 67.

Opterećenja navedena u čl. 68. i 69. ovog pravilnika odnose se na stubove vodova sa visećim izolatorima i na stubove vodova sa potpornim izolatorima, a naprezanje se izračunava prema odredbama člana 70. ovog pravilnika.

Član 68.

Normalna opterećenja su:

1) za sve vrste stubova (noseće i zatezne):

a) opterećenje pri čijem se proračunu uzima:

- težina stuba, izolatora, pribora, provodnika i zaštitne užadi;
- težina dodatnog opterećenja na provodnicima i zaštitnoj užadi;
- rezultanta pune sile zatezanja svih provodnika i zaštitne užadi s obe strane stuba;

b) opterećenje pri čijem se proračunu uzima:

- težina stuba, izolatora, pribora, provodnika i zaštitne užadi;
- pritisak vetra na stub i na sve provodnike i zaštitnu užad upravno na vod, odnosno u pravcu simetrale ugla trase;
- rezultanta od dve trećine sile zatezanja svih provodnika i zaštitne užadi s obe strane stuba;

v) opterećenja pri čijem se proračunu uzima:

- težina stuba, izolatora, pribora, provodnika i zaštitne užadi;
- pritisak vetra na stub i na sve provodnike i zaštitnu užad u pravcu voda, odnosno upravno na simetralu ugla trase;
- rezultanta od dve trećine sile zatezanja svih provodnika i zaštitne užadi s obe strane stuba;

2) za zatezne stubove:

a) opterećenje pri čijem se proračunu uzima:

- težina stuba, izolatora, pribora, provodnika i zaštitne užadi;
- dve trećine sile zatezanja provodnika i zaštitne užadi s jedne strane stuba.

Član 69.

Vanredna opterećenja su:

1) za noseće stubove:

a) opterećenje pri čijem se proračunu uzima:

- težina stuba, izolatora, pribora, provodnika i zaštitne užadi;
- težina dodatnog opterećenja na provodnicima i zaštitnoj užadi;
- polovina sile zatezanja jednog provodnika ili jednog zaštitnog užeta s jedne strane stuba, a za provodnike u snopu - četvrtina sile zatezanja provodnika jednog snopa;

2) za zatezne stubove i za ugaone noseće stubove sa uglom skretanja trase većim od 20°:

a) opterećenje pri čijem se proračunu uzima:

- težina stuba, izolatora, pribora, provodnika i zaštitne užadi;

- težina dodatnog opterećenja na provodnicima i zaštitnoj užadi;
- puna sila zatezanja svih provodnika i zaštitne užadi u oba pravca trase, osim jednog provodnika, odnosno jednog zaštitnog užeta s jedne strane stuba, a za vodove sa provodnicima u snopu - puna sila zatezanja svih snopova provodnika i zaštitne užadi u oba pravca trase, osim jednog snopa, odnosno jednog zaštitnog užeta s jedne strane stuba.

Ako je pritisak vetra veći od 60 daN/m^2 , odnosno dodatno opterećenje veće od $0,18 \sqrt{d}$ daN/m, vanredna opterećenja ne uzimaju se u obzir za jednostavne konstrukcije drvenih stubova, ni za vodove do 35 kV, osim na deonicama sa težim atmosferskim uslovima.

Član 70.

Pri izračunavanju naprezanja stubova uzimaju se u obzir:

- 1) težina provodnika i zaštitne užadi i težina dodatnog opterećenja, izračunate za gravitacioni raspon stuba definisan u članu 2. ovog pravilnika;
- 2) pritisak vetra na provodnike i zaštitnu užad u pravcu simetrane ugla trase, izračunat za poluzbir susednih raspona, bez ikakve redukcije s obzirom na ugao trase;
- 3) pritisak vetra na provodnike i zaštitnu užad u pravcu simetrane ugla trase, izračunat za poluzbir susednih raspona, sa redukcijom, s obzirom na položaj provodnika i zaštitne užadi prema pravcu vetra, ali tako da je jednak najmanje četvrtini pritiska u pravcu simetrane ugla trase;
- 4) ako nije određeno koji je provodnik, zaštitno uže ili strana stuba u pitanju, uzima se najnepovoljniji slučaj.

4. Natpisi na stubovima

Član 71.

Na sve stubove moraju se postaviti trajni natpisi sa upozorenjem na opasnost od električne struje.

VII. UZEMLJENJE

1. Opšte odredbe

Član 72.

Pri uzemljenju vodova primenjuju se i odredbe propisa o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V.

Član 73.

Metalni i armiranobetonski stubovi visokonaponskih vodova, metalna sidrena užad i metalne trake na drvenim stubovima koje služe za zaštitu stubova od udara groma moraju biti pouzdano povezani sa zemljom. Ako se temeljenjem stubova i ukopavanjem sidara ne dobije zadovoljavajuće uzemljenje, postavljaju se dopunski uzemljivači, odnosno preduzimaju se druge dopunske mere.

2. Uzemljenje u mrežama sa kompenzovanim zemljospojem i sa izolovanom neutralnom tačkom

Član 74.

U mrežama visokog napona sa izolovanom neutralnom tačkom i mrežama sa kompenzovanim strujom zemljospoja uzima se da je trajanje zemljospoja duže, pa otpornost uzemljenja R_U kod stubova na obradivim površinama, pored prometnih puteva i u naseljenim mestima ne sme preći vrednost datu obrascem:

$$R_U \leq \frac{U_z}{I_z}$$

gde je:

$U_z = 125 \text{ V}$ - najviši dozvoljeni napon na uzemljenju;

I_z - stvarna struja zemljospoja (A), koja teče na mestu zemljospoja.

U mrežama sa izolovanom neutralnom tačkom I_z je kapacitivna struja zemljospoja, a u mrežama sa kompenzovanim zemljospojem - preostala struja zemljospoja.

Smatra se da je stub pored prometnog puta ako se nalazi na udaljenosti manjoj od 15 m od ivice kolovoza.

Vrednost otpornosti uzemljenja iz stava 1. ovog člana ne sme biti prekoračena ako se stub voda nalazi na udaljenosti manjoj od 15 m od stambene zgrade, u ograđenom dvorištu, u okućnici koja se koristi kao obradivo zemljište, u parku ili na šetalištu.

Član 75.

Na vodovima sa zaštitnom užadi uzima se ukupna otpornost uzemljenja, računajući i vezu preko zaštitne užadi.

Član 76.

Prekoračenje vrednosti otpornosti R_U dozvoljava se ako se preduzme jedna od sledećih mera:

- 1) upotreba neprobojnih masivnih ili štapnih izolatora;
- 2) redovna kontrola izolatora, a najmanje jedanput godišnje;
- 3) ugrađivanje uređaja za signalizaciju zemljospoja i neposredno automatsko isključenje voda čim nastane kvar.

Posebne mere za smanjenje napona koraka nisu potrebne ako je preduzeta jedna od mera iz ovog člana.

3. Uzemljenje u mrežama sa uzemljenom neutralnom tačkom

Član 77.

Nadzemni vodovi koji pripadaju mreži sa efikasno uzemljenom neutralnom tačkom moraju imati uređaje za brzo automatsko isključenje pri zemljospoju, koji pouzdano isključuju deonicu u kvaru i tako odstranjuju opasnost od dejstva napona na mestu zemljospoja.

Član 78.

Stubovi nadzemnih vodova iz člana 77. ovog pravilnika imaju po pravilu uzemljivač u obliku jednog ili dva prstena oko svakog temelja ili oko svih temelja jednog stuba. Najmanja dubina ukopavanja uzemljivača je 0,5 m.

Udaljenost prstenova od temelja, odnosno stuba mora biti takva da se postigne povoljnije oblikovanje potencijala, što zavisi od oblika i konstrukcije temelja stuba.

Član 79.

Odredbe člana 78. ovog pravilnika ne primenjuju se na stubove u terenu sa velikom specifičnom otpornošću, u kome se, uz racionalnu upotrebu materijala, ne mogu postići zadovoljavajući rezultati otpornosti uzemljenja. Stubove na ovakvom terenu ne treba uzemljiti.

Član 80.

U pogledu zaštite od opasnog napona na mestu zemljospoja ne treba preduzimati druge posebne mere osim mera predviđenih u čl. 77. do 79. ovog pravilnika.

4. Uzemljenja za zaštitu od groma

Član 81.

Da bi se pri udaru groma u stub ili zaštitno uže smanjila opasnost od preskoka na provodnike, treba, prema odabranom stupnju izolacije voda, odrediti maksimalno dozvoljenu otpornost uzemljenja, uzimajući u obzir učestalost i jačinu gromova u području trase, sigurnost voda i učestalost kvarova.

Član 82.

Ako se uzemljenjem izvedenim prema članu 78. ovog pravilnika ne postigne otpornost koja obezbeđuje zaštitu od groma, potrebno je međusobno povezivati pojedinačne uzemljivače ili postaviti još jedan prsten oko svih temelja stuba na dubini od 1 m, odnosno položiti zrakaste uzemljivače ukupne dužine približne dužini uzemljivača prstena, ako je to povoljnije s obzirom na teren.

Ako se postupkom iz stava 1. ovog člana ne postigne otpornost koja štiti od povratnog preskoka, odustaje se od daljeg polaganja uzemljivača.

Član 83.

Povratni preskok na provodniku nije verovatan ako je za otpornost uzemljenja ispunjen uslov prema sledećem obrascu:

$$R_{uz} \leq \frac{U_i}{I_u}$$

gde je:

R_{uz} - otpornost uzemljenja Ω posmatranog stuba, bez veze sa zaštitnom užadi;

U_i - podnosivi udarni napon (kV) izolacije posmatranog stuba u suvom;

I_u - temena vrednost udarne struje groma (kA) za posmatrani stub.

Pri izboru I_u kao orijentacija mogu poslužiti vrednosti date u tabeli 8, koje pokazuju za koliko procenata od svih udara groma, uzetih kao 100%, vrednost struje iz prvog reda tabele 8 neće biti premašena. Vrednosti struja manje od 20 kA mogu se uzeti samo za vodove napona do 35 kV.

Tabela 8

Struja od udara groma u stub (kA)	5	10	15	20	30	40	50	60
Procent od svih udara groma	14	40	62	79	91	95	98	99

Osnova za određivanje struje od udara groma su podaci o učestalosti atmosferskog pražnjenja, broj grmljavinskih dana u godini ili broj udara groma po jedinici površine, distribucija temene vrednosti struje u stazi groma i željeni nivo sigurnosti, s obzirom na verovatni broj povratnih preskoka u jednoj godini.

Član 84.

Otpornost uzemljenja sa kojom se računa pri udarnim naponima groma približno je jednaka otpornosti uzemljenja koja se dobija uobičajenim merenjima.

5. Uzemljenje zaštitne užadi

Član 85.

Zaštitno uže na metalnim stubovima može se uzemljiti preko konstrukcije bez posebnog voda za uzemljenje ako je konstrukcija uzemljena. Iznad temelja konstrukcije mora postojati stezaljka za priključak uzemljivača.

Član 86.

Zaštitno uže na armiranobetonskim stubovima može se uzemljiti preko čelične armature u betonu ako presek armature iznosi najmanje 50 mm^2 i ako svi delovi armature koji služe za uzemljenje imaju pouzdan kontakt.

Odredba stava 1. ovog člana odnosi se i na nosače izolatora.

Ako armatura armiranobetonskih stubova služi za uzemljenje, mora imati izvod iznad temelja za priključenje uzemljivača.

Član 87.

Na drvenim stubovima uzemljenje se ne izvodi, osim ako nose zaštitno uže ili ako metalne delove treba uzemljiti. U tom slučaju, uzemljenje se izvodi kao kod metalnih i armiranobetonskih stubova.

Ako nosači izolatora nisu uzemljeni, vod za uzemljenje zaštitnog užeta treba odmaći ili izolovati od glave stuba i time sprečiti galvansku vezu sa nosačima.

Na drvenim stubovima zaštitno uže mora se uzemljiti na svakom stubu, najmanje na svakih 300 m dužine voda.

Ako su drveni stubovi usidreni, moraju se uzemljiti metalni delovi za pričvršćenje izolatora i sidra, kao i sidro u zemlji.

6. Vodovi za uzemljenje

Član 88.

Vodovi za uzemljenje (zemljovodi) postavljaju se radi galvanske veze između zaštitne užadi i uzemljivača.

Najmanji dopušteni preseci vodova za uzemljenje su:

- 1) za čelik pocinkovan toplim postupkom 50 mm^2 ;
- 2) za aluminijum..... 35 mm^2 ;
- 3) za bakar..... 16 mm^2 .

Stvarni preseci vodova za uzemljenje moraju biti dimenzionisani prema očekivanoj struji zemljospoja.

Član 89.

Ako se goli zemljovodi polažu u zemlju, smatraju se delom uzemljivača.

Član 90.

Ako se na mestu prelaska zemljovoda u zemlju očekuje pojačana korozija, potrebno je da se vod zaštiti premazivanjem, da se poveća presek ili da se primeni neka druga zaštitna mera.

Član 91.

Ako postoji opasnost od mehaničkog oštećenja, zemljovod se mora zaštititi.

7. Uzemljivači

Član 92.

Uzemljivači su metalni delovi koji se nalaze u zemlji i ostvaruju električnu provodnu vezu delova voda sa zemljom.

Uzemljivači mogu biti trakasti ili šipkasti.

Kao materijal za uzemljivače upotrebljava se čelik pocinkovan toplim postupkom ili na neki drugi način zaštićen od korozije, ako lokalne prilike ne zahtevaju upotrebu nekog drugog materijala (npr. bakra).

Za uzemljivače se, po pravilu, ne upotrebljavaju nepocinkovane čelične cevi, lim, profili i laki metali.

Član 93.

Najmanji preseći uzemljivača dati su u tabeli 9.

Tabela 9

Pocinkovani čelik	Bakar
Traka preseka 100 mm ² , debljine najmanje 3,5 mm	Traka preseka 50 mm ² , ali ne tanja od 2 mm
Okrugli čelik prečnika 10 mm	Uže preseka 35 mm ²
Cev prečnika 38 mm, debljine najmanje 3,5 mm	Cev prečnika 30 mm, debljine najmanje 2,5 mm
Ugaonik 65 mm x 65 mm x 7 mm	-
Profil U 6,5, odnosno T 6 ili drugi odgovarajući profili	-

Za uzemljivače se mogu upotrebljavati i drugi materijali otporni prema koroziji, sličnih svojstava i odgovarajućih preseka.

Član 94.

Ako se na nekom području očekuje jača korozija ili se upotrebi nepocinkovani čelik, uzimaju se oko 50% veće vrednosti preseka od vrednosti navedenih u tabeli 9.

Član 95.

Na uzemljivače i zemljovode, pored odredaba ovog pravilnika, primenjuju se i odredbe propisa o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V.

VIII. PRELAZAK VODOVA I NJIHOVO PRIBLIŽAVANJE OBJEKTIMA

1. Opšte odredbe

Član 96.

Pri prelasku vodova preko objekata, odnosno pri približavanju vodova objektima, sigurnosna visina je jednaka sigurnosnoj udaljenosti ako za sigurnosnu visinu nije navedena posebna vrednost.

Član 97.

Sigurnosne visine i sigurnosne udaljenosti iz čl. 100. do 224. ovog pravilnika odnose se na vodove nazivnog napona do 110 kV.

Član 98.

Sigurnosne visine i sigurnosne udaljenosti povećavaju se u odnosu na sigurnosne visine i sigurnosne udaljenosti za nazivni napon 110 kV, i to:

- 1) za 0,75 m - za vodove nazivnog napona 220 kV;
- 2) za 2,0 m - za vodove nazivnog napona 400 kV.

Član 99.

Odredbe čl. 121. do 129, čl. 142. do 148. i čl. 178. do 181. ovog pravilnika primenjuju se i kad se vod približi autoputu, magistralnom putu, žičari, plovnoj reci ili plovnom kanalu na udaljenost manju od visine stuba iznad zemlje, s tim što se ne primenjuju odredbe o sigurnosnoj visini.

2. Nepristupačna mesta**Član 100.**

Za nepristupačna mesta (npr.: gudure, stene, neplovne reke, močvare i sl.) sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- 1) sigurnosna visina..... 4,0 m;
- 2) sigurnosna udaljenost..... 3,0 m.

3. Mesta nepristupačna vozilima**Član 101.**

Za mesta nepristupačna vozilima sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- 1) sigurnosna visina.....5,0 m;
- 2) sigurnosna udaljenost.....4,0 m.

4. Mesta pristupačna vozilima**Član 102.**

Za mesta pristupačna vozilima (oko naseljenih područja, iznad polja oko kojih se nalaze poljski putevi, iznad livada i oranica, iznad poljskih puteva i šumskih puteva), sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- 1) sigurnosna visina.....6,0 m;
- 2) sigurnosna udaljenost.....5,0 m.

5. Zgrade**Član 103.**

Vođenje vodova preko zgrada koje služe za stalan boravak ljudi može se izvesti ako su zadovoljeni uslovi iz čl. 104. do 108. ovog pravilnika.

Smatra se da vod prelazi preko zgrade i kad je rastojanje horizontalne projekcije najbližeg provodnika u neotklonjenom položaju od zgrade manje od 3,0 m za vodove nazivnog napona do 20 kV i manje od 5,0 m za vodove nazivnog napona većeg od 20 kV.

Član 104.

Za nepristupačne delove zgrade (krov, dimnjak i sl.) sigurnosna udaljenost iznosi 3,0 m.

Član 105.

Za stalno pristupačne delove zgrade (terasa, balkon, građevinske skele i sl.) sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- 1) sigurnosna visina.....5,0 m;
- 2) sigurnosna udaljenost.....4,0 m.

Član 106.

Vertikalna udaljenost između provodnika i delova zgrade ispod provodnika (sleme krova, gornja ivica dimnjaka itd.) za vodove sa visećim izolatorima iznosi najmanje 3,0 m i u slučaju kad u rasponu ukrštanja postoji normalno dodatno opterećenje, a u susjednim rasponima nema tog opterećenja.

Član 107.

Za vodove iznad zgrada potrebna je električno pojačana izolacija, a za vodove iznad stambenih zgrada i zgrada u kojima se zadržava veći broj ljudi (npr. škole, vrtići itd.) potrebna je i mehanički pojačana izolacija.

Član 108.

Na stambenim zgradama nije dozvoljeno postavljanje zidnih konzola ili zidnih i krovnih nosača za nošenje vodova.

6. Zgrade pogonskih postrojenja**Član 109.**

Sigurnosne visine i sigurnosne udaljenosti od zgrada koje pripadaju istom pogonskom postrojenju čiji je i elektroenergetski vod (elektrane, transformatorske stanice, razvodna postrojenja), a ne služe za stanovanje, mogu biti i manje od vrednosti iz člana 103. ovog pravilnika ako se predvide odgovarajuće zaštitne mere za sprečavanje slučajnog dodira provodnika (npr. postavljanje ograde, lako uočljivih natpisa za upozorenje i sl.).

7. Zgrade sa zapaljivim krovom**Član 110.**

Za zgrade sa krovom pokrivenim zapaljivim materijalom, radi zaštite vodova od oštećenja sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose, bez obzira na napon voda:

- 1) sigurnosna visina.....12,0 m;
- 2) sigurnosna udaljenost.....5,0 m.

Za zgrade iz stava 1. ovog člana važe i odredbe čl. 103. do 108. ovog pravilnika.

8. Objekti u kojima se nalazi lako zapaljiv materijal**Član 111.**

Nije dozvoljeno vođenje vodova preko nadzemnih objekata u kojima se nalazi lako zapaljiv materijal (skladišta benzina, ulja, eksploziva i sl.).

Na prolazu pored objekata iz stava 1. ovog člana, horizontalna sigurnosna udaljenost jednaka je visini stuba uvećanoj za 3,0 m, a mora iznositi najmanje 15,0 m.

9. Naseljena mesta**Član 112.**

Za vodove u naseljenim mestima sigurnosna visina iznosi 7,0 m.

Izolacija mora biti električno pojačana.

10. Sportska igrališta

Član 113.

Ako vodovi prelaze preko igrališta, moraju biti ispunjeni sledeći uslovi:

- 1) sigurnosna udaljenost mora iznositi 12,0 m;
- 2) izolacija mora biti mehanički i električno pojačana;
- 3) dozvoljeno naprezanje (normalno i izuzetno) provodnika i zaštitnih užadi mora se smanjiti na 75% od vrednosti navedenih u tabeli 2 iz člana 20. ovog pravilnika;
- 4) nije dozvoljeno nastavljanje provodnika i zaštitnih užadi.

Član 114.

Nije dozvoljen prelazak vodova preko strelišta.

Sigurnosna udaljenost voda iznosi 12,0 m.

11. Javna kupališta i kampinzi**Član 115.**

Nije dozvoljen prelazak vodova preko javnih kupališta i kampinga.

12. Smučarske skakaonice**Član 116.**

Nije dozvoljen prelazak vodova preko odskočne i doskočne staze.

Sigurnosna udaljenost od odskočne staze iznosi 8,0 m, a od doskočne staze - 12,0 m.

Izolacija mora biti mehanički i električno pojačana.

13. Šume i drveće**Član 117.**

Sigurnosna udaljenost od bilo kog dela stabla iznosi 3,0 m.

Za vodove nazivnog napona 110 kV i za više nazivne napone sigurnosna udaljenost mora se održati i u slučaju pada stabla, pri čemu se sigurnosna udaljenost meri od provodnika u neotklonjenom položaju.

14. Regionalni putevi, lokalni putevi i putevi za industrijske objekte izgrađeni kao putevi za opštu upotrebu**Član 118.**

Sigurnosna visina voda iznosi 7,0 m.

Član 119.

Udaljenost bilo kog dela stuba od spoljne ivice puta, po pravilu, ne sme biti manja od 10 m, a u izuzetnim slučajevima može se smanjiti na najmanje 5 m.

Izolacija mora biti električno pojačana.

U rasponu ukrštanja dozvoljava se jedan nastavak po provodniku ili zaštitnom užetu.

Član 120.

Ugao ukrštanja voda i regionalnog puta, po pravilu, iznosi najmanje 20°.

Za lokalne puteve i puteve za industrijske objekte ugao ukrštanja nije ograničen.

15. Magistralni putevi

Član 121.

Na magistralnim putevima sigurnosna visina voda iznosi 7,0 m.

Član 122.

Horizontalna udaljenost bilo kog dela stuba od spoljne ivice puta iznosi 20,0 m.

Kad vod prelazi magistralni put, udaljenost bilo kog dela stuba može biti manja ako to uslovljavaju mesne prilike, ali ne sme biti manja od 10,0 m.

Izolacija mora biti mehanički i električno pojačana.

Član 123.

Ugao ukrštanja, po pravilu, iznosi najmanje 30°.

U rasponu ukrštanja nije dozvoljeno nastavljanje provodnika i zaštitne užadi.

16. Auto-putevi

Član 124.

Sigurnosna visina voda iznad auto-puta iznosi 7,0 m.

Član 125.

Udaljenost bilo kog dela stuba od ivice auto-puta iznosi najmanje 40,0 m.

Kad vod prelazi preko auto-puta, udaljenost bilo kog dela stuba može biti manja ako to zahtevaju uslovi tla, s tim da ne sme biti manja od 10,0 m.

Izolacija mora biti mehanički i električno pojačana.

Član 126.

Dozvoljeno naprezanje (normalno i izuzetno) provodnika i zaštitnih užadi smanjuje se na 75% od vrednosti navedenih u tabeli 2 iz člana 20. ovog pravilnika.

Član 127.

U rasponu ukrštanja nije dozvoljeno nastavljanje provodnika, odnosno zaštitnih užadi.

Član 128.

Ugao ukrštanja ne sme biti manji od 30°.

Član 129.

Pri vođenju vodova paralelno sa auto-putem, udaljenost voda od auto-puta na potezima dužim od 5 km mora biti:

- 1) za vodove napona do 35 kV - najmanje 50,0 m;
- 2) za vodove napona većeg od 35 kV - najmanje 100 m.

U brdovitim i šumovitim predelima udaljenost voda od auto-puta može se smanjiti na 40,0 m.

17. Naseljena mesta

Član 130.

U gusto naseljenim mestima, sigurnosna visina voda mora da iznosi 7,0 m.

Član 131.

Izolacija mora biti električno pojačana, a na mestima ukrštanja sa ulicama ili putevima i mehanički pojačana.

Član 132.

Dozvoljeno naprezanje (normalno i izuzetno) provodnika i zaštitnih užadi smanjuje se na 75% od vrednosti navedenih u tabeli 2 iz člana 20. ovog pravilnika.

Član 133.

U rasponu ukrštanja vodova sa putevima u gusto naseljenim mestima nije dozvoljeno nastavljanje provodnika, odnosno zaštitne užadi, a u susednim rasponima dozvoljen je samo jedan nastavak po provodniku, odnosno zaštitnom užetu.

Ugao ukrštanja ne sme biti manji od 30°.

Član 134.

Ako je rastojanje horizontalne projekcije najbližeg provodnika u neotklonjenom položaju manje od 5,0 m, izolacija mora biti mehanički i električno pojačana.

18. Pijace i vašarišta

Član 135.

Ako vodovi prelaze preko pijaca i vašarišta, moraju biti ispunjeni sledeći uslovi:

- 1) sigurnosna udaljenost mora iznositi 12,0 m;
- 2) izolacija mora biti mehanički i električno pojačana;
- 3) dozvoljeno naprezanje (normalno i izuzetno) provodnika i zaštitne užadi mora se smanjiti na 75% od vrednosti navedenih u tabeli 2 iz člana 20. ovog pravilnika;
- 4) nije dozvoljeno nastavljanje provodnika i zaštitnih užadi.

19. Parkirališta i autobuska stajališta

Član 136.

Ako vod prelazi preko parkirališta ili autobuskog stajališta, sigurnosna visina iznosi 7,0 m.

Izolacija voda mora biti mehanički i električno pojačana.

Smatra se da vod prelazi preko parkirališta, odnosno autobuskog stajališta i kad je rastojanje horizontalne projekcije najbližeg provodnika u neotklonjenom stanju manje od 5,0 m.

20. Tramvaji i trolejbusi

Član 137.

Sigurnosna udaljenost voda od tramvaja ili trolejbusa, voznih i napojnih vodova, odnosno delova konstrukcije za njihovo nošenje iznosi 3,0 m.

Izolacija voda mora biti mehanički i električno pojačana.

Član 138.

Dozvoljeno naprezanje (normalno i izuzetno) provodnika i zaštitne užadi smanjuje se na 75% od vrednosti navedene u tabeli 2 iz člana 20. ovog pravilnika.

Član 139.

U rasponu ukrštanja nije dozvoljeno nastavljanje provodnika i zaštitne užadi.

Član 140.

Ugao ukrštanja voda ne sme biti manji od 30°.

21. Splavne reke

Član 141.

Sigurnosna visina voda od najvišeg vodostaja reka na kojima je moguće splavarenje iznosi 7,0 m.

Izolacija voda mora biti električno pojačana.

22. Plovne reke i kanali

Član 142.

Sigurnosna visina od najvišeg vodostaja pri kome je još moguća plovidba iznosi, po pravilu, 15,0 m.

Član 143.

Horizontalna udaljenost bilo kog dela stuba iznosi najmanje:

- 1) od obale..... 10 m;
- 2) od stope nasipa.....6 m.

Izolacija voda mora biti mehanički i električno pojačana.

Član 144.

Dozvoljeno naprezanje (normalno i izuzetno) provodnika i zaštitne užadi smanjuje se na 75% od vrednosti navedene u tabeli 2 iz člana 20. ovog pravilnika.

Član 145.

U rasponu ukrštanja nije dozvoljeno nastavljanje provodnika i zaštitne užadi.

Član 146.

Ugao ukrštanja ne sme biti manji od 30°.

Član 147.

Pri vođenju vodova paralelno sa plovnim rekama i kanalima na potezima dužim od 5 km, udaljenost od obale, odnosno od nasipa ne sme biti manja od 50 m.

Član 148.

Odredbe čl. 143. i 144. ovog pravilnika primenjuju se i kad je horizontalna udaljenost otklonjenog provodnika od obale zbog dejstva vetra pri + 40°C za vodove nazivnog napona do 110 kV manja od 2,0 m.

23. Mostovne konstrukcije

Član 149.

Sigurnosna udaljenost voda iznosi:

- 1) od pristupačnih delova mosta.....5,0 m;
- 2) od nepristupačnih delova mosta.....3,0 m.

Ako vod prolazi kroz otvor mosta, sigurnosna udaljenost mora biti jednaka sigurnosnom razmaku iz člana 29. ovog pravilnika.

Na mostu se mora ugraditi zaštitna ograda koja će onemogućiti dodir sa delovima pod naponom.

24. Antene televizijskih i radio-prijemnika

Član 150.

Prelazak vodova preko antena televizijskih i radio-prijemnika dozvoljen je ako su ispunjeni sledeći uslovi:

- 1) sigurnosna udaljenost mora iznositi 5,0 m;
- 2) izolacija mora biti mehanički i električno pojačana;
- 3) normalno dozvoljeno naprezanje ne sme da prelazi 1/3 prekidne čvrstoće provodnika i zaštitne užadi.

Ako je raspon ukrštanja ograničen nosećim stubovima, mora se proveriti udaljenost kad u prelaznom rasponu ostaje dodatno opterećenje, a u susednim rasponima nema dodatnog opterećenja na provodnicima i zaštitnoj užadi. Dozvoljena sigurnosna visina mora da iznosi 2,0 m.

25. Antene predajnih i prijemnih stanica

Član 151.

Prelazak voda preko antena predajnih i prijemnih radio-stanica nije dozvoljen.

26. Ukrštanje visokonaponskog voda sa drugim visokonaponskim vodovima i njihovo međusobno približavanje

Član 152.

Sigurnosna visina voda iznosi 2,5 m, a sigurnosna udaljenost 1,0 m.

Uslovi iz stava 1. ovog člana moraju biti ispunjeni i kad na gornjem vodu ima dodatnog opterećenja, a na donjem vodu nema.

Odredba stava 2. ovog člana odnosi se i na proveravanje maksimalnog otklona provodnika donjeg voda.

Vod višeg napona postavlja se, po pravilu, iznad voda nižeg napona.

Gornji vod mora se izgraditi sa električno pojačanom izolacijom.

Član 153.

Najmanja međusobna udaljenost provodnika paralelnih vodova mora biti jednaka udaljenosti D iz čl. 30. i 32. ovog pravilnika. Pri najvećem odklonu provodnika jednog voda zbog dejstva vetra, mora se proveriti da međusobna udaljenost provodnika paralelnih vodova nije manja od sigurnosnih razmaka za viši napon, s tim da ne sme biti manja od 70 cm kad provodnici drugog voda nisu otklonjeni.

Član 154.

Ako su dva voda ili više vodova na raznim visinama zajedničkih stubova, vod višeg napona postavlja se iznad voda nižeg napona.

27. Ukrštanje visokonaponskog voda sa niskonaponskim vodom i njihovo međusobno približavanje

Član 155.

Prelazak niskonaponskog voda preko visokonaponskog voda nije dozvoljen.

Sigurnosna visina voda iznosi 2,5 m, a sigurnosna udaljenost 2,0 m.

Gornji vod mora se izgraditi sa električnom pojačanom izolacijom.

Član 156.

Iznad niskonaponskih provodnika moraju se postaviti dva obostrano uzemljena sigurnosna užeta čija računsa sila kidanja (mehanička čvrstoća) iznosi najmanje 1000 daN.

Član 157.

Zaštitna užad iznad niskonaponskih vodova ne moraju se postavljati ako su za visokonaponski vod ispunjeni sledeći uslovi:

- 1) da je izolacija u rasponu ukrštanje električno i mehanički pojačana izolacija;
- 2) da normalno dozvoljeno naprezanje ne prelazi 1/3 prekidne čvrstoće provodnika i zaštitne užadi;
- 3) da je raspon ukrštanja ograničen nosećim stubovima, a sigurnosna visina iznosi najmanje 2 m i kad u prelaznom rasponu postoji dodatno opterećenje, a u susednim rasponima nema dodatnog opterećenja na provodnicima i zaštitnoj užadi.

Član 158.

Ako uslovi iz čl. 156. i 157. ovog pravilnika nisu ispunjeni, vod niskog napona treba postaviti u kabl ili ga izmestiti.

Član 159.

Najmanja međusobna udaljenost provodnika paralelnih vodova mora biti jednaka udaljenosti D iz čl. 30. i 32. ovog pravilnika.

Pri najvećem odklonu provodnika jednog voda zbog dejstva vetra mora se proveriti da međusobna udaljenost provodnika paralelnih vodova nije manja od sigurnosnog razmaka za viši napon, s tim da ne sme biti manja od 70 cm kad provodnici drugog voda nisu otklonjeni.

Član 160.

Ako na zajedničkim stubovima ima više vodova na raznim visinama, visokonaponski vodovi moraju se postaviti iznad niskonaponskih vodova.

Niskonaponski vod mora se opremiti odvodnicima prenapona na početku i na kraju deonice voda koja je na zajedničkim stubovima sa visokonaponskim vodom, kao i na svakom eventualnom ogranku.

28. Ukrštanje nadzemnog elektroenergetskog voda sa telekomunikacionim vodom i njihovo međusobno približavanje

Član 161.

Na mestu ukrštanja nadzemnog elektroenergetskog voda sa telekomunikacionim vodom sigurnosna visina između najnižeg provodnika elektroenergetskog voda i najvišeg provodnika telekomunikacionog voda iznosi:

- 1) za vodove napona 400 kV.....5,5 m;
- 2) za vodove napona 220 kV.....4,0 m;
- 3) za vodove napona od 35 kV do 110 kV.....3,0 m;
- 4) za vodove napona od 1 kV do 35 kV.....2,5 m.

Član 162.

U rasponu ukrštanja nadzemnog elektroenergetskog voda sa telekomunikacionim vodom izolacija mora biti mehanički i električno pojačana.

Član 163.

Na mestu ukrštanja nadzemnog elektroenergetskog voda sa telekomunikacionim vodom nije dozvoljeno postavljanje zaštitne mreže iznad telekomunikacionog voda.

Član 164.

U rasponu ukrštanja nadzemnog elektroenergetskog voda sa telekomunikacionim vodom nije dozvoljeno nastavljanje provodnika, odnosno zaštitne užadi.

Član 165.

Na stubovima raspona ukrštanja elektroenergetskog voda sa telekomunikacionim vodom nije dozvoljena upotreba iskočnih i kliznih stezaljki.

Član 166.

Ugao ukrštanja nadzemnog elektroenergetskog voda sa telekomunikacionom vodom, po pravilu, ne sme biti manji od 45°, s tim da se izuzetno može smanjiti do 30°.

Član 167.

Ako elektroenergetski vod nema zaštitno uže, na stubovima telekomunikacionih vodova koji se nalaze na krajevima raspona ukrštanja sa nadzemnim elektroenergetskim vodom moraju se postaviti gromobrani čije uzemljenje, po pravilu, treba da ima električnu otpornost manju od 25 Ω.

Član 168.

U zateznom polju ukrštanja nadzemnog elektroenergetskog voda sa telekomunikacionim vodom najmanji dozvoljeni preseki provodnika i zaštitne užadi iznose:

- 1) za bakar i čelik.....16 mm²;
- 2) za al-čelik.....25 mm²;
- 3) za aluminijum i legure aluminijuma.....35 mm².

Upotreba jednožičnih provodnika i zaštitne užadi nije dozvoljena.

Član 169.

Raspon ukrštanja nadzemnog elektroenergetskog voda sa telekomunikacionim vodom, po pravilu manji je od susednih raspona, ili se stubovi u rasponu ukrštanja proračunavaju za veći raspon.

Član 170.

Na mestima približavanja vodova, horizontalna udaljenost između najbližih provodnika oba voda mora biti jednaka visini viših stubova, uvećanoj za 3,0 m.

Izuzetno od odredbe stava 1. ovog člana, dozvoljena je horizontalna udaljenost jednaka sigurnosnoj visini iz člana 161. ovog pravilnika, s tim da izolacija voda bude mehanički i električno pojačana.

Član 171.

Pri približavanju vodova na krivinama moraju se preduzeti mere protiv dodira otkinutih provodnika, i to:

- 1) raspon se mora smanjiti tako da otkinuti provodnik spoljnog voda ostane udaljen najmanje 3,0 m od najbližeg provodnika unutrašnjeg voda; ili
- 2) učvršćenje provodnika na potpornim izolatorima (sigurnosni stremeni ili slično) mora se pojačati.

Član 172.

Odredbe čl. 170. i 171. ovog pravilnika primenjuju se i na telekomunikacione vodove za koje su upotrebljeni nadzemni (vazdušni) kablovi.

Član 173.

Telekomunikacioni kablovi položeni u zemlju moraju se udaljiti od stubova elektroenergetskih vodova najmanje 10,0 m za nazivne napone do 110 kV, 15,0 m za nazivni napon 220 kV, a 25,0 m za nazivni napon 400 kV.

Ako se ne mogu ispuniti uslovi iz stava 1. ovog člana, dozvoljeno je da se telekomunikacioni kablovi polože najmanje na 1 m od stubova elektroenergetskih vodova nazivnog napona do 35 kV.

Član 174.

Postavljanje telekomunikacionih vodova na stubovima nadzemnih elektroenergetskih vodova nije dozvoljeno, osim ako taj telekomunikacioni vod služi za signalizaciju i telekomunikacije u elektroenergetskim mrežama.

Član 175.

Horizontalna udaljenost najbližeg provodnika elektroenergetskog voda do stuba telekomunikacionog voda ne sme iznositi manje od 5,0 m. Taj uslov mora biti ispunjen ako visinska razlika između najbližih provodnika oba voda iznosi najmanje 10,0 m.

Horizontalna udaljenost stuba elektroenergetskog voda od najbližeg provodnika telekomunikacionog voda ne sme biti manja od 2,0 m.

Član 176.

Ako su na mestu ukrštanja telekomunikacioni vodovi izvedeni kao kablovski, horizontalna projekcija udaljenosti najbližeg provodnika nadzemnog elektroenergetskog voda od najbližeg stuba koji nosi telekomunikacione vodove, odnosno izvod telekomunikacionog kabla mora biti najmanje jednaka visini stuba elektroenergetskog voda na mestu ukrštanja, povećanoj za 3,0 m.

29. Prelazak telekomunikacionog voda preko nadzemnog elektroenergetskog voda

Član 177.

Prelazak telekomunikacionog voda preko nadzemnog elektroenergetskog voda nije dozvoljen.

30. Žičare

Član 178.

Pri ukrštanju elektroenergetskog voda sa žičarom (iznad ili ispod žičare), sigurnosna udaljenost u najnepovoljnijem položaju delova žičare i provodnika iznosi 5,0 m.

Član 179.

Pri prelasku elektroenergetskog voda preko žičare izolacija mora biti mehanički i električno pojačana.

Član 180.

U rasponu ukrštanja elektroenergetskog voda sa žičarom nije dozvoljeno nastavljanje provodnika i zaštitne užadi.

Ugao ukrštanja elektroenergetskog voda sa žičarom mora biti manji od 30°.

Član 181.

U rasponu ukrštanja elektroenergetskog voda sa žičarom metalni delovi susednih nosećih konstrukcija žičare moraju se uzemljiti.

31. Metalne i žičane ograde

Član 182.

Metalne i žičane ograde koje se nalaze oko objekata u kojima se zadržava veći broj lica ili služe za stanovanje ne smeju se postavljati u blizini čeličnih i armiranobetonskih stubova. Njihova udaljenost mora iznositi najmanje $0,7 U_U$ (cm), s tim što ne sme biti manja od 20 cm, gde je U_U nazivni napon (kV).

Za vodove nazivnog napona 110 kV i više, potrebno je sračunavanje ili merenje indukovanih napona pri normalnom pogonu dalekovoda.

Ako je indukovani napon prema zemlji veći od 65 V, moraju se preduzeti posebne mere zaštite (uzemljenje, galvansko odvajanje delova ograde, zamena ograde ili slično). Ako se zaštita vrši uzemljenjem, otpornost uzemljenja ne sme biti veća od 25 Ω .

Sigurnosna udaljenost voda od metalne i žičane ograde iznosi 3,0 m.

32. Žičane mreže

Član 183.

Sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost od žičane mreže u poljima zasejanim hmeljom, vinogradima i voćnjacima iznose 3,75 m.

Član 184.

Izolacija voda mora biti električno pojačana.

Izuzetno od odredbe stava 1. ovog člana, dozvoljena je primena samo jednog potpornog izolatora za prvi viši stupanj izolacije, s tim da se primeni sigurnosno učvršćivanje provodnika na izolatore.

Član 185.

Najmanji dozvoljeni preseći provodnika i zaštitnih užadi određuju se prema članu 168. ovog pravilnika.

Član 186.

Za vodove nazivnog napona 110 kV i više, primenjuju se odredbe st. 2. i 3. člana 182. ovog pravilnika.

33. Gasovodi, naftovodi, parovodi i sl.**Član 187.**

Ako su gasovodi, naftovodi, parovodi i sl. postavljeni nadzemno, sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost voda iznose 8,0 m.

Izolacija voda mora biti mehanički i električno pojačana.

Član 188.

Sigurnosna udaljenost voda meri se od gasovoda, naftovoda, parovoda ili sličnog objekta, kao i od njegove noseće metalne konstrukcije.

Član 189.

Ugao ukrštanja voda ne sme biti manji od 30°.

Član 190.

Na mestu ukrštanja voda i cevovoda, nadzemni cevovod mora biti uzemljen na odgovarajući način.

Član 191.

Ako se vod postavlja paralelno sa nadzemnim gasovodom, naftovodom ili sličnim objektima, sigurnosna udaljenost tog voda ne sme biti manja od visine stuba uvećane za 3,0 m.

Izuzetno od odredbe stava 1. ovog člana, dozvoljena je manja sigurnosna udaljenost pod uslovom da se preduzmu mere koje se preduzimaju pri ukrštanju elektroenergetskog voda sa cevovodima prema članu 187. ovog pravilnika.

34. Stogovi i sušare**Član 192.**

Pri prelasku voda preko stogova i sušara, sigurnosna visina iznosi najmanje 12,0 m, a sigurnosna udaljenost mora da iznosi najmanje 5,0 m bez obzira na nazivni napon voda.

Član 193.

Odredbe čl. 103. i 110. ovog pravilnika primenjuju se i za zgrade u kojima se suši seno, žitarice i sl. (senjaci, ambari i koševi).

35. Groblja**Član 194.**

Postavljanje stubova na grobljima nije dozvoljeno.

Pri prelasku voda preko groblja, na stubovima u rasponu ukrštanja izolacija mora biti mehanički i električno pojačana.

36. Aerodromi i helidromi

Član 195.

Vodovi ne smeju prelaziti preko aerodroma.

Udaljenost voda od poletno-sletne staze ne sme biti manja od 1000 m, s tim što se pravac poletno-sletne staze ne sme presecati na udaljenosti manjoj od 3000 m.

Udaljenosti iz stava 2. ovog člana mogu se smanjiti zavisno od terenskih uslova i namene aerodroma.

Vodovi ne smeju da prelaze preko helidroma niti da se približavaju osnovnim pravcima poletanja i sletanja na udaljenosti manjoj od 1000 m, a u ostalim pravcima ta udaljenost ne sme biti manja od 200 m.

37. Protivgradne stanice

Član 196.

Vodovi ne smeju prelaziti preko protivgradnih stanica.

Udaljenost voda od protivgradne stanice ne sme biti manje od 200 m po horizontali, s tim što provodnici i zaštitna užad moraju biti u nižoj ravni od protivgradne stanice.

38. Železničke pruge koje nisu predviđene za elektrifikaciju sa nadzemnim kontaktnim vodom

Član 197.

Najmanji dozvoljeni preseki provodnika i zaštitne užadi u polju ukrštanja iznose:

- 1) za uže od bakra i čelika.....16 mm²;
- 2) za uže od aluminijuma.....35 mm²;
- 3) za uže od drugih materijala.....25 mm².

Član 198.

Najveće naprezanje na zatezanje (horizontalna komponenta), koje u provodniku nastaje u najnepovoljnijim uslovima, mora se u odnosu na normalno dozvoljeno naprezanje materijala prema članu 20. ovog pravilnika smanjiti, i to: - za elektroenergetske vodove nazivnog napona do 50 kV na 2/3, a za elektroenergetske vodove nazivnog napona većeg od 50 kV na 85%.

Član 199.

Pri trostrukom normalnom dodatnom opterećenju mora se proveriti da naprezanje provodnika u tački učvršćenja ne prelazi vrednost izuzetnog dozvoljenog napreznja materijala prema članu 20. ovog pravilnika.

Član 200.

U rasponu ukrštanja voda nije dozvoljeno nastavljanje provodnika i zaštitne užadi.

Član 201.

U zateznom polju ukrštanja voda izolacija mora biti mehanički pojačana.

Radi pojačane mehaničke sigurnosti na potpornim izolatorima, nije dozvoljeno postavljanje izolatora jednog ispod drugog.

Član 202.

U rasponu ukrštanja voda izolacija mora biti i električno pojačana.

Izolatorski lanci za napone od 35 kV ili više napone moraju biti uzemljeni i zaštitnom armaturom zaštićeni od preskoka.

Odredba stava 2. ovog člana ne odnosi se na izolatorske lance na drvenim stubovima.

Član 203.

Na nosećim stubovima zateznog polja ukrštanja voda nije dozvoljena upotreba iskočnih stezaljki.

Član 204.

U zateznom polju ukrštanja dozvoljena su najviše tri noseća stuba.

Član 205.

U zateznom polju ukrštanja voda nazivnog napona do 20 kV sa železničkom prugom mogu se za noseće stubove upotrebiti prosti drveni stubovi uklješteni u posebne nogare ili dvostruki drveni stubovi na kojima ne sme biti skretanja trase.

Za zatezne stubove moraju se upotrebiti A stubovi ili drugi odgovarajući tipovi stubova.

Član 206.

Za vodove nazivnog napona većeg od 20 kV dozvoljeni su i drveni A stubovi samo u pravoj trasi voda, a izuzetno i za ugao skretanja do 5°, s tim što se stabilnost mora računski proveriti. Za zatezne stubove moraju se upotrebiti stubovi tipa piramide ili drugih odgovarajućih tipova.

Član 207.

U zateznom polju ukrštanja nije dozvoljeno usidrenje stubova za vodove nazivnog napona do 20 kV.

Član 208.

Na stubove u rasponu ukrštanja nadzemnih vodova nije dozvoljeno postavljanje transformatora i uljnih prekidača, kao ni prekidača kod kojih mogu nastati otvoreni električni lukovi.

Član 209.

Stubovi raspona ukrštanja moraju se proveriti za normalno i vanredno opterećenje prema čl. 67. do 70. ovog pravilnika, a zatezni stubovi moraju se proveriti i za sledeća opterećenja:

- 1) težinu stuba, izolatora, pribora, provodnika i zaštitne užadi;
- 2) težinu dodatnog opterećenja na provodnicima i zaštitnoj užadi;
- 3) silu zatezanja svih provodnika i zaštitne užadi u polju ukrštanja, a za vodove sa provodnicima u snopu - silu zatezanja svih provodnika u snopu i zaštitne užadi u polju ukrštanja.

Član 210.

Na stubovima u polju ukrštanja nadzemnog voda moraju se uzemljiti svi metalni delovi koji služe za učvršćenje izolatora.

Član 211.

Odredbe čl. 81. do 84. ovog pravilnika primenjuju se i za otpornost uzemljenja voda.

Izuzetno od odredbe stava 1. ovog člana, otpornost uzemljenja voda može se ostvariti paralelnim spajanjem nekoliko uzemljenja preko zaštitne užadi.

Član 212.

Sigurnosna visina voda od gornje ivice šine mora da iznosi 7,0 m.

Član 213.

Ako u zateznom polju ukrštanja postoje noseći stubovi moraju se proveriti sigurnosne visine iz člana 161. ovog pravilnika za telekomunikacione vodove i člana 212. ovog pravilnika ako u rasponu ukrštanja ostane dodatno opterećenje, a u susjednim rasponima nema dodatnog opterećenja na provodnicima i zaštitnoj užadi. U tom slučaju, sigurnosna visina može biti manja za 1,0 m od vrednosti utvrđene u čl. 161. i 212. ovog pravilnika.

Član 214.

Ugao ukrštanja ne sme biti manji od 45°, s tim što se, izuzetno, može smanjiti do 30° za vodove nazivnog napona od 35 kV i više.

Član 215.

Ako se vodovi postavljaju iznad staničnih perona, istovarnih rampi i drugih istovarnih površina, sigurnosna visina voda od gornje ivice šina ne sme biti manja od 12,0 m.

Član 216.

Pri ukrštanju ili približavanju voda i železničke pruge, najmanja horizontalna udaljenost bilo kog dela stuba od najbliže železničke šine treba da iznosi 10,0 m, s tim što se izuzetno može smanjiti na 5,0 m.

Član 217.

Ako se vod približi koloseku železničke pruge tako da je horizontalna udaljenost između najbližeg provodnika i najbliže šine manja od 5,0 m, moraju se preduzeti mere zaštite kao da vod prelazi preko železničke pruge, osim u pogledu sigurnosne visine.

39. Elektrificirane železničke pruge sa nadzemnim kontaktnim vodovima

Član 218.

Odredbe čl. 197. do 204, čl. 207. do 211. i čl. 213. do 217. ovog pravilnika primenjuju se i na elektrificirane železničke pruge sa nadzemnim kontaktnim vodovima.

Udaljenost stuba od najbliže železničke šine iznosi 15,0 m, a upotreba drvenih stubova nije dozvoljena.

Sigurnosna visina voda za pruge koje su predviđene za elektrifikaciju, za koje ne postoje podaci o visini kontaktnih vodova na mestu ukrštanja sa elektroenergetskim vodom, mora da iznosi 12,0 m.

Sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost nadzemnih elektroenergetskih vodova od kontaktnih vodova određuju se prema odredbama čl. 152. do 154. ovog pravilnika.

40. Industrijske pruge i koloseci

Član 219.

Sigurnosna visina voda od gornje ivice šina iznosi 7,0 m, a za pruge sa kontaktnim vodom određuje se prema odredbama člana 218. ovog pravilnika.

Član 220.

Za pruge bez kontaktnog voda izolacija mora biti mehanički pojačana, a za pruge sa kontaktnim vodom izolacija mora biti i električno pojačana.

Član 221.

Na nosećim stubovima raspona ukrštanja voda i pruge nije dozvoljena upotreba iskočnih stezaljki.

Član 222.

Ugao ukrštanja, po pravilu, ne sme biti manji od 30°, ali se može smanjiti ispod 30° za vodove nazivnog napona od 10 kV i više.

Član 223.

U pogledu udaljenosti bilo kog dela stuba od železničkog koloseka pri ukrštanju voda i pruge primenjuju se odredbe člana 216. ovog pravilnika.

41. Staklenici i staklene bašte

Član 224.

Odredbe člana 103. ovog pravilnika primenjuju se i za prelaske elektroenergetskih vodova preko staklenika i staklenih bašti.

IX. DRVENI STUBOVI

1. Određivanje dimenzija

Član 225.

Pri statičkom proračunu uzima se da je drveni stub potpuno prav i da je povećanje prečnika stuba na debljem kraju u skladu sa propisom o jugoslovenskom standardu za drvene stubove za nadzemne elektroenergetske vodove.

Član 226.

Naprezanje stuba ili njegovih delova od sila zatezanja, odnosno pritiska, koje je ravnomerno raspoređeno po preseku, ne sme prelaziti vrednosti iz tabele 10.

Tabela 10

Vrsta naprezanja	Zatezanje ili savijanje		Pritisak u pravcu vlakana		Pritisak upravno na pravac vlakana		Smicanje u pravcu vlakana		Smicanje upravno na pravac vlakana	
	meko drvo	tvrd drvo	meko drvo	tvrd drvo	meko drvo	tvrd drvo	meko drvo	tvrd drvo	meko drvo	tvrd drvo
Najveće dozvoljeno naprezanje daN/cm ²	150	190	110	120	40	50	15	20	30	40

Vrednosti navedene u tabeli 10 određene su prema zateznoj čvrstoći mekog drveta od 550 daN/cm², odnosno tvrdog drveta od 850 daN/cm².

Pri vanrednom opterećenju elektroenergetskog voda prema članu 66. stav 3. ovog pravilnika vrednosti u tabeli 10 mogu se povećati za 25%.

Član 227.

Pri naprezanju stuba i njegovih delova na savijanje, maksimalno ivično naprezanje ne sme prelaziti dozvoljeno naprezanje na savijanje prema tabeli 10 iz člana 226. ovog pravilnika.

Slabljenje preseka zbog rupa za vijke, moždanike i dr. mora se uvek uzeti u obzir pri delovanju sile zatezanja.

Član 228.

Naprezanje stuba i njegovih delova na izvijanje, izračunato prema sledećim obrascima, ne sme prelaziti vrednost dozvoljenog naprezanja na pritisak.

Naprezanje na izvijanje proračunava se po obrascu:

$$\delta_i = \frac{\omega \cdot F}{S} \leq \delta_t$$

gde je:

ω - koeficijent izvijanja;
 F - najveća aksijalna sila (daN);
 S - neoslabljeni presek, u cm^2 .

Koeficijent ω određuje se s obzirom na vitkost štapa, i to:

$$\text{za } \lambda \leq 75 \text{ vredi } \omega = \frac{1}{1 - 0,8 (\lambda/100)^2}$$

$$\text{za } \lambda > 75 \text{ vredi } \omega = \frac{\lambda^2}{3100}$$

Izvijanje iz stava 1. ovog člana proračunava se za ravan izvijanja koja je najnepovoljnija.

Vitkost običnog stuba proračunava se po sledećem obrascu:

$$\lambda = \frac{l_i}{i}$$

gde je:

l_i - dužina izvijanja;

i - poluprečnik izvijanja $i = \sqrt{\frac{J}{S}}$ ---;

J - moment inercije preseka u pravcu izvijanja za koji vredi l_i (mala lokalna slabljenja ne uzimaju se u obzir);

S - površina preseka bez obzira na mala lokalna oslabljenja, u cm^2 .

Kao dužina izvijanja za ukopane A stubove uzima se razmak od sredine klina i vijka na vrhu do polovine ukopane dužine, a za ukopane trokrake, odnosno četvorokrake piramide - razmak od sredine klina ili vijka na vrhu do poprečnog spoja, odnosno od poprečnog spoja do polovine ukopane dužine.

Za stubove sa nogarima, kao dužina izvijanja uzima se razmak od sredine klina na vrhu, odnosno poprečnog spoja do polovine razmaka između vijaka koji spajaju nogare sa stubom.

Član 229.

Za dvostruke stubove koji po svojoj izradi ne ispunjavaju uslove iz člana 236. ovog pravilnika, može se uzeti da imaju dvostruki moment otpora jednostrukog stuba.

Za dvostruke stubove koji ispunjavaju uslove iz člana 236. ovog pravilnika, uzima se da imaju trostruki moment otpora jednostrukog stuba ako pravac sile leži u ravni koja prolazi kroz ose stuba.

2. Spajanje

Član 230.

Sredstva za spajanje stubova treba da onemoguće međusobno pomicanje pojedinih elemenata složenih stubova i ta sredstva moraju imati vrednosti maksimalnih sila kojima se mogu opteretiti spojevi vijcima navedenim u tabeli 11.

Tabela 11

Način spajanja	Element spoja	Maksimalno opterećenje daN	
		za meko drvo	za tvrdo drvo
Dvosečan spoj	Unutrašnje drvo	$360 d^{2x)}$	$450 d^2$
	Spoljašnje drvo	$260 d^2$	$300 d^2$
Jednosečan spoj	Jedan ili drugi	$170 d^2$	$200 d^2$

x) d - prečnik spojivog vijka, u cm.

Član 231.

Ako sila dejstvuje koso na pravac vlakana, pod uglom α sa pravcem vlakana (član 230), vrednosti iz tabele 11 množe se sledećim faktorom k:

$\alpha = 0^\circ$	15°	30°	45°	60°	85°	90°
k = 1,00	0,95	0,91	0,87	0,83	0,79	0,75

Član 232.

Ispod glave i ispod navrtke svakog vijka mora se postaviti okrugla podložna pločica prečnika $3,5 d$, odnosno kvadratna pločica iste tolike dužine strana, gde je d - prečnik vijka. Debljina pločice mora iznositi oko $1/10$ njene strane (prečnika), ali ne sme biti manja od 4 mm.

Član 233.

Međusobni razmak između vijaka, kao i razmak od vijaka do kraja štapa, u pravcu sile zatezanja, mora iznositi najmanje 7 prečnika vijka, ali ne sme biti manji od 10 cm.

Član 234.

Moždanici stubova izrađuju se od tvrdog drveta. Pritisak između drveta i moždanika ne sme biti veći od pritiska dozvoljenog prema tabeli 10 iz člana 226. ovog pravilnika, pod uslovom da dužina moždanika nije manja od petostruke dubine zaseka.

Svi delovi spojeni moždanicima moraju biti međusobno stegnuti vijcima.

Član 235.

A stubovi se moraju na gornjem kraju spojiti bar jednim moždanikom od tvrdog drveta.

Približno u sredini slobodne dužine stuba mora se postaviti bar jedna poprečna spojnica. Spojnica se sastoji od dva četvrtasta ili poluokrugla drveta i na obe strane pričvršćuje se vijcima za stub, ili se sastoji od jednog okruglog drveta čiji prečnik ne sme biti manji od prečnika stuba na vrhu, a steže se vijkom najmanje M 20, postavljenim odmah ispod spojnice i paralelno s njom.

Na donjem kraju stuba postavljaju se klešta čije su gredice spojene sa stubovima, vijcima prečnika najmanje M 20.

Član 236.

Dvostruki stubovi spojeni moždanicima moraju imati po jedan moždanik na svakom kraju, a zavisno od dužine stuba još 2 do 4 moždanika po dužini, i to tako postavljena da se rupama za vijke i moždanike ne oslabi stub oko opasnog preseka. Neposredno uz svaki moždanik mora se postaviti najmanje po jedan spojni vijak. Za dvostruke stubove prečnika 16 cm na vrhu, spojni vijci moraju biti najmanje M 16, a za deblje stubove najmanje M 20.

Član 237.

Umesto moždanika mogu se upotrebiti i druga sredstva iste mehaničke vrednosti (npr. buldog-pločice).

3. Mere i oblik stubova

Član 238.

Najmanji dozvoljeni prečnik stuba na tanjem kraju mora da iznosi, i to:

- 1) jednostrukih stubova i elemenata složenih stubova
koji su opterećeni..... 16 cm;
- 2) pomoćnih elemenata složenih stubova 14 cm;
- 3) A stubova i dvostrukih stubova spojenih moždanicima..... 15 cm;
- 4) nogara.....18 cm.

Član 239.

Prečnik stubova meri se na 30 cm od vrha, a određuje se na osnovu izmerenog obima stuba.

Član 240.

Stubovi za elektroenergetske vodove moraju biti pravi. Smatra se da je stub prav ako razmak od konopca zategnutog između vrha stuba i mesta na kome stub izlazi iz zemlje do površine stuba ni na jednom mestu nije veći od poluprečnika stuba na izmerenom mestu.

4. Zaštita od truljenja i korozije

Član 241.

Sve vrste drvenih stubova za elektroenergetske vodove, osim stubova koji po svojoj prirodi nisu podložni truljenju, impregnišu se podesnim sredstvima da bi se obezbedila njihova trajnost.

Zaštita drvenih stubova, u smislu stava 1. ovog člana, mora biti u skladu sa jugoslovenskim standardima za zaštitu drvenih stubova.

Član 242.

Svi rezovi i rupe na stubu moraju se zaštititi od razaranja.

Nije dozvoljeno direktno ubetoniranje stubova u temelje.

Čelični delovi koji su u dodiru sa drvenim stubovima moraju se zaštititi od korozije odgovarajućom zaštitom.

X. ČELIČNI STUBOVI

1. Način proračunavanja rešetkastih stubova

Član 243.

Rešetkasti stubovi proračunavaju se kao prostorne rešetkaste konstrukcije.

Ako se rešetkasti stubovi ne proračunavaju kao prostorne rešetkaste konstrukcije, sile koje deluju na stub rastavljaju se na komponente paralelne sa stranicama stuba, a proračunavanje elemenata vrši se prema čl. 244, 245. i 246. ovog pravilnika.

Član 244.

Pojasnici (ugaoni štapovi) rešetkastih stubova proračunavaju se na aritmetički zbir sila u odnosnim štapovima koje su prouzrokovane odnosnim komponentama.

Član 245.

Dijagonale rešetkastih stubova proračunavaju se prema silama prouzrokovanim onom komponentom koja je paralelna sa odnosnom stranom stuba.

Član 246.

Moment torzije od spojnih sila na rešetkastim stubovima pravougaonog preseka može se zameniti sa dva jednaka para sila koje deluju u međusobno paralelnim stranama preseka u ravni dejstvanja torzionog momenta. Takav način proračunavanja primenjuje se ako odnos strana preseka iznosi najviše 1,5, ako stub ima oblik zarubljene piramide i ako su u ravni dejstvanja torzionog momenta ugrađena horizontalna učvršćenja u okviru preseka stuba.

Član 247.

Za pojasnike koji su prema projektu napregnuti aksijalnim silama pritiska, eventualna ekscentričnost tih sila može se zanemariti.

Član 248.

Za štapove ispune, koji su prema projektu napregnuti aksijalnim silama pritiska, ekscentričnost tih sila može se zanemariti kad se štap sastoji od jednog ugaonika koji je na ugaone štapove ili na čvorni lim priključen samo jednim krakom.

2. Način izrade rešetkastih stubova

Član 249.

Najmanje dozvoljene mere nosećih elemenata čeličnih rešetkastih stubova navedene su u tabeli 12.

Pošto je najmanji prečnik vijka 12 mm, ugaonici L 30 x 30 x 3 i pljosnati čelik širine 30 mm mogu se spajati samo varenjem ili zakovicama.

Član 250.

Najveće dozvoljene mere zakovica i vijaka, zavisno od širine krakova ugaonika, date su u tabeli 13.

Spajanje se može izvesti i jednom zakovicom, odnosno jednim vijkom.

Tabela 12

Element	Oblik	Najmanje mere, mm	
Ugaonici		profil	30x30x3
Pljosnati čelik, neoslabljen		širina b	30
Hladno oblikovani profili		debljina δ	3
		širina b	30

Pljosnati čelik oslabljen najviše jednom rupom za zakovice ili vijke		debljina δ	4
Cevi	ako vlaga može prodreti u cev	debljina zida δ	4
	ako su sigurno zaštićene od korozije	debljina zida δ	2,5
Okrugli čelik za prednapregnute dijagonale	u najnižem polju	prečnik d	8
	u ostalim poljima	prečnik d	6
Zakovice		prečnik rupe d_1	11
Vijci		prečnik navoja d	12
Varovi	na sastavima ugaonika i pljosnatog čelika	dužina l	40
		debljina vara a	3
	na sastavima cevi	dužina l	40
		debljina vara a	3

Tabela 13

u mm

Mere,

Ugaonici	Najmanja širina kraka	35	45	50	60	70	75	80
Zakovice	Prečnik rupe d_1	11	14	17	20	23	26	29
Vijci	Prečnik navoja d	12	14	16	20	24	27	30
	Prečnik rupe d_1	13	15	17	22	26	28	32

Član 251.

Razmaci za veze pomoću zakovica, odnosno vijaka navedeni su u tabeli 14.

Tabela 14

Razmak	Najmanji razmak		Najveći razmak	
	redovno	izuzetno	noseće veze	konstrukcione veze
Između dve susedne zakovice ili upasovana vijka, bez obzira na pravac sile	3,0 d_1	2,5 d_1	6 d_1	8 d_1 ili 20 δ
Između dva susedna vijka, bez obzira na pravac sile	4,0 d_1	3,5 d_1	6 d_1	8 d_1 ili 20 δ
Od sredine zakovice ili vijka do ivice elementa u pravcu sile	1,8 d_1	1,5 d_1	3 d_1	4 d_1 ili 8 δ
Od sredine zakovice ili vijka do ivice elementa, upravno na pravac sile	1,5 d_1	1,2 d_1	3 d_1	4 d_1 ili 8 δ

Član 252.

Pri spajanju štapova zavarivanjem, materijal mora biti zavarljiv, a težište varova mora se poklapati sa težišnom linijom priključnog štapa.

Član 253.

Izrada rupa za zakovice i vijke probijanjem bez naknadnog provrtanja dozvoljena je samo ako debljina elementa ne iznosi više od 10 mm, u protivnom, mora se, u skladu sa odgovarajućim propisima za čelične konstrukcije, ispitivanjem dokazati da pri probijanju oštećenja debljih elemenata ne dolazi do oštećenja nosećih elemenata.

Član 254.

Navrtke vijaka moraju se obezbediti od odvrtanja.

3. Koeficijenti sigurnosti i određivanje dimenzija

Član 255.

Za proračunavanje konstrukcija stuba primenjuju se koeficijenti sigurnosti, zavisno od slučaja opterećenja, i to:

- 1) 1,50 - za normalno opterećenje;
- 2) 1,10 - za vanredno opterećenje (prekid provodnika ili zaštitnog užeta).

Član 256.

Dimenzije elemenata stubova određuju se u skladu sa propisima o jugoslovenskim standardima za čelične konstrukcije.

4. Stubovi izrađeni od cevi

Član 257.

Za izradu stubova mogu se upotrebiti čelične cevi.

Član 258.

Za ukleštene stubove izrađene od jedne cevi ili odgovarajućeg poligonalnog preseka primenjuju se koeficijenti sigurnosti, zavisno od slučaja opterećenja, i to:

- 1) 1,65 - za normalno opterećenje;
- 2) 1,30 - za vanredno opterećenje.

5. Zaštita od korozije

Član 259.

Za delove čeličnih stubova koji su iznad zemlje, zaštita od korozije može se postići zaštitnim premazom protiv korozije ili metalnim prevlakama.

Član 260.

Za prevlake od cinka treba primeniti pocinkovanje toplim postupkom ako to oblik čeličnih delova dozvoljava, a može se vršiti i metalizacija.

Član 261.

Navoji i navrtke pocinkovani vrućim postupkom mogu se obrađivati samo ako je moguće njihovo neometano navijanje.

Član 262.

Čelični delovi koji su u zemlji moraju se zaštititi premazivanjem bitumenom ili nekim drugim odgovarajućim sredstvom.

Član 263.

Čelični delovi koji se nalaze u betonu ne moraju se zaštititi od korozije. Premazivanje čeličnih delova zaštitnim sredstvima koja smanjuju priljublivanje betona i čelika nije dozvoljeno ako to nije uzeto u obzir prilikom proračuna.

Član 264.

Na stubovima od čeličnih cevi svi varovi moraju biti nepropusni da bi se izbeglo prodiranje i zadržavanje vlage u cevi. Ako cevi nisu nepropusno zatvorene, unutrašnje zidove cevi treba premazati bitumenom ili drugim zaštitnim sredstvima istog dejstva.

Član 265.

Ako je raspored elemenata na stubu takav (hod dijagonala i horizontala veći od 60 cm) da je otežano penjanje radnika, moraju se predvideti penjalice, s tim da prva penjalica ne sme biti na visini manjoj od 2,5 m iznad terena.

XI. ARMIRANOBETONSKI STUBOVI**1. Opšte odredbe****Član 266.**

Pri izradi stubova od armiranog betona, pored odredaba ovog pravilnika primenjuju se i odredbe propisa o tehničkim normativima za beton i armirani beton, odnosno propisa o tehničkim normativima za prednapregnuti beton.

2. Određivanje dimenzija i konstruisanje stubova**Član 267.**

Sile i momenti za određivanje dimenzija stubova proračunavaju se na osnovu statičkog proračuna, s tim što se moraju uzeti u obzir naprezanja stubova prema čl. 65. do 70. ovog pravilnika i ostala naprezanja (npr. pri prenošenju i podizanju stubova).

Član 268.

Četvorougao i pravougaoni puni, razvijeni i šuplji koso opterećeni stubovi proračunavaju se za komponente u pravcu simetrale ili u pravcu dijagonala preseka, s tim što se naprezanja određuju aritmetičkim super-poniranjem.

Član 269.

Za uspravno livene stubove, određivanje dimenzija za usidrenje i nastavak na preklop glavne armature vrši se tako što se računski određene dužine povećavaju za 50%.

Mere iz stava 1. ovog člana treba povećati najmanje za 100% za usidrenje armature stuba u temelje, pod uslovom da se ne predviđa efikasnije obezbeđenje.

Član 270.

Pri određivanju dimenzija stubova za transport, podizanje i sl. naprezanja materijala koja tom prilikom nastaju ne smeju prekoračiti dozvoljena naprezanja propisana za vanredna opterećenja.

Član 271.

Dozvoljena naprezanja betona i čelika za armirano-betonske stubove navedena su u tabeli 15. Ako se upotrebe druge vrste čelika, potrebno je podneti dokaze o njihovoj čvrstoći i računati sa stepenom sigurnosti predviđenim za materijale navedene u tabeli 15.

Tabela 15

Presek bez obzira na oblik	Beton		Čelik	
	MB 20	MB 30	Č.0300	Č.0550 Č.0551
				RA 400/500

	Naprezanje na pritisak daN/cm ²								Naprezanje na zatezanje daN/cm ²					
	težišno		ivično		težišno		ivično		A	B	A	B	A	B
	A	B	A	B	A	B	A	B						
Preseci visine manje od 12 cm	45	60	65	85	65	85	90	115	1600	1900	1900	2400	2200	2900
Preseci visine najmanje 12 cm	55	70	80	105	80	105	120	155						

A - normalno opterećenje
B - vanredno opterećenje

Član 272.

Beton za izradu masivnih stubova ne sme biti marke niže od MB 20, a beton za stubove razvijenih, šupljih ili perforiranih preseka, kao i za sve montažne delove, ne sme biti marke niže od MB 30.

Član 273.

Sva naprezanja na zatezanje treba u celini da preuzme armatura. Kosa glavna naprezanja mogu iznositi najviše polovinu od dozvoljenih vrednosti za odnosnu marku betona.

3. Izrada stubova**Član 274.**

Pri izradi betona za stubove, pored propisane čvrstoće za odnosnu marku betona, mora se obezbediti i priljubljanje betona i čelika od najmanje 7,0 daN/cm².

Član 275.

Beton treba pripremiti u mešalici, a ako se priprema na centralnom mestu, mora se transportovati na odgovarajući način i ugraditi pre početka vezivanja.

Član 276.

Prilikom ugrađivanja beton se za sve stubove mora nabijati mašinski: vibratorima, pervibratorima, centrifugiranjem ili drugim opšteusvojenim postupkom.

Član 277.

Gotove površine betona, posle skidanja oplate, moraju biti glatke, bez šupljikavih mesta i gnezda. Ako nastanu hrapavosti, šupljine, gnezda i slično, moraju se popraviti neposredno posle skidanja oplate.

Član 278.

Gotovi stubovi moraju se prenositi i podizati tako da se ne oštete i da ne budu izloženi opterećenjima za koja nisu dimenzionisani. Manja oštećenja moraju se popraviti, a stubovi koji su toliko oštećeni da je ugrožena njihova stabilnost ne smeju se upotrebiti.

Član 279.

Ako se radi povećanja nepropusnosti spoljašnje površine betona ili radi boljeg izgleda stubovi premazuju (počokiraju) ili prskaju cementnim mlekom, to se mora izvršiti neposredno posle skidanja oplate.

Član 280.

Prilikom betoniranja stubova na terenu, za svaki stub mora se uzeti probna kocka, a pri serijskoj proizvodnji stubova probna kocka se uzima za svaki deseti stub.

Član 281.

Ako su za penjanje na stub predviđene fiksne penjalice od betonskog čelika, njihov prečnik ne sme biti manji od 18 mm i moraju se zaštititi od korozije. Prva penjalica ne sme biti niže od 2,5 m nad terenom.

XII. USIDRENJE STUBOVA

Član 282.

Usidrenje stubova dozvoljeno je pod sledećim uslovima:

- 1) konstrukcija usidrenog stuba, bez obzira na materijal, mora biti takva da raspodela opterećenja na usidrene i ostale delove stuba ostane uglavnom sačuvana i pri eventualnom malom popuštanju usidrenja;
- 2) usidrenje se izvodi pocinkovanim čeličnim užetom preseka najmanje 25 mm^2 , pri čemu pojedine žice užeta ne smeju biti tanje od 2 mm, ili od punog okruglog čelika, prečnika najmanje 8 mm.

Pri dimenzionisanju zatega primenjuju se koeficijenti sigurnosti u odnosu na granicu kidanja materijala, i to:

a) 2,6 - za normalno opterećenje;

b) 1,7 - za vanredno opterećenje;

- 3) dubina usidrenja mora biti takva da stepen sigurnosti na čupanje užeta za usidrenje iznosi najmanje 1,5.

Ugao površine omotača zemljanog tela uzima se iz tabele 16 člana 290. ovog pravilnika, s tim što se moraju uzeti u obzir dejstva uzgona, ako takva mogućnost postoji.

XIII. TEMELJI

1. Opšte odredbe

Član 283.

Stubovi nadzemnih vodova moraju se učvrstiti u tlu tako da bude obezbeđena dovoljna stabilnost i sprečeno nedozvoljeno pomicanje stubova pri predviđenom opterećenju. Pored geomehaničkih karakteristika tla, uzimaju se u obzir i sile koje dejstvuju na delove konstrukcije ispod površine tla (pritisak tla, trenje, uzgon i slično).

Član 284.

Pri izradi temelja stubova, pored odredaba ovog pravilnika, primenjuju se i odredbe propisa o tehničkim normativima za beton i armirani beton.

Član 285.

Ako temelji stuba leže neposredno uz kosine ili u kosinama strmih padina ili u vodoplavnim područjima, pri proračunavanju se mora voditi računa da se postigne ista sigurnost kao za temelje na ravnom terenu.

2. Fundiranje drvenih stubova

Član 286.

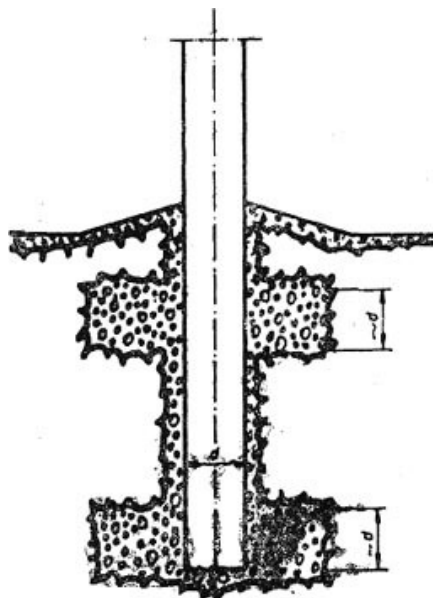
Prosti i dvostruki drveni stubovi ukopavaju se u tlo srednje vrste tako da mora biti ukopana najmanje 1/6 njihove ukupne dužine, ali ne manje od 1,60 m, ako po proračunu nije potrebna veća dubina ukopavanja. Jama oko stuba mora se ispuniti materijalom iskopa, uz čvrsto nabijanje u slojevima ne

višim od 30 cm. Srednjom vrstom tla smatra se vrsta tla koja je navedena u tabeli 16 pod C i F, iz člana 290. ovog pravilnika.

Član 287.

Radi postizanja potrebne stabilnosti, stubovi se, po potrebi, mogu ukleštiti u tlo pomoću dva venca od krupnog i čvrstog kamena ili pomoću horizontalnih drvenih trupaca na dnu i na trećini dubine ukopavanja. Debljina kamenih venaca, odnosno trupaca treba da je približno jednaka debljini ukopanog dela stuba (slika 2).

Slika 2



Član 288.

Tlo oko stuba treba čvrsto nabiti i površinu izravnati sa nagibom i potrebnim nadvišenjem da bi se sprečilo da se posle sleganja nasipa stvore udubljenja u kojima bi se skupljala kišnica. Na tom mestu nije dozvoljeno nabacivanje kamenja.

Član 289.

A stubovi moraju biti stabilni za sile u ravni stuba, kao i za sile upravne na tu ravan.

Član 290.

Za A stubove sa kleštima pri dnu i pločama u temelju (npr. rešetke od pragova), najveći pritisak na tlo ne sme prekoračiti vrednosti dozvoljene u tabeli 16. Sa strane suprotne od zatezanja, težina zemlje koja opterećuje ploču zajedno sa vertikalnim silama stuba mora biti u ravnoteži sa silama zatezanja u ravni stuba, sa koeficijentom sigurnosti od najmanje 1,2.

Član 291.

Ako se kao ploča za temelj upotrebi čelična rešetka, međurazmaci manji od 15 cm uzimaju se u obzir samo pri proračunu pritiska na tlo.

Za nagib stranica zemljanog tela koje opterećuje temelj primenjuju se odredbe člana 308. ovog pravilnika.

Član 292.

Način proračunavanja naveden u članu 290. ovog pravilnika važi i za A stubove sa kleštima pri dnu bez temeljnih ploča, s tim što se kao podloga za zemlju koja opterećuje temelj, kao i za određivanje pritiska na tlo, na strani pritiska uzima 1/4 površine klešta pri dnu, računajući od njihovog kraja.

Član 293.

Odredbe ovog pravilnika primenjuju se i sa nogare stubova koji se upotrebljavaju radi produžavanja trajnosti ili povećanja stabilnosti drvenih stubova.

Član 294.

Nogari stubova moraju biti izrađeni od materijala otpornog prema agresivnom dejstvu tla. Upotreba drvenih nogara dozvoljena je samo ako su oni zaštićeni od truljenja nekim od metoda u smislu čl. 241. do 244. ovog pravilnika.

Član 295.

Odredbe ovog pravilnika koje se odnose na stubove od armiranog betona primenjuju se i na nogare stubova od armiranog betona.

Član 296.

Veza između drvenih stubova i nogara mora se izvesti tako da se voda nigde ne skuplja, da vazduh i svetlost dopiru do drveta i da se ovlaženo drvo može brzo osušiti.

Član 297.

Dimenzije i konstrukcije veze između nogara i stuba moraju biti statički besprekorne i imati jedinstven prenos sile.

Član 298.

Za materijal nogara za stubove i delove veza sa stubom, osim za vijke opterećene na smicanje, primenjuju se dozvoljena naprezanja za stubove, odnosno za temelje, zavisno od materijala od koga su izrađeni, prema tabeli 10 iz člana 226. ovog pravilnika.

Tabela 16

KARAKTERISTIKE TLA ZA PRORAČUN TEMELJA											
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11
Grupa	Vrsta tla	Gustina u	Dozvoljen pritisak na tlo σ_{doc}	Konstan- ta tla C na dubini od 2,0m	Ugao površ. om. zem. tela		Ugao unutraš- njeg trenja tra - φ	$E = 10^2 (45^\circ + \frac{\varphi}{2})$	$\lambda \cdot E$	Koefi- cijent trenja između betona i tla - ρ	
					Za temelje u zdravici - β	Za temelje u nasipu - β					
		kg/m ³	kg/cm ²	kg/cm ³					t/m ³		
A	Treset, blato i sl.	650	do 0,2	0,5 do 1	do 5°	do 3°	do 2°	do 2,8	do 1,3	0,1 do 0,2	
B	Humus, oranice, vinogradi	1500	do 0,5	1,2	3° do 10°	3° do 8°	25°	2,5	3,7	0,2 do 0,3	
	Nasipi od lake zemlje	1600	do 1,0				25°	2,5	4,0	0,2 do 0,3	
	Vlažan sitan pesak						30°	3,0	5,1	0,3 do 0,4	
	Meka vlažna ilovača ili glina						25°	2,5	4,25	0,3 do 0,4	
C				5 do 8						0,3 do 0,4	

	Srednje čvrsta suva ilovača ili glina		do 2,0		8° do 13°	6° do 11°	30°	3,0	5,1	
	Suv sitan pesak			6 do 9						0,3 do 0,4
	Čvrsto staložena suva ilovača ili glina	1700		10						0,3 do 0,4
D	Krupan šljunkovit pesak		do 3,0	11 do 13	12° do 17°	10° do 15°	35°	3,7	6,3	0,3 do 0,4
	Čvrsto staložen krupan zrnasti pesak		do 4,0		15° do 20°	12° do 17°				0,3 do 0,4
E	Srednje čvrst lapor			13 do 16			40°	4,6	7,8	0,3 do 0,5
	Čvrsto staložen šljunak i drobina		do 5,0		20° do 25°	5° do 20°				0,4 do 0,5
F	Čvrst suv lapor				25° do 30°	20° do 25°	45°	5,8	9,9	0,4 do 0,6
	Nemonolitna ili jače raspucana manje čvrsta stena (peščar, krečnjak i sl.)	2200	do 10,0	Neograničeno	-	-	-	-	-	-
G	Vrlo tvrd zdrav lapor u većim slojevima									
H	Monolitna ili neznatno raspucana čvrsta zdrava stena u povoljno položenim slojevima	2400	do 20,0		-	-	-	-	-	-
I	Monolitna kompaktna i zdrava eruptivna stena	2600	do 30,0		-	-	-	-	-	-
<p>Konstantu tla C treba odabrati prema zbijenosti i kakvoći tla u okviru navedenih vrednosti. Za vlažno i manje zbijeno tlo treba uzeti niže vrednosti, a za suvo i jače zbijeno - veće. Za Sulberger-ov način računanja, konstantu tla C treba preračunati na cifru posteljice C_b za dno jame po obrascima</p> $C_b = m \cdot C_h; C_h = C \frac{h}{2,0}$ <p>gde je $m = 1,0$ do $1,2$,</p> <p>a h - dubina ukopavanja temelja.</p> <p>Manje vrednosti ugla β važe za slabije koherentno tlo, a veće - za vrlo koherentno i čvrsto nabijeno tlo.</p> <p>Manje vrednosti koeficijenta trenja ρ važe za beton u oplati, a veće - za beton bez oplata.</p>										

Član 299.

Delovi veza nogara sa stubom od čelika koji su opterećeni na smicanje dimenzionišu se prema tabeli 11 iz člana 230. ovog pravilnika. Vijci se moraju ponovo pritegnuti kad se drvo osuši.

Član 300.

Pri određivanju dimenzija nogara mora se uzeti u obzir stabilnost nogara, da bi se izbegla nedozvoljena pomicanja konstrukcije u smislu člana 304. ovog pravilnika.

3. Fundiranje čeličnih i armiranobetonskih stubova

Član 301.

Čelični i armiranobetonski stubovi moraju imati temelje, odnosno stope od ploča ili pragova dimenzionisane tako da pritisak na tlo ne pređe dopuštenu vrednost za određenu vrstu tla. Za armiranobetonske stubove dopušteno je fundiranje direktnim ukopavanjem.

Član 302.

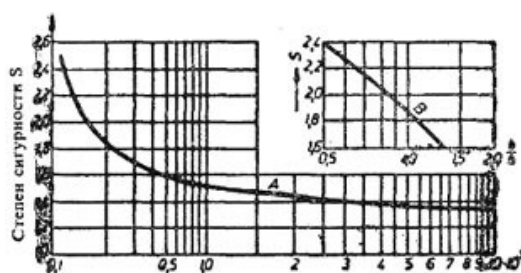
Način izrade i oblik temelja (plitko ili duboko fundiranje, prizmatični ili stepenasti temelji, temelji od ploča ili pragova, raščlanjeni temelji, temelji od montažnih elemenata, fundiranje na šipovima, ankerni temelji u steni i sl.) moraju da odgovaraju širini osnove stuba, veličini napadnih sila i momenata i slično.

Član 303.

Stabilnost stuba sa blok-temeljom smatra se dovoljnom ako njegov stepen sigurnosti od prevrtanja pod dejstvom najvećeg momenta spoljnih sila za normalne slučajeve opterećenja odgovara vrednosti koja se dobija iz dijagrama na slici 3, pri čemu se uzima u obzir odnos:

$$\frac{b}{h} = \frac{\text{širina temelja upravno na ravan momenta}}{\text{dubina fundiranja}}$$

Za momente koji nastaju u vanrednim slučajevima opterećenja, tako dobijeni stepen sigurnosti može se smanjiti za 15 %.



Dozvoljeni moment (daNm) u odnosu na dno temelja za $b/h < 1$

Slika 3.

Član 304.

Za temelje sa odnosom $b:h < 1$, za utvrđivanje najvećeg dozvoljenog momenta, za normalne i za vanredne slučajeve opterećenja, može se usvojiti kao dozvoljeno naginjanje temelja 1:100. Dijagram na slici 3. upotrebljava se pri proračunavanju temelja prema metodi Klajnlogel-Birklina (Kleinlogel-Bürklin).

Član 305.

Pri proračunavanju temelja moraju se upotrebiti konstante koje odgovaraju stanju tla na gradilištu (dozvoljeni pritisak na tlo, konstanta tla, otpor trenja između betona i tla i sl.). Pritisci na tlo dozvoljeni za normalne slučajeve opterećenja mogu se pri vanrednom opterećenju povećati za 20 %.

Član 306.

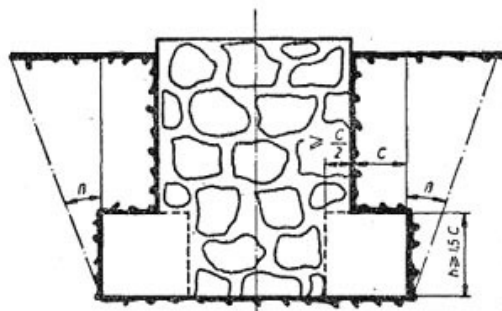
Karakteristike za razne vrste tla uzimaju se iz tabele 16 iz člana 290. ovog pravilnika, ako ispitivanjem tla nisu utvrđene druge vrednosti.

Član 307.

Pri proračunavanju betonskih temelja gustina nearmiranog betona uzima se u račun sa najviše 2200 kg/m³, a gustina armiranog betona sa najviše 2300 kg/m³.

Član 308.

Masa tla uzima se iz tabele 16 iz člana 290. ovog pravilnika ako ispitivanjem nisu utvrđene druge vrednosti. Za određivanje mase tla koja opterećuje temelj potrebno je uzeti zemljano telo omeđeno omotačem pod uglom β od vertikalne strane prizmatičnog temelja, odnosno ivice stope temelja, prema slici 4.



Slika 4

Član 309.

Ako od iskopavanja jame do betoniranja temelja prođe duže vremena, naročito pri nepovoljnim klimatskim uslovima, pre betoniranja treba proveriti da li je tlo zadržalo prvobitne karakteristike.

Ako su se karakteristike tla u međuvremenu pogoršale, dimenzije temelja treba uskladiti sa novim uslovima.

Član 310.

Naprezanje betona nearmiranih temelja ne sme prelaziti vrednosti navedene u tabeli 17 izmerene na probnoj kocki 28 dana posle njene izrade.

Tabela 17

Opterećenje stubova	Pritisak	Zatezanje
Za normalno opterećenje	1/4 od čvrstoće kocke na pritisak posle 28 dana, ali ne više od 50 daN/cm ²	1/20 od čvrstoće kocke na pritisak posle 28 dana, ali ne više od 4 daN/cm ²
Za opterećenje pri prekidu provodnika	1/3 od čvrstoće kocke na pritisak posle 28 dana, ali ne više od 60 daN/cm ²	1/16 od čvrstoće kocke na pritisak posle 28 dana, ali ne više od 5 daN/cm ²

Član 311.

Za proračunavanje blok-temelja primenjuju se metode Sulbergera i Klajnlogel-Birklina. Druge metode mogu se primenjivati samo ako ispunjavaju uslove predviđene odredbama ovog pravilnika.

Član 312.

Za temelje od ploča ili pragova, za raščlanjene i podeljene temelje, za temelje na šipovima ili za temelje drugog oblika, koji se ne proračunavaju po metodama navedenim u članu 311. ovog pravilnika, stepen sigurnosti od prevrtanja mora biti najmanje 1,5, a stepen sigurnosti od pomicanja - najmanje 1,0.

Član 313.

Pri proračunavanju raščlanjenih temelja, masa tla se uzima prema članu 306, a masa betonskog temelja prema članu 307. ovog pravilnika.

Član 314.

Ako se u proračunu raščlanjenih temelja zanemaruje trenje prilikom izvlačenja temelja, za masu tla uzima se masa zemljanog tela prema članu 308. ovog pravilnika.

Član 315.

Pri proračunavanju raščlanjenih temelja mora se proveriti da li konstrukcija stuba dozvoljava, odnosno omogućuje da se horizontalna sila prenosi ravnomerno na sve temelje i da li horizontalni pritisak na tlo usled te sile nije veći od dozvoljenih vrednosti.

Član 316.

Naprezanje betona raščlanjenih temelja, ako oni nisu armirani, treba da ispuni uslove iz tabele 17 iz člana 310. ovog pravilnika, a ako su armirani - uslove iz propisa za beton i armirani beton.

Član 317.

Koso opterećene blok-temelje, za koje je pravac rezultante napadnih sila bliži simetrali nego dijagonali temelja, dozvoljeno je proračunati za veću komponentu u pravcu simetrane. Ako je pravac rezultante bliži dijagonali temelja, takav temelj može se proračunati za rezultantu zaokrenutu ka bližoj simetrali ili za obe komponente u pravcu simetrane, uz superponiranje rezultata, s tim da superponirane vrednosti ne smeju prelaziti 4/3 dozvoljenog pritiska na tlo.

Član 318.

Temelje u čvrstoj ili manje ispucanoj steni nije potrebno proračunati na pritisak na tlo niti na prevrtanje. Dimenzije se mogu odrediti prema preseku stuba u osnovi, odnosno prema konstrukciji usidrenja u temelju i prema mogućnosti iskopa jame do potrebne dubine i ispunjavanja preostalog prostora betonom.

Član 319.

Ako ima podzemne vode u nekoherentnom tlu, mora se uzeti u obzir smanjenje mase zbog uzgona.

Član 320.

Za stubove opterećene vertikalnim silama naviše, pri dimenzionisanju temelja mora se uzeti u obzir smanjena sigurnost od prevrtanja zbog smanjenog pritiska na dno jame za temelj.

Član 321.

Ako se betonski temelj sastoji od ploča na dnu i gornjeg dela (vrata) temelja koji se betonira posle ugrađivanja stuba, ploča se sme uzeti u proračun pri određivanju dimenzija temelja samo ako je odgovarajućom armaturom vezana sa vratom.

Član 322.

Za nearmirane temelje beton ne sme biti marke niže od MB 10, a za armirane temelje - marke niže od MB 15, sa najmanje 250 kg cementa na $1,0 \text{ m}^3$ temelja. Za ugrađivanje betona po pravilu se upotrebljava pervibrator.

Član 323.

U beton masivnih temelja, dozvoljeno je ugraditi do 25 % zdravog i čistog kamena. Veća masa kamena u odnosu na masu betona ne uzima se u obzir pri proračunavanju dimenzija i stabilnosti temelja.

U istaknutom delu nearmiranih stepenastih temelja i iza korena stope u širini do polovine njegove slobodne širine C nije dozvoljeno ugrađivanje kamena (slika 4).

Član 324.

Visina stope h u korenu stepenastih temelja od nearmiranog betona mora biti jednaka najmanje 1,5-strukoj širini istaknutog dela stope (slika 4).

Član 325.

Betonski temelji bez armature moraju se betonirati odjednom bez prekida, osim ako se gornji i donji deo međusobno povežu odgovarajućom armaturom.

Član 326.

Temelji za čelične stubove moraju biti najmanje 20 cm viši od terena, a gornja površina temelja mora biti obrađena tako da se na njoj ne zadržava voda i da delovi stuba iznad temelja ne sprečavaju oticanje vode.

Član 327.

U plavnim područjima temelji se proračunavaju za najviši nivo vode koji se javlja u periodu od 10 godina.

Za rešetkaste stubove, konstrukcija stuba mora se zaštititi od oštećenja plovećim predmetima, i to do visine od 50 cm iznad najvišeg nivoa vode koji se javlja u periodu od 10 godina. Ako se na plavnom području u periodu od 10 godina pojavio i led, mora se izabrati takav oblik za temelj i stub kako bi se zaštitili od gomilanja leda.

Član 328.

Betonski temelji se ne malterišu niti se obrađuje njihova površina, ali vidljivi delovi temelja moraju biti glatki.

Član 329.

Ako se betonski temelji izrađuju u močvarama, na agresivnom tlu i sl., moraju se primeniti mere radi sprečavanja štetnog dejstva tla ili vode na beton.

Član 330.

Ako se stub fundira pločama, pragovima i sl., a deo čeličnog stuba u tlu nije obložen betonom, čelični delovi koji leže u tlu moraju se zaštititi od korozije premazivanjem bitumenom ili nekim drugim zaštitnim sredstvom.

Član 331.

Zatrpana zemlja nad temeljnim pločama, pragovima i sl. ili oko temelja mora se čvrsto nabijati u slojevima najviše od po 30 cm. Pri izravnavanju površine mora se uzeti u obzir i naknadno sleganje nasutog tla.

XIV. PRELAZNE I ZAVRŠNE ODREDBE

Član 332.

Odredbe ovog pravilnika ne odnose se na nadzemne elektroenergetske vodove čija je izgradnja započeta pre dana stupanja na snagu ovog pravilnika.

Član 333.

Danom stupanja na snagu ovog pravilnika prestaje da važi Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova ("Službeni list SFRJ", br. 51/73 i 11/80), osim odredaba koje se odnose na niskonaponske elektroenergetske vodove nazivnog napona do 1 kV.

Član 334.

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objavljivanja u "Službenom listu SFRJ".

Br. 07-93/49
15. januara 1988. godine
Beograd

Direktor
Saveznog zavoda za standardizaciju,
Vukašin Dragojević, s. r.

"Službeni list SRJ", br. 18/92

Na osnovu čl. 80. i 81. Zakona o standardizaciji ("Službeni list SFRJ", br. 37/88 i 23/91), u sporazumu sa saveznim sekretarom za rad, zdravstvo, boračka pitanja i socijalnu politiku,

direktor Saveznog zavoda za standardizaciju propisuje

P R A V I L N I K

O IZMENAMA PRAVILNIKA O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA IZGRADNJU NADZEMNIH ELEKTROENERGETSKIH VODOVA NAZIVNOG NAPONA OD 1 KV DO 400 KV

Član 1.

U Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV ("Službeni list SFRJ", br. 65/88) član 29. menja se i glasi:

"Član 29.

Sigurnosni razmaci (cm) moraju odgovarati sledećim vrednostima:

Vrsta naponskog naprezanja izolacije	Nazivni napon UN (kV)					
	do 10	20	35	110	220	400
1) Atmosferski prenaponi	12	22	32	90	175	280
2) Sklopni i dugotrajni prenaponi	10	20	25	80	155	270
3) Naponi industrijske frekvencije (normalni i pogonski uslovi)	—	7	10	30	55	90

Sigurnosni razmaci računaju se za sledeće slučajeve:

- 1) pri neotklonjenom izolatorskom lancu
- 2) za $P = 0,15 \cdot P_{max}$
- 3) za $P = P_{max}$

gde je P_{max} - maksimalni pritisak vetra, prema članu 10. ovog pravilnika."

Član 2.

U členu 30. stav 1. obrazac: $D = k\sqrt{f+1}$ sigurnosni razmak za neotklonjeni provodnik (cm) menja se i glasi:

" $D = k\sqrt{f+1}$ sigurnosni razmak određen za sklopne i dugotrajne prenapone (cm)".

Član 3.

U členu 69. stav 2. menja se i glasi:

"Ako je pritisak vetra veći od 60 daN/m^2 , odnosno dodatno opterećenje veće od $0,18 \sqrt{d} \text{ daN/m}$, vanredna opterećenja ne uzimaju se u obzir za jednostavne konstrukcije drvenih stubova, ni za vodove do 35 kV, osim na deonicama sa težim atmosferskim uslovima."

Član 4.

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objavljivanja u "Službenom listu SRJ".

Br. 2/6-01-001-140
15. juna 1992. godine
Beograd

Direktor
Saveznog zavoda za standardizaciju,
Veroljub Tanasković, s. r.