

706.

Na temelju člana 6. st. 1. i 4. Zakona o tehničkim normativima (»Službeni list SFRJ«, br. 12/65, 55/69 i 13/73), u sporazumu sa saveznim sekretarom za rad i socijalnu politiku, savezni sekretar za privredu propisuje

P R A V I L N I K

O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA IZGRADNJU NADZEMNIH ELEKTRO-ENERGETSKIH VODOVA

I. OPĆE ODREDBE

Član 1.

Ovim pravilnikom određuju se tehnički normativi za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova koji služe za prijenos i razvod električne energije, te za izgradnju kućnih priključaka.

Odredbe ovoga pravilnika ne primjenjuju se na kontaktne vodove za električnu vuču, nadzemne kabale i vodove za instalacije raspona manjeg od 20 m, na otvorenom, ali se odnose na kućne priključke i kad im je raspon manji od 20 m.

Član 2.

Na izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova i kućnih priključaka primjenjuju se i ostali tehnički propisi i jugoslavenski standardi, ako odredbama ovoga pravilnika nije drugačije predviđeno.

Član 3.

Odredbe ovoga pravilnika ne primjenjuju se na već izgrađene nadzemne elektroenergetske vodove.

Član 4.

Niže navedeni izrazi upotrijebljeni u ovome pravilniku imaju ova značenja:

- 1) *vod* je skup svih dijelova koji služe za nadzemno vođenje vodiča što prenose i razvode električnu energiju, kojim su obuhvaćeni: vodiči, zaštitna užeta, zemljovodi, uzemljivači, izolatori, nosači, konzole, stupovi i temelji;
- 2) *niskonaponski vod* je vod nazivni napon kojega ne prelazi 1000 V;
- 3) *visokonaponski vod* je vod nazivni napon kojega prelazi 1000 V;
- 4) *nazivni napon* je napon prema kojemu je vod dimenzioniran, građen i nazvan (jugoslavenski standard JUS N. A2. 001);
- 5) *maksimalni pogonski napon* je vrijednost napona između faznih vodiča koja u normalnom pogonu ne smije biti prekoračena (jugoslavenski standard JUS N. A2.001);
- 6) *vodiči* su žice i užeta koji služe za vođenje struje;
- 7) *zaštitno uže* je uzemljena žica ili uže koje služi za zaštitu od atmosferskih prenapona;
- 8) *sigurnosno uže* je uzemljeno uže koje služi za zaštitu od dodira s drugim vodom;
- 9) *stvarni presjek* žice je njezin geometrijski presjek, a stvarni presjek užeta je zbroj geometrijskih presjeka svih žica u užetu, bez obzira jesu li žice od istoga ili od različitog materijala;
- 10) *vlačna čvrstoća* žice je najmanje naprezanje pri kojemu dolazi do prekida žice. Vrijednosti vlačne čvrstoće moraju biti u skladu s vrijednostima vlačne čvrstoće prije pouzjenja, a koje su navedene u odgovarajućim jugoslavenskim standardima;

11) *sila kidanja* je 95% računске sile kidanja za jednometalno uže, a 90% računске sile kidanja za dvometalno uže. Računska sila kidanja definirana je odgovarajućim jugoslavenskim standardima. Prekidna čvrstoća izračunava se iz tako definirane sile kidanja i presjeka užeta;

12) *maksimalno radno naprezanje* vodiča odnosno zaštitnog užeta je odabrana računska vrijednost što je horizontalna komponenta vlačne čvrstoće postiže na -5°C pri normalnom dodatnom teretu, ili na -20°C bez dodatnog tereta;

13) *normalno dopušteno naprezanje* vodiča odnosno zaštitnog užeta je naprezanje koje se ne smije prekoračiti uz normalne uvjete, tj. na -5°C pri normalnom dodatnom teretu i na -20°C bez dodatnog tereta, a odnosi se na horizontalnu komponentu naprezanja;

14) *izuzetno dopušteno naprezanje* vodiča odnosno zaštitnog užeta je naprezanje koje se ne smije prekoračiti uz izuzetne uvjete, tj. na -5°C pri izuzetnom dodatnom teretu, a odnosi se na naprezanje u ovještu;

15) *sila zatezanja* vodiča odnosno zaštitnog užeta je umnožak stvarnog presjeka i maksimalnog radnog naprezanja;

16) *dodatni teret* je teret vodiča odnosno zaštitnog užeta koji potječe od inja, leda ili snijega, a djeluje vertikalno naniže i dodaje se težini vodiča odnosno zaštitnog užeta;

17) *težina* vodiča odnosno zaštitnog užeta (s dodatnim teretom ili bez njega) koja opterećuje ovjesište je umnožak jedinične težine vodiča odnosno zaštitnog užeta po metru (s dodatnim teretom ili bez njega) i gravitacijskog raspona u metrima. Pod gravitacijskim rasponom razumijeva se udaljenost od najniže točke lančanice s jedne strane stupa do najniže točke lančanice s druge strane stupa;

18) *provjes* vodiča odnosno zaštitnog užeta je vertikalni razmak od pravca koji spaja ovjesišta do vodiča odnosno zaštitnog užeta, i to mjeren u sredini raspona;

19) *raspon* je horizontalni razmak između dvaju susjednih stupova;

20) *zatezno polje* je dio voda koji se nalazi između dvaju susjednih zateznih stupova;

21) *prijelazni raspon* je raspon koji prelazi preko nekog objekta navedenog u glavi VIII. ovoga pravilnika;

22) *susjedni raspon* je raspon koji se nalazi neposredno do prijelaznog raspona;

23) *prijelazno polje* je zatezno polje koje prelazi preko nekog objekta navedenog u glavi VIII. ovoga pravilnika;

24) *susjedno polje* je zatezno polje koje se nalazi neposredno do prijelaznog polja;

25) *pojačana mehanička sigurnost* je pojačana sigurnost voda postignuta izolacijom koja je u mehaničkom pogledu jače dimenzionirana;

26) *pojačana električna sigurnost* je pojačana sigurnost voda postignuta izolacijom koja je u električnom pogledu jače dimenzionirana;

27) *sigurnosni razmak* je najmanji dopušteni razmak između dijelova pod naponom odnosno između dijela pod naponom i uzemljenog dijela voda;

28) *sigurnosna visina* je najmanja dopuštena vertikalna udaljenost vodiča odnosno dijelova pod naponom od zemlje ili nekog objekta na zemlji pri provjesu na $+40^{\circ}\text{C}$ odnosno na -5°C s normalnim dodatnim teretom bez vjetrova.

Za vodiče visokonaponskih vodova za koje se predviđa da tijekom ljeta mogu imati u normalnom pogonu visoko specifično strujno opterećenje preporučuje se računanje za temperaturu vodiča $+60^{\circ}\text{C}$;

29) *sigurnosna udaljenost* je najmanja dopuštena udaljenost vodiča (u bilo kojem smjeru) odnosno dijelova pod naponom od zemlje ili nekog objekta na zemlji pri provjesu na $+40^{\circ}\text{C}$ i opterećenju od vjetra od nule do punog iznosa.

Za vodiče visokonaponskih vodova za koje se predviđa da mogu imati u normalnom pogonu visoko specifično strujno opterećenje preporučuje se računanje za temperaturu vodiča $+60^{\circ}\text{C}$;

30) *stup* je bilo koja konstrukcija koja služi za nošenje izolatora, vodiča i zaštitnih užeta (na primjer: stup, zidna konzola, nosač i sl.);

31) *noseći stup* je stup koji služi za nošenje vodiča i zaštitnih užeta;

32) *zatezni stup* je stup koji služi za zatezanje vodiča i zaštitnih užeta;

33) *normalan slučaj opterećenja* stupa nastaje kad su svi dijelovi voda neoštećeni;

34) *izvanredan slučaj opterećenja* stupa nastaje kad se jedan vodič ili jedno zaštitno uže s jedne strane stupa prekine;

35) *uzemljenje* je električki vodljivo spajanje pojedinih dijelova voda sa zemljom;

36) *otpor uzemljenja* je zbroj otpora rasprostiranja uzemljivača i otpora zemljovoda;

37) *otpor rasprostiranja uzemljivača* je otpor zemlje između uzemljivača i referentne zemlje. Pod referentnom zemljom razumijeva se područje zemljišta, a osobito njegova površina, koje je od pripadnog uzemljivača udaljeno toliko da se između bilo kojih točaka toga područja ne pojavljuju značajnije potencijalne razlike.

II. KLIMATSKI UVJETI

1. Temperatura

Član 5.

Vodiči i zaštitna užeta proračunavaju se uz pretpostavku da je:

- | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1) minimalna temperatura | -20°C |
| 2) maksimalna temperatura | $+40^{\circ}\text{C}$ |
| 3) temperatura pri kojoj ima dodatnog tereta na vodu | -5°C |

2. Dodatni teret

Član 6.

Pri proračunu vodiča i zaštitnih užeta pretpostavlja se da se na njima stvara dodatni teret od inja, leda ili snijega.

Smatra se da dodatni teret djeluje vertikalno naniže i dodaje se težini vodiča odnosno zaštitnog užeta.

Član 7.

Za normalni dodatni teret uzima se najveći dodatni teret koji se na dotičnome mjestu pojavljuje prosječno svakih 5 godina, ali u svakom slučaju ne manje od

$$g = 0,18/\sqrt{d} \quad \text{kp/m}$$

gdje je d = promjer vodiča odnosno zaštitnog užeta u milimetrima.

Za ocjenjivanje dodatnog tereta koji se uzima pri proračunu voda služe podaci prikupljeni od hidrometeorološke službe, iskustva stečena na postojećim nadzemnim vodovima i telekomunikacijskim linijama uzduž projektirane trase, obavijesti mještana, oštećenja na drveću i slično. U pravilu, treba računati s ovim vrijednostima za normalni dodatni teret:

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

Član 8.

Za izuzetni dodatni teret uzima se najveći dodatni teret što se na dotičnome mjestu pojavljuje prosječno svakih 20 godina, ali ne manje od dvostruke težine normalnog dodatnog tereta iz člana 7. ovoga pravilnika.

Član 9.

Ako je na vodu ili dijelu njegove trase rezultanta od pritiska vjetra i težine nezaleđenog vodiča odnosno zaštitnog užeta veća od težine vodiča odnosno zaštitnog užeta s izuzetnim dodatnim teretom, treba uzimati u račun, kao izuzetni dodatni teret, tu, veću vrijednost.

3. Vjetar

Član 10.

Pritisak od vjetra izračunava se kao umnožak površine objekta, tlaka vjetra, koeficijenta djelovanja vjetra i sinusa djelujućeg kuta. Pri tome, uzima se smjer vjetra vodoravno, a pritisak od vjetra okomito na izloženu površinu.

Član 11.

Pri utvrđivanju djelovanja vjetra za površinu objekta uzima se stvarna nezaleđena površina izložena vjetru, a za cilindrične objekte — projekcija nezaleđene površine. Za rešetkaste stupove uzimaju se samo površine okrenute prema vjetru.

Član 12.

Tlak vjetra izračunava se s pomoću formule:

$$p = \frac{v^2}{16} \quad \text{kp/m}^2,$$

gdje je v = maksimalna brzina vjetra (m/s) koja se na tom dijelu trase pojavljuje prosječno svakih 5 godina, a za vodove napona 380 kV — i u duljem vremenskom razdoblju. Tu brzinu vjetra treba odrediti na temelju mjerenja, primjenjujući priznatu statističku obradbu mjernih podataka. U nedostatku dovoljnog broja mjernih podataka, brzinu vjetra treba procijeniti koristeći se raspoloživim podacima.

Ovako određen tlak vjetra primjenjuje se za osnovnu visinsku zonu od 0 do 40 m nad zemljom, i ne može biti manji od 60 kp/m² odnosno 50 kp/m². Dobi-vene vrijednosti za p treba povećati do prve veće vrijednosti iz ovoga reda:

60, 75, 90, 110, 130 kp/m²

Na dijelovima što se nalaze u zoni između 40 i 80 m nad zemljom treba uzeti povećane vrijednosti tlaka vjetra prema tablici 1.

Tablica 1.

Visinska zona voda	Tlak vjetra kp/m ²				
Osnovna visinska zona od 0 do 40 m nad zemljom	60	75	90	110	130
Dijelovi voda u zoni između 40 i 80 m nad zemljom	75	90	110	130	150
Vodovi do 15 m nad zemljom	50	60	75	90	110

Za tlak vjetra na vodiče odnosno zaštitna užeta mjerodavna je visina njihove točke vješanja u stzaljci na stupu. Na prijelazima velikih jaruga treba uzeti u obzir posebne uvjete strujanja zraka.

Član 13.

Koeficijent djelovanja vjetra uzima u obzir učinak vjetra na tlak i usisavanje, učinak vjetra na stražnju stranu rešetkaste konstrukcije, također i smanjenje djelovanja vjetra na vodiče i zaštitna užeta zbog toga što se maksimalni tlak nikad ne javlja istodobno uzduž cijelog raspona.

Koeficijenti djelovanja vjetra za pojedine dijelove voda jesu:

- 1) za stupove četverokutna presjeka — — — 1,4
- 2) za stupove šestokutna ili osmokutna presjeka 1,0
- 3) za stupove okrugla presjeka — — — — 0,7
- 4) za dvostruke stupove četverokutna presjeka, za vjetar u smjeru ravnine koja prolazi kroz obje osi stupova (ako je razmak osi manji od dvostruke strane presjeka) — — — — — 2,0
- 5) za dvostruke stupove okrugla presjeka, za vjetar u smjeru ravnine koja prolazi kroz osi stupova (ako je razmak osi manji od dvostrukoga promjera) — — — — — 1,0
- 6) za rešetkaste stupove od profilnog čelika u ravnini — — — — — 1,4
- 7) za rešetkaste stupove od cijevi u ravnini — — — — — 1,1
- 8) za četverokutne rešetkaste stupove od profilnog čelika — — — — — 2,6
- 9) za četverokutne rešetkaste stupove od cijevi 2,0
- 10) za trokutne rešetkaste stupove od profilnog čelika — — — — — 2,8
- 11) za vodiče i zaštitna užeta — — — — — 1,0

III. VODIČI I ZAŠTITNA UŽETA

1. Opće odredbe

Član 14.

U pogledu izradbe i kakvoće materijala, žice i užeta moraju ispunjavati uvjete predviđene jugoslavenskim standardima.

Odstupanje od odredbe stavka 1. ovoga člana dopušteno je u iznimnim slučajevima, kad za to postoje određeni razlozi.

Elektroenergetski vodovi mogu biti i bez zaštitnog užeta.

2. Materijal

Član 15.

Kao materijal za žice i užeta upotrebljavaju se uglavnom bakar, aluminij i čelik. Bakar i aluminij trebaju biti tvrdo vučeni, a polutvrđi bakar smije se upotrijebiti samo za niskonaponske vodove. Čelik mora biti trajno i pouzdano zaštićen od korozije, npr. pocinčanjem vrućim postupkom.

Član 16.

Ako se upotrijebe kombinacije kovina iz člana 15. ovoga pravilnika, njihovih slitina ili drugih materijala, žice i užeta trebaju imati dovoljnu žilavost i postojanost prema atmosferskim utjecajima.

3. Izradba

Član 17.

Za visokonaponske vodove mogu se upotrijebiti samo gole žice i gola užeta.

Za niskonaponske vodove mogu se upotrijebiti goli ili izolirani vodiči, ali se pri upotrebi izoliranih vodiča moraju ispuniti oni sigurnosni zahtjevi koji vrijede za gole vodiče.

Za dijelove niskonaponskog voda i za nadzemne kućne priključke mogu se upotrijebiti i vodovi slični kabele, obješeni na zategnutom užetu ili samonosivi kabele s čeličnim užetom. U tim slučajevima vrijede i odredbe odgovarajućih tehničkih propisa.

Član 18.

Upotreba žica od aluminija i njegovih slitina nije dopuštena. Ti materijali smiju se upotrijebiti jedino kao užeta. Upotreba žica od ostalih materijala dopuštena je ako im presjek ne prelazi 16 mm² i ako se postavljaju u rasponima manjima od 80 m.

4. Najmanji presjeci

Član 19.

Najmanji dopušteni presjeci žica i užeta jesu:

- 1) od bakra 10 mm²
- 2) od aluminija i njegovih slitina 25 mm²
- 3) od alu-čelik 16 mm²
- 4) od čelika 16 mm²

Žice i užeta od drugih materijala trebaju imati toliki presjek da im sila kidanja bude najmanje 380 kp. Za niskonaponske vodove raspona do 45 m dopušteni su ovi najmanji presjeci:

- 1) od bakra 6 mm²
- 2) od aluminija i njegovih slitina 16 mm²

Žice i užeta od drugih materijala trebaju imati tolik presjek da im sila kidanja bude najmanje 180 kp.

Član 20.

Presjek žica i užeta mora biti dovoljno velik da im temperatura od zagrijavanja strujom ne prelazi + 80°C. Pri tome se računa s temperaturom okoline od +40°C.

Član 21.

Zaštitno uže mora biti dimenzionirano tako da kod jednopolnih kratkih spojeva ne bude termički preopterećeno.

5. Naprezanje

Član 22.

Maksimalno radno naprezanje, tj. odabrana račun-ska vrijednost što je horizontalna komponenta napre-zanja na vlak postiže na -5°C s normalnim dodatnim teretom (odabranim prema članu 7. ovoga pravilnika) ili na -20°C bez dodatnog tereta, ne smije prelaziti vrijednost normalnog dopuštenog naprezanja.

Član 23.

Naprezanje na vlak u točki vješanja ne smije na -5°C s izuzetnim dodatnim teretom (odabranim prema članu 8. ovoga pravilnika) prelaziti vrijednost izuzetnog dopuštenog naprezanja.

Član 24.

U tablici 2. dana su normalna i izuzetna dopuštena naprezanja, koja se odnose na stvarni presjek vodiča odnosno zaštitnog užeta, za razne materijale.

Tablica 2.

Materijal	Dopušteno naprezanje kp/mm ²						
	1	2	3	4	5		
Alu-čelik	Al/Fe	0,95/1	—	24,5	—	46	
		1,7/1	—	19	—	35,5	
		4,4/1	—	13	—	24,5	
		6/1	—	11	—	21	
		7,7/1	—	10	—	19	
Slitina AlMg-čelik	AlMg/Fe ^x	0,95/1	—	26	—	49	
		1,7/1	—	21	—	39	
		4,3/1	—	15	—	28	
		6/1	—	13,5	—	25	
		7,7/1	—	12,5	—	23	
Aluminij	Al	—	7	—	12		
Slitina AlMg	AlMg ^x	—	9	—	17		
Bakar	Cu	11	18	—	30		
Čelik	Fe I.	—	12	16	—	32	
		II.	—	20	28	—	56
		III.	—	30	45	—	90
		IV.	—	40	55	—	110

Za materijale koji nisu navedeni u tablici 2. treba uzeti:

- 1) kao normalno dopušteno naprezanje:
 - a) za žicu — — — 25% od vlačne čvrstoće,
 - b) za uže — — — 40% od prekidne čvrstoće,
- 2) kao izuzetno dopušteno naprezanje:
 - a) za žicu i uže — — — 75% od vlačne čvrstoće odnosno prekidne čvrstoće.

Vrijednosti za užeta označene sa x vrijede do do-vođenja jugoslavenskog standarda za ta užeta.

Član 25.

Opasnost od zamora materijala zbog vibracija treba spriječiti odgovarajućim mjerama (na primjer: postavljanjem prigušivača ili smanjenjem naprezanja).

Član 26.

Pri proračunavanju naprezanja mogu se za fizi- kalne osobine materijala upotrijebiti vrijednosti nave- dene u tablici 3.

Tablica 3.

Materijal	Broj žica	Speci- fična težina kp/dm ³	Modul elastič- nosti kp/mm ²	Kofici- jent to- plinskog istežanja 1/°C	
				3	4
Alu-čelik	0,95/1	18/19	5,33	13.000	1,33.10 ⁻⁵
		12/7	4,66	10.700	1,53.10 ⁻⁵
	4,4/1	30/7	3,75	8.200	1,78.10 ⁻⁵
		30/19	3,64	8.000	1,80.10 ⁻⁵
	6/1	6/1	3,50	8.100	1,91.10 ⁻⁵
		26/7	3,50	7.700	1,89.10 ⁻⁵
	7,7/1	26/19	3,50	7.600	1,95.10 ⁻⁵
		24/7	3,36	7.400	1,96.10 ⁻⁵
	Aluminij	54/7	3,36	7.000	1,93.10 ⁻⁵
		7	2,70	6.000	2,3.10 ⁻⁵
Bakar	19	2,70	5.700	2,3.10 ⁻⁵	
	37	2,70	5.700	2,3.10 ⁻⁵	
	7	8,90	11.300	1,7.10 ⁻⁵	
	19	8,90	10.500	1,7.10 ⁻⁵	
Čelik	37	8,90	10.500	1,7.10 ⁻⁵	
	7	7,80	18.000	1,1.10 ⁻⁵	
	19	7,80	17.500	1,1.10 ⁻⁵	
	37	7,80	17.500	1,1.10 ⁻⁵	

Vrijednosti za užeta od slitine AlMg ili od slitine AlMg u kombinaciji s čelikom jednake su vrijednosti- ma za aluminij odnosno alu-čelik.

Član 27.

Pri proračunavanju naprezanja vodiča na visećim izolatorima u strmim i neravnomjernim rasponima tre- ba voditi računa o odklonu izolatora u smjeru trase voda (proračunavanje s pomoću »idealnog raspona«).

6. Nastavljanje vodiča i zaštitnih užeta

Član 28.

Za nastavljanje vodiča odnosno zaštitnih užeta moraju se, u pravilu, upotrebljavati spojnice odnosno stezaljke od istog materijala od kojega su i vodiči. Spojnice odnosno stezaljke od čelika moraju biti po- cinčane vrućim postupkom.

Član 29.

Za visokonaponske vodove u istom rasponu dopu- šten je najviše jedan nastavak po vodiču odnosno po zaštitnom užetu.

Član 30.

Vodiči odnosno zaštitna užeta različitih presjeka ili od različita materijala smiju se nastavljati samo na mjestima na kojima su vodiči odnosno zaštitna užeta

mehanički neopterećeni. Upotrijebljene spojnice moraju biti takve konstrukcije da je pouzdano spriječeno elektrolitsko razaranje.

Član 31.

Nastavci vodiča odnosno zaštitnih užeta u rasponu moraju izdržati najmanje 90% sile kidanja vodiča odnosno zaštitnog užeta, pri čemu se može upotrijebiti i više od jedne spojnice.

Spojnice koje po svojoj konstrukciji daju pouzdan vodljiv spoj i jamče najmanje 100% sile kidanja vodiča (npr. kompresione spojnice) ne smatraju se nastavcima u smislu ovoga pravilnika.

IV. RASPORED VODIČA I ZAŠTITNIH UŽETA

1. Sigurnosni razmaci

Član 32.

U svim pogonskim uvjetima, uzevši u obzir djelovanje vjetra i dodatnog tereta, udaljenost između dijelova pod naponom, te udaljenost od dijelova pod naponom do uzemljenih dijelova i do dijelova stupa, mora biti barem jednaka sigurnosnom razmaku.

Član 33.

Sigurnosni razmaci iznose:

Za nazivni napon do:	1	20	35	60	110	220	380 kV
1) za neotklonjene vodiče	10	20	25	40	75	150	280 cm
2) za otklonjene vodiče	10	20	20	30	55	110	190 cm

Član 34.

Kod visokonaponskih vodova smatra se da je ispunjen zahtjev iz člana 32. ovoga pravilnika u pogledu udaljenosti između vodiča odnosno između vodiča i zaštitnih užeta, u sredini raspona, ako ta udaljenost u sredini raspona u prilikama bez vjetra na temperaturi +40°C iznosi najmanje:

$$D = k \sqrt[3]{f + 1} + \text{sigurnosni razmak (cm)}$$

gdje je:

f = provjes vodiča odnosno zaštitnog užeta na temperaturi +40°C (cm);

l = dužina izolatorskog lanca od vješanja do vodiča (cm). Za potporne izolatore, zatezne izolatorske lance i zaštitna užeta l = 0;

k = koeficijent kojemu vrijednost ovisi o rasporedu dvaju promatranih vodiča, odnosno vodiča i zaštitnog užeta, a određuje se prema formulama iz čl. 35. do 37. ovoga pravilnika, u kojima je:

α = kut otklona vodiča odnosno zaštitnog užeta od tlaka vjetra računano prema čl. 12. i 13. ovoga pravilnika na uže, bez leda, izražen u stupnjevima.

Pri proračunavanju udaljenosti između dvaju različitih vodiča, odnosno između vodiča i zaštitnog užeta koje nije izvedeno isto kao i vodič, treba za svaki vodič, odnosno i za vodič i za zaštitno uže, izračunati udaljenost D prema formuli iz stavka 1. ovoga člana. Treba odabrati veću vrijednost.

Član 35.

Pri horizontalnom rasporedu uzima se da je:

$$k = 4 + \frac{\alpha}{25}, \text{ ali najmanje } k = 6$$

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

Kod visokonaponskih vodova nazivnog napona do 20 kV upotrebljava se formula iz stavka 1. ovoga člana i tada kad raspored vodiča odnosno zaštitnog užeta nije horizontalan.

Za slučajeve iz stavka 3. ovoga člana predviđa se horizontalna udaljenost vodiča od 20 cm, kad zbog vremenskih prilika (snijeg, led, inje) postoji vjerojatnost dodira odnosno preskoka napona.

Član 36.

Pri kosom rasporedu uzima se da je:

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

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

Za vodove nazivnog napona preko 20 kV dovoljna je tako izračunana udaljenost (projekcija) samo uz uvjet da je ujedno i horizontalna udaljenost između vodiča, odnosno između vodiča i zaštitnog užeta, jednaka barem sigurnosnom razmaku.

Ako je horizontalna udaljenost između dvaju koso raspoređenih vodiča i zaštitnog užeta jednaka ili veća od udaljenosti D izračunanoj prema članu 35. ovoga pravilnika, smatra se da je udaljenost dovoljna.

Član 37.

Pri vertikalnom rasporedu uzima se da je:

$$k = 4 + \frac{\alpha}{5}, \text{ ali najmanje } k = 14$$

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

Tolika udaljenost potrebna je samo za vodove nazivnog napona preko 20 kV i ako raspored nije potpuno vertikalni ali je horizontalna udaljenost manja od sigurnosnog razmaka.

Član 38.

Kod niskonaponskih vodova razmaci između vodiča ne smiju biti manji od udaljenosti D izračunane prema formuli:

$$D = 3 \sqrt[3]{f} \text{ (cm)}$$

ali ne manji od 30 cm pri kosom i horizontalnom postavljanju vodiča za raspone do 45 m, odnosno ne manji od 40 cm za raspone veće od 45 m.

Pri vertikalnom postavljanju vodiča ta udaljenost ne treba biti manja od 40 cm za raspone do 45 m, odnosno ne manja od 60 cm za raspone veće od 45 m.

Član 39.

Kut otklona izolatorskog lanca računa se sa 70% tlaka vjetra na vodiče odnosno sa 50% tlaka vjetra na vodiče u snopu. U oba slučaja kut otklona računa se za vodiče bez leda. Tlak vjetra računa se prema čl. 12. i 13. ovoga pravilnika.

2. Zaštitna zona

Član 40.

Pod zaštitnom zonom razumijeva se prostor ispod zaštitnog užeta u kojemu se smatra da su vodiči dovoljno zaštićeni od utjecaja atmosferskih prenapona.

Član 41.

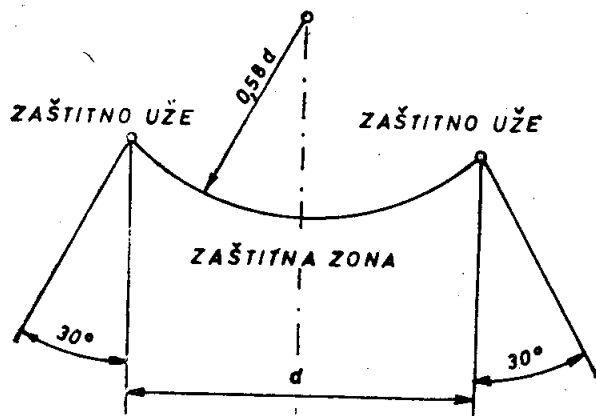
Vodiči se, u pravilu, moraju nalaziti u granicama zaštitne zone uzduž svih raspona i na svim temperaturama od 0°C do 40°C.

Član 42.

Zaštitna zona na vodu s jednim zaštitnim užetom obuhvaća prostor u granicama kuta od 30° s obje strane zaštitnog užeta, mjereno od vertikale.

Član 43.

Zaštitna zona između dvaju zaštitnih užeta obuhvaća prostor ispod luka što dodiruje oba zaštitna užeta, kojemu je središte iznad užeta a polumjer mu iznosi 0,38 d od međusobne udaljenosti zaštitnih užeta (slika 1).



Slika 1

Član 44.

Ako kod niskonaponskih vodova vodiči nisu horizontalno raspoređeni, nulti se vodič treba nalaziti ispod faznih vodiča.

V. ISOLATORI

1. Opće odredbe

Član 45.

Za nadzemne vodove treba upotrebljavati potporne i viseće izolatore.

Potporni izolatori spajaju se čvrsto sa stupom.

Viseći izolatori spajaju se sa stupom tako da se mogu slobodno njihati oko čvrste točke vješanja.

Član 46.

Izolatori vodova napona do 220 kV moraju što se tiče mehaničkih i električnih osobina, pa i što se tiče materijala, oblika i načina učvršćivanja kovinskih dijelova na njima, ispunjavati uvjete predviđene jugoslavenskim standardima.

Izolatori se ispituju prema odredbama jugoslavenskih standarda.

Član 47.

Za nadzemne elektroenergetske vodove nazivnog napona 380 kV, a u iznimnim slučajevima i za vodove nazivnog napona 110 i 220 kV, mogu se upotrebljavati i izolatori koji nisu predviđeni jugoslavenskim standardima, ali ovi moraju odovarati preporukama IEC (Međunarodne elektrotehničke komisije) ili jednome od priznatih inozemnih standarda i u skladu s njima biti ispitani.

Član 48.

Za određeni vod treba, u pravilu, odabrati izolatore standardnih tipova, vodeći računa o mehaničkim i električnim opterećenjima na vodu.

2. Mehaničko dimenzioniranje

Član 49.

Potporni izolatori na nosećim stupovima moraju imati prijelomni teret najmanje 2,5 puta veći od težine vodiča s dodatnim teretom, a potporni izolatori na zateznim stupovima — najmanje 2,5 puta veći od sile zatezanja vodiča.

Član 50.

Kapasti izolatori odnosno kapasti izolatori u lancima na nosećim stupovima moraju imati elektromehanički teret najmanje 3 puta veći od težine vodiča s dodatnim teretom, a oni na zateznim stupovima — najmanje 3 puta veći od sile zatezanja vodiča.

Član 51.

Masivni i štapni izolatori odnosno masivni i štapni izolatori u lancima na nosećim stupovima moraju imati prijelomni teret najmanje 3 puta veći od težine vodiča s dodatnim teretom, a oni na zateznim stupovima — najmanje 3 puta veći od sile zatezanja vodiča.

Član 52.

Dopušteno je da se mehanički teret voda raspodijeli na više izolatora odnosno izolatorskih lanaca, uz uvjet da se upotrijebe sredstva koja će osigurati da se u normalnom stanju ukupan teret podjednako raspodijeli.

3. Električno dimenzioniranje

Član 53.

Izolator odnosno izolatorski lanac, kompletno montiran kao na nadzemnom vodu (dakle i s eventualnom zaštitnom armaturom), mora izdržati napon iz tablice 4.

Tablica 4.

Nazivni napon kV	Stupanj izolacije	Najviši pogonski napon kV	Jednominutni naponi standardnog vala pozitivnog i negativnog polariteta kV			
			Stupanj izolacije pun	Stupanj izolacije snižen		
1	2	3	4	5	6	7
3	Si 3,6	3,6	16	—	45	—
6	Si 7,2	7,2	22	—	60	—
10	Si 12	12	28	—	75	—
20	Si 24	24	50	—	125	—
35	Si 38	38	70	—	170	—
60	Si 72,5	72,5	140	—	325	—
110	Si 123	123	230	—	550	—
	Si 123 s	123	—	185	—	450
220	Si 245	245	460	—	1050	—
	Si 245 s1	245	—	395	—	900
380	Si 420 s2	420	—	680	—	1550
	Si 420 s3	420	—	630	—	1425

Član 54.

Za najviše pogonske napone 123 kV i 245 kV predviđen je po jedan pun stupanj izolacije i po jedan sniženi stupanj izolacije.

Pun stupanj izolacije treba primijeniti u mrežama s izoliranom nultom točkom, s kompenziranom strujom zemljospoja i s ne direktno uzemljenom nultom točkom, a podnosive napone treba birati iz kolona 4 i 6 (pun stupanj izolacije) u tablici 4. U mrežama s direktno uzemljenom nultom točkom mogu se birati podnosivi naponi iz kolone 5 i 7 (snižen stupanj izolacije) u tablici 4. Za najviši pogonski napon 420 kV postoje samo 2 snižena stupnja izolacije, jer se mreže za 420 kV normalno grade s direktno uzemljenom nultom točkom. Svi sniženi stupnjevi izolacije imaju, za razliku od ostalih stupnjeva izolacije, u oznaci dodatak: »s«, »sl«, »s2« i sl.

Član 55.

Odredba člana 53. ovoga pravilnika vrijedi za atmosferske prilike što ih određuju:

- 1) barometarski tlak 1014 milibara (760 mm živina stupa)
- 2) temperatura +20°C
- 3) vlaga 11 g/m³

Član 56.

Za dijelove voda na većim nadmorskim visinama treba vrijednosti iz tablice 4. iz člana 53. ovoga pravilnika pomnožiti ovim faktorima:

1,000 — za nadmorske visine	do 1000 m
1,075 — za nadmorske visine	veće od 1000 do 1500 m
1,150 — za nadmorske visine	veće od 1500 do 2000 m
1,225 — za nadmorske visine	veće od 2000 do 2500 m

Član 57.

Na vodovima ili dijelovima vodova u predjelima s većim taloženjem nečistoće, s rosom ili maglom (na primjer: u blizini talionica, morske obale i sl.), treba vrijednosti iz tablice 4. iz člana 53. ovoga pravilnika povećati, odnosno upotrijebiti izolatore s dužom strujnom stazom, i to u skladu s vrstom i stupnjem zagađivanja.

Član 58.

Položaj izolatora na vodu mora biti takav da bitno ne utječe na njegova izolacijska svojstva.

4. Pojačana izolacija

Član 59.

Izolacija voda može se, prema potrebi, pojačati, i to mehanički ili električki.

Član 60.

Smatra se da je izolacija voda mehanički pojačana:

- 1) ako se za potporne izolatore upotrijebe dva ili više izolatora, tako da u slučaju prijeloma jednog izolatora preostali izolatori budu dimenzionirani prema čl. 49. do 52. ovoga pravilnika, uzimajući u obzir raspodjelu tereta na neoštećene izolatore.

Kod niskonaponskih vodova smatra se da je postignuto dovoljno mehanički pojačano pričvršćivanje vodiča na nosećim stupovima, krovnim nosačima, kon-

zolama na zgradama i sl. u ravnoj crti, ako se pri upotrebi jednog potpornog izolatora vodič dodatno veže sigurnosnim vezom od istoga materijala i istoga presjeka kao vodič;

- 2) ako se za viseće izolatore upotrijebe dva lanca ili više lanaca dimenzioniranih prema čl. 49. do 52. ovoga pravilnika za normalno stanje voda, kad je opterećenje ravnomjerno raspoređeno na sve lance, a u slučaju prekida jednoga lanca izolatori preostalih lanaca smiju biti opterećeni najviše s pola iznosa od elektromehaničkog tereta odnosno minimalnog prijelomnog tereta.

Član 61.

Smatra se da je izolacija električki pojačana ako se postavljaju izolatori ili izolatorski lanci kojima je jednom minutni podnosivi napon 50 Hz za oko 15% viši od jednodimenzioniranog podnosivog napona na preostalom dijelu voda.

Odredba stavka 1. ovoga člana odnosi se samo na visokonaponske vodove, a za niskonaponske vodove izolaciju nije potrebno električki pojačavati.

5. Učvršćivanje vodiča

Član 62.

Na potpornim izolatorima nosećih stupova vodiči se vežu mekanom žicom od istoga ili sličnog materijala od kojega su i vodiči. Promjer žice ne smije biti manji od 1,5 mm za niskonaponske vodove, odnosno od 2,5 mm za visokonaponske vodove.

Dopušteni su i drugi načini vezanja vodiča.

Član 63.

Na kutne stupove vodič se postavlja tako da je potporni izolator u tupom kutu i da je veza rasterećena.

Član 64.

Na zateznim stupovima vodiči se učvršćuju na potporne izolatore omčom, koja je zatvorena spojnicama ili vezom.

Član 65.

Nosači potpornih izolatora moraju biti dimenzionirani tako da izdrže teret iz člana 49. ovoga pravilnika s mehaničkim faktorom sigurnosti najmanje 2, s obzirom na prekidnu čvrstoću materijala, ako nije drugačije predviđeno odgovarajućim jugoslavenskim standardima.

Član 66.

Stezaljke i ostali kovinski dijelovi u sastavu izolatorskih lanaca, a i oprema za učvršćenje zaštitnog užeta, trebaju biti dimenzionirani tako da izdrže teret prema čl. 50. i 51. ovoga pravilnika, s mehaničkim faktorima sigurnosti od najmanje 2,5 s obzirom na silu kidanja.

Stezaljke i ostali kovinski dijelovi za učvršćenje vodiča i zaštitnog užeta trebaju biti od istoga ili sličnog materijala od kojega su vodiči odnosno zaštitno užo, ili od čelika pocinčanog vrućim postupkom.

Član 67.

Ako se zahtijeva pojačana mehanička sigurnost kod višestrukih izolatorskih lanaca kad je teret ravnomjerno raspoređen na sve lance, kovinski dijelovi ostalih

Ilanaca moraju biti dimenzionirani tako da pri prekidu jednoga lanca izdrže teret prema čl. 50. i 51. ovoga pravilnika, s mehaničkim faktorom sigurnosti od najmanje 1,7 s obzirom na silu kidanja.

Član 68.

Sila izvlačenja iz nosećih stezaljki za vodiče i zaštitna užeta ne smije biti manja od 60% od sile zatezanja.

VI. STUPOVI I NJIHOVO DIMENZIONIRANJE

1. Vrste stupova

Član 69.

Stupovi mogu biti noseći i zatezni.

Noseći stupovi se, u pravilu, postavljaju samo u ravnoj trasi. Noseće stupove karakterizira to što su na njima naprezanja vodiča odnosno zaštitnih užeta u oba raspona jednaka, vodiči i zaštitna užeta nisu s njima čvrsto spojeni i na stup se ne prenosi direktno njihova sila zatezanja s jedne strane stupa, nego se prenosi samo rezultanta sile zatezanja s objiju strana, ako ta rezultanta postoji.

Zatezne stupove karakterizira to što naprezanja vodiča odnosno zaštitnih užeta ne moraju biti jednaka u oba raspona, vodiči i zaštitna užeta su s njima čvrsto spojeni i na stup se prenosi direktno sila zatezanja svakog vodiča i zaštitnog užeta sa svake strane stupa.

Stupovi mogu biti istodobno i noseći i zatezni, na primjer stup na kojemu se vod odvaja za prolazni vod je noseći, a za odvojak je zatezni.

Član 70.

Stupovi se mogu nalaziti u ravnoj trasi (linijski stupovi) ili na skretanju trase (kutni stupovi). Noseći i zatezni stupovi mogu biti linijski ili kutni.

Član 71.

Preporučuje se da se na vodovima s visećim izolatorima ne upotrebljavaju kutni noseći stupovi na mjestima na kojima kut skretanja trase iznosi više od 20°.

Član 72.

Dužina zateznog polja, tj. udaljenost između dvaju zateznih stupova, u pravilu, ne treba biti veća od 8 km ni obuhvaćati više od 30 raspona.

Kraća zatezna polja primjenjuju se ako posebne prilike na trasi to zahtijevaju (klimatski uvjeti, teren, prijelazi, veći broj skretanja i sl.).

2. Naprezanje stupova

Član 73.

Stupovi moraju biti dimenzionirani tako da naprezanje materijala ne prekorači granicu dopuštenog naprezanja ni u jednom slučaju opterećenja.

Za proračunavanje pojedinog dijela stupa treba odabrati ono opterećenje koje uzrokuje najveću silu u njemu, s tim što se pri tome ne uzima da razna opterećenja djeluju istodobno.

Član 74.

Dopuštena naprezanja za pojedine vrste materijala određena su posebice za normalne slučajeve opterećenja, a posebice za izvanredne slučajeve opterećenja.

Normalni slučajevi opterećenja nastaju kad su svi dijelovi neoštećeni.

Izvanredni slučajevi opterećenja nastaju kad se jedan vodič ili jedno zaštitno uže s jedne strane stupa prekine.

3. Opterećenja

Član 75.

Opterećenja što se navode u čl. 76. i 77. ovoga pravilnika odnose se na stupove vodova s visećim izolatorima i na stupove vodova s potpornim izolatorima, a naprezanje se izračunava prema članu 78. ovoga pravilnika.

Član 76.

Normalna opterećenja jesu:

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

a) opterećenje pri proračunu kojega se uzima:

— težina stupa, izolatora, pribora, vodiča i zaštitnih užeta;

— težina dodatnog tereta na vodičima i zaštitnim užetima;

— rezultanta sile zatezanja svih vodiča i zaštitnih užeta s objiju strana stupa;

b) opterećenje pri proračunu kojega se uzima:

— težina stupa, izolatora, pribora, vodiča i zaštitnih užeta;

— pritisak vjetra na stup i na sve vodiče i zaštitna užeta okomito na vod odnosno u smjeru simetrale kuta trase;

— rezultanta od dvije trećine sile zatezanja svih vodiča i zaštitnih užeta s objiju strana stupa;

c) opterećenje pri proračunu kojega se uzima:

— težina stupa, izolatora, pribora, vodiča i zaštitnih užeta;

— pritisak vjetra na stup i na sve vodiče i zaštitna užeta u smjeru voda odnosno okomito na simetralu kuta trase;

— rezultanta od dvije trećine sile zatezanja svih vodiča i zaštitnih užeta s objiju strana stupa;

2) samo za zatezne stupove:

Opterećenje pri proračunu kojega se uzima:

— težina stupa, izolatora, pribora, vodiča i zaštitnih užeta;

— dvije trećine sile zatezanja vodiča i zaštitnih užeta s jedne strane stupa.

Član 77.

Izvanredna opterećenja ne uzimaju se u obzir za jednostavnije konstrukcije drvenih stupova ni za vodove do 35 kV, osim na dionicama s težim klimatskim uvjetima.

Izvanredna opterećenja jesu:

1) za noseće stupove:

a) opterećenje pri proračunu kojega se uzima:

— težina stupa, izolatora, pribora, vodiča i zaštitnih užeta;

— težina dodatnog tereta na vodičima i zaštitnim užetima;

— polovica sile zatezanja jednog vodiča ili jednoga zaštitnog užeta s jedne strane stupa, a za vodiče u snopu — četvrtina sile zatezanja vodiča jednog snopa;

2) za zatezne stupove i za kutne noseće stupove s kutom skretanja trase većim od 5°:

b) opterećenje pri proračunu kojega se uzima:

— težina stupa, izolatora, pribora, vodiča i zaštitnih užeta;

— težina dodatnog tereta na vodičima i zaštitnim užetima;

— sila zatezanja svih vodiča i zaštitnih užeta u oba smjera trase, osim jednoga vodiča odnosno jednoga zaštitnog užeta s jedne strane stupa, a za vodove s vodičima u snopu — sila zatezanja svih snopova vodiča i zaštitnih užeta u oba smjera trase, osim jednoga snopa odnosno jednoga zaštitnog užeta s jedne strane stupa.

Član 78.

Pri izračunavanju napreznja stupova treba uzeti u obzir:

1) težinu vodiča i zaštitnih užeta i težinu dodatnog tereta treba računati prema gravitacijskom rasponu (»težina vodiča odnosno zaštitnog užeta« — član 4. ovoga pravilnika);

2) tlak vjetra na vodiče i zaštitna užeta u smjeru simetrale kuta trase uzima se na poluzbroj susjednih raspona, bez ikakvih redukcija s obzirom na kut trase;

3) tlak vjetra na vodiče i zaštitna užeta okomito na simetralu kuta trase uzima se na poluzbroj susjednih raspona, s redukcijom s obzirom na položaj vodiča i zaštitnih užeta prema smjeru vjetra, ali tako da je barem jednak četvrtini tlaka u smjeru simetrale kuta trase;

4) ako nije određeno o kojem se vodiču, zaštitnom užetu ili strani stupa radi, uzima se ono što je nepovoljnije.

4. Natpisi na stupovima

Član 79.

Svi stupovi visokonaponskih vodova moraju imati natpise s upozorenjem na opasnost, osim drvenih stupova na koje treba postaviti natpise s upozorenjem samo u naseljenim mjestima i pokraj cesta.

VII. UZEMLJENJE

1. Opće odredbe

Član 80.

Pri uzemljenju nadzemnih elektroenergetskih vodova primjenjivat će se odredbe ove glave, odredbe Tehničkih propisa za elektroenergetska postrojenja iznad 1000 V (Dodatak »Službenog lista SFRJ«, br. 14/67), koji su sastavni dio Pravilnika o tehničkim mjerama za elektroenergetska postrojenja iznad 1000 V (»Službeni list SFRJ«, br. 14/67 i 13/69), ako ovim pravilnikom nije drugačije određeno.

Član 81.

Kovinski i armiranobetonski stupovi visokonaponskih vodova i kovinske trake na drvenim stupovima što služe za zaštitu stupova od udara groma trebaju imati pouzdanu vezu sa zemljom. Ako se kod visokonaponskih vodova ukopavanjem stupova ne dobije dovoljno uzemljenje, treba postaviti dopunske uzemlivače, odnosno poduzeti druge dopunske mjere.

Za stupove niskonaponskih vodova, bez obzira na vrstu, i za drvene stupove visokonaponskih vodova

ako nemaju kovinske trake za uzemljenje, nisu potrebni dopunski uzemlivači ni druge dopunske mjere.

Iznimno, kod niskonaponskih vodova, ako postoji opasnost od previsokog napona dodira zbog osobine terena (blato, močvara i sl.), treba oko stupa postaviti prstenasti uzemlivač za oblikovanje potencijala.

2. Uzemljenje u kompenziranom i neuzemljenim mrežama

Član 82.

U mrežama visokog napona s izoliranom nultom točkom i u mrežama s kompenziranom strujom zemljospoja pretpostavlja se dulje trajanje zemljospoja, pa otpor uzemljenja kod stupova na obradivim površinama, pokraj prometnih cesta i u naseljenim mjestima ne smije prijeći vrijednost danu formulom:

$$R_u = \frac{U_z}{I}, \Omega,$$

gdje je:

$U_z = 125 \text{ V}$ — napon uzemljenja;

I — stvarna struja zemljospoja (A), koja teče na mjestu zemljospoja

U mrežama s izoliranom nultom točkom I, je kapacitivna struja zemljospoja, a u mrežama s nultom točkom uzemljenom preko svitka — preostala struja zemljospoja.

Obradivim površinama smatraju se površine što se u poljoprivredi obrađuju, kao što su njive, vrtovi, voćnjaci, vinogradi i sl. Obradivim površinama ne smatraju se zemljišta koja se ne obrađuju, kao što su šume, livade i sl.

Prometnim cestama smatraju se ceste I. i II. reda, ceste određene isključivo za promet motornih vozila i autoceste. Kao prometne ceste smatraju se i ceste III. i IV. reda s tvrdom podlogom, koje se priključuju na auto-cestu i ceste I. i II. reda, a i dijelovi cesta III. i IV. reda te druge ceste za opću upotrebu, bez tvrde podloge, na dužini od 500 m od naselja. Prometnim cestama smatraju se i ceste III. i IV. reda te druge ceste za opću upotrebu, bez podloge, što služe kao pristupne ceste za škole, bolnice, domove kulture, sajmove, groblja i slične objekte u kojima se skuplja veći broj ljudi, i to na dužini od 100 m od tih objekata.

Naseljenim mjestima smatraju se:

1) u gradskim naseljima — dijelovi grada s prosječnim ulicama, izgrađenim nizovima kuća, parkovima i šetalištima, dok se pojedinačne zgrade smatraju naseljem samo ako bi stup mogao pasti u ograđeno dvorište, ili se stup nalazi na udaljenosti manjoj od 15 m od stambene zgrade;

2) u seoskim naseljima — pojedinačne kuće, ako bi stup mogao pasti u ograđeno dvorište ili okućnicu koja služi za vrt, ili se stup nalazi na udaljenosti manjoj od 15 m od stambene zgrade.

Član 83.

Na vodovima sa zaštitnim užetima mjerodavan je ukupan otpor uzemljenja, računajući i vezu preko zaštitnih užeta.

Član 84.

Prekoračenje vrijednosti otpora R_u može se dopustiti ako se poduzmu mjere koje će zemljospoj na stu-

pu učiniti malo vjerovatnim ili ograničiti trajanje zemljospoja. Taj uvjet smatra se ispunjenim ako se primijeni barem jedna od ovih mjera:

- 1) upotreba neprobojnih (masivnih) izolatora;
- 2) redovita kontrola izolatora, a najmanje jedanput godišnje;
- 3) prikladan raspored vodiča na stupu koji sprečava da zbog prijeloma izolatora vodič padne na konstrukciju stupa;
- 4) ugradnja uređaja za signaliziranje zemljospoja i neposredno automatsko isključenje voda čim nastane kvar.

Član 85.

Posebne mjere u vezi s naponom koraka nisu potrebne ako je poduzeta jedna od mjera iz člana 84. ovoga pravilnika.

3. Uzemljenje u mrežama s direktno uzemljenom nul-tom točkom

Član 86.

Nadzemni elektroenergetski vodovi koji pripadaju mreži s direktno uzemljenom nul-tom točkom moraju imati uređaje za brzo automatsko isključenje pri zemljospoju, koji pouzdano isključuju elionicu u kvaru i tako odstranjaju opasnost od djelovanja napona na mjestu zemljospoja.

Član 87.

Stupovi nadzemnih elektroenergetskih vodova iz člana 86. ovoga pravilnika trebaju imati uzemljiivač u obliku jednog ili dvaju prstena oko svakog temelja ili oko svih temelja jednoga stupa. Najmanja dubina ukopavanja uzemljiivača jest 0,5 m.

Udaljenost prstena od temelja odnosno stupa treba da je takva da se dobije povoljniji efekt za oblikovanje potencijala, što ovisi o obliku i konstrukciji temelja stupa.

Dopušteni su i drugi načini uzemljenja koji osiguravaju slično djelovanje.

Član 88.

Odredbe člana 87. ovoga pravilnika ne odnose se na stupove u kamenitu terenu bez zemlje odnosno u kojemu, uz racionalnu upotrebu materijala, nije moguće postići zadovoljavajuće vrijednosti otpora uzemljenja. Na stupove na takvu terenu ne postavlja se uzemljiivač.

Član 89.

U pogledu reguliranja napona dodira i napona koraka ne treba poduzimati druge posebne mjere osim mjera predviđenih u čl. 86. do 88. ovoga pravilnika.

4. Uzemljenja za zaštitu od groma

Član 90.

Da bi se pri udaru groma u stup ili zaštitno uže opasnost od preskoka na vodiče smanjila na podnošljivu mjeru, treba prema odabranom stupnju izolacije voda odrediti maksimalno dopušteni otpor uzemljenja, uzimajući u obzir učestalost i jačinu gromova u području trase, sigurnost voda i učestalost kvarova s

obzirom na važnost projektiranog voda, pa i troškove za izradbu uzemljenja.

Član 91.

Ako se uzemljenjem izvedenim prema članu 87. ovoga pravilnika ne postigne otpor koji osigurava zaštitu od groma, preporučuje se međusobno povezivanje pojedinačnih uzemljiivača ili postavljanje još jednog prstena oko svih temelja stupa na dubini od 1 m, odnosno polaganje zrakastih uzemljiivača ukupne dužine približne dužini uzemljiivača prstena, ako je to povoljnije s obzirom na teren.

Ako se postupkom iz stavka 1. ovoga člana ne postigne otpor koji osigurava zaštitu od groma, daljnje polaganje uzemljiivača ovisi o značenju dalekovoda i atmosferskih uvjeta na dotičnom području.

Ako su troškovi izradbe uzemljenja stupova radi zaštite od udara groma neracionalni, vrijede odredbe člana 87. ovoga pravilnika i za mreže što nisu direktno uzemljene.

Član 92.

Smatra se da povratni preskok na vodiču nije vjerojatan, ako je za otpor uzemljenja ispunjen uvjet prema ovoj formuli:

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

gdje je:

R_{uz} = otpor uzemljenja (Ω) promatranog stupa, bez veze sa zaštitnim užetima;

U_i = podnosivi udarni napon (kV) izolatora u suhom;

I_u = tjemena vrijednost udarne struje groma (kA) za promatrani stup.

Pri izboru I_u mogu poslužiti kao orijentacija vrijednosti dane u slijedećoj tablici, koje pokazuju za koliko postotaka od svih udara groma, uzetih kao 100%, vrijednost struje iz prvoga reda tablice neće biti premašena:

Struja od udara groma u stup [kA]	20	30	40	50	60
Udio od svih udara groma [%]	79	91	95	98	99

Osnova za određivanje struje od udara groma trebaju biti podaci o ugroženosti voda s obzirom na učestalost atmosferskog pražnjenja, odnosno broj grmljavinskih dana u godini.

Član 93.

Otpor uzemljenja s kojim se može računati pri udarnim naponima groma kojim se da je približno jednak otporu uzemljenja koji se dobiva uobičajenim mjerenjem. Što su uzemljiivači kraći to je ta pretpostavka točnija.

5. Uzemljenje zaštitnih užeta i posebne odredbe za stupove od različitih materijala

Član 94.

Zaštitno uže na kovinskim stupovima može biti uzemljeno preko konstrukcije bez posebna voda za uzemljenje, ako je konstrukcija uzemljena a odvod struje do uzemljiivača osiguran. Na pristupačnom mje-

stu iznad temelja konstrukcije mora postojati stezaljka za priključak uzemljenja.

Član 95.

Zaštitno uže na armiranobetonskim stupovima može biti uzemljeno preko čelične armature u betonu, ako presjek šipke iznosi najmanje 50 mm² i ako svi dijelovi armature koji služe za uzemljenje imaju pouzdan kontakt. Ova se odredba odnosi i na nosače izolatora.

Armatura koja služi za uzemljenje mora na lako pristupačnu mjestu iznad temelja imati završetak za stezaljku koji izlazi iz površine betona.

Da bi se omogućio nesmetan odvod struje od udara groma u zemlju, preporučuje se da se na armiranobetonskim stupovima, koji već zbog ukopavanja imaju dovoljno mali otpor uzemljenja, na stezaljku za uzemljenje priključi kovinski izvod dužine oko 1 m.

Član 96.

Na drvenim stupovima ne izvodi se uzemljenje, osim ako nose zaštitno uže ili ako kovinske dijelove treba uzemljiti. Uzemljenje se u tom slučaju izvodi kao kod kovinskih i armiranobetonskih stupova.

Ako nosači izolatora nisu uzemljeni, vod za uzemljenje zaštitnog užeta treba odmaknuti od glave stupa i spriječiti kovinsku vezu s nosačima. Preporučuje se da se i na drvenim stupovima zaštitno uže uzemli na svakome stupu, ali najmanje na svakih 300 m dužine voda.

6. Zemljovodi

Član 97.

Materijal i minimalni presjeci zemljovoda, odnosno vodova koji spajaju objekt što se uzemljuje s uzemljivačem, navedeni su u tablici 5.

Tablica 5.

	Pocinčani čelik		Bakar		Aluminij	
	Žica Traka	8 mm 20 × 3 mm	Žica Ø Traka	5 mm 8 × 2 mm	Žica Ø Traka	10 mm 25 × 4 mm
Zemljovod (izvan zemlje)						
Trakasti uzemljivač i zemljovod (u zemlji)	Žica Ø Traka	10 mm 25 × 4 mm	(ne preporučuje se) Žica Ø Traka	8 mm 20 × 2,5 mm	—	—
Šipkasti uzemljivač	Cijev 32/25 mm (preporučuje se cijev 2", debljine 3,5 mm)		Cijev 30/25 mm		—	—
	Kutnik L 65 × 65 × 7 mm		—	—	—	—
	Profil U 6,5 ili T 6		—	—	—	—
Pločasti uzemljivač	1 m ² debljine 3 mm		0,5 m ² debljine 2 mm			

Član 98.

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

Član 99.

Ako se na mjestu prijelaza zemljovoda u zemlju očekuje pojačana korozija, preporučuje se da se vod zaštiti premazivanjem, pojačanjem presjeka ili drugom sličnom mjerom.

Član 100.

Ako postoji opasnost od mehaničkog oštećenja, zemljovod treba na prikladan način zaštititi.

Član 101.

Na zemljovode se primjenjuju i Tehnički propisi za elektroenergetska postrojenja iznad 1000 V i Pravilnik o Tehničkim propisima o gromobranima (»Službeni list SFRJ«, br. 13/68), ako ovim pravilnikom nije drugačije određeno.

7. Uzemljivači

Član 102.

Uzemljivači mogu biti trakasti, šipkasti ili pločasti.

Član 103.

Materijal, minimalni presjeci i debljine uzemljivača navedeni su u tablici 5. uz član 97. ovoga pravilnika.

Za uzemljivače mogu se upotrebljavati i drugi materijali otporni prema koroziji, sličnih osobina i odgovarajućih presjeka.

Član 104.

Ako se, iznimno, upotrebljava nepocinčan čelik ili se očekuje jača korozija u zemlji, presjek uzemljivača treba biti za 50% veći od presjeka određenoga u tablici 5. iz člana 97. ovoga pravilnika.

Član 105.

Na uzemljivače se primjenjuju i Tehnički propisi za elektroenergetska postrojenja iznad 1000 V i Tehnički propisi o gromobranima, ako ovim pravilnikom nije drugačije određeno.

VIII. PRIJELAZ VODOVA I NJIHOVO PribližAVANJE RAZNIM OBJEKTIMA

1. Opće odredbe

Član 106.

U odredbama ovoga pravilnika u kojima je navedena samosigurnosna udaljenost iznos sigurnosne visine jednak je iznosu sigurnosne udaljenosti.

Član 107.

Sigurnosne visine i sigurnosne udaljenosti vrijede za niskonaponske vodove i visokonaponske vodove napona do 110 kV, ako ovim pravilnikom nije drugačije određeno.

Član 108.

Za vodove nazivnog napona 220 kV sigurnosne visine i sigurnosne udaljenosti treba povećati za 0,75 m, a za vodove nazivnog napona 380 kV za 2,0 m — od vrijednosti za napon 110 kV.

Član 109.

Ako visokonaponski vod prelazi preko nekog objekta, treba postupiti onako kako je za pojedine objekte propisano ovim pravilnikom. Propisane mjere, osim sigurnosne visine, treba poduzeti i kad se vod približi auto-cesti, cesti I. reda, žičari, plovnoj rijeci ili kanalu na udaljenost manju od visine stupa nad zemljom.

Član 110.

Horizontalne udaljenosti, navedene u ovome pravilniku ne odnose se na niskonaponske vodove što su funkcionalno vezani s dotičnim objektom (rasvjeta cesta, sportskih igrališta i sl.)

2. Nepristupačna mjesta

Član 111.

Za nepristupačna mjesta (na primjer: gudure, stijene, neplovne rijeke, močvare i sl.) sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- | | | |
|--------------------------|-----------|-------|
| 1) sigurnosna visina | — — — — — | 4,0 m |
| 2) sigurnosna udaljenost | — — — — — | 3,0 m |

3. Mjesta nepristupačna vozilima

Član 112.

Za mjesta nepristupačna vozilima sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- | | | |
|-------------------------------------|-----------|-------|
| 1) sigurnosna visina: | | |
| — za niskonaponske kućne priključke | 4,0 m | |
| — za sve ostalo | — — — — — | 5,0 m |
| 2) sigurnosna udaljenost | — — — — — | 4,0 m |

4. Mjesta pristupačna vozilima

Član 113.

Za mjesta pristupačna vozilima (oko naseljenih područja, iznad polja oko kojih ima poljskih staza, iznad livada i oranica, iznad poljskih putova i šumskih staza), sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------|
| 1) sigurnosna visina: | | |
| — za visokonaponske vodove do 110 kV | 6,0 m | |
| — za niskonaponske vodove | — — — — — | 5,0 m |
| 2) sigurnosna udaljenost: | | |
| — za visokonaponske vodove do 110 kV | 5,0 m | |
| — za niskonaponske vodove | — — — — — | 4,0 m |

5. Zgrade

Član 114.

Vodjenje nadzemnih visokonaponskih vodova preko zgrada što služe za stalan boravak ljudi treba ogra-

ničiti na iznimne slučajeve, ako se druga rješenja ne mogu tehnički ili ekonomski opravdati.

Smatra se da vod prelazi preko zgrade i kad je razmak horizontalne projekcije najbližeg vodiča u neotklonjenom stanju od zgrade manji od 5 m, bez obzira na napon voda.

Član 115.

Za nepristupačne dijelove zgrada (krov, dimnjak i sl.) sigurnosna udaljenost iznosi:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1) za visokonaponske vodove do 110 kV | 3,0 m |
| 2) za niskonaponske vodove na nosačima uzidanim sa strane u zgradu, osim za uvode u zgradu | — — — — — 0,25 m |
| 3) za niskonaponske vodove iznad sljemeni krova | — — — — — 0,40 m |
| 4) za ostale niskonaponske vodove | — — — — — 1,0 m |

Član 116.

Za stalno pristupačne dijelove zgrada (terasu, balkon, građevne skele i sl.) sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- | | | |
|--------------------------------------|-----------|--------|
| 1) sigurnosna visina: | | |
| — za visokonaponske vodove do 110 kV | 5,0 m | |
| — za niskonaponske vodove | — — — — — | 2,5 m |
| 2) sigurnosna udaljenost: | | |
| — za visokonaponske vodove do 110 kV | 4,0 m | |
| — za niskonaponske vodove | — — — — — | 1,25 m |

Član 117.

Vertikalna udaljenost između vodiča i dijelova zgrade ispod vodiča (sljeme krova, gornji rub dimnjaka itd.) za vodove s visećim izolatorima treba iznositi najmanje 3,0 m i ako u prijelaznom rasponu postoji normalni dodatni teret a u susjednim rasponima nema toga tereta.

Član 118.

Za prozore i vanjska vrata sigurnosna udaljenost za niskonaponske vodove iznosi:

- | | | |
|------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| 1) od gornjeg ruba naviše | — — — — — | 0,3 m |
| 2) od gornjeg ruba naniže | — — — — — | 0,7 m |
| 3) od poda prostorije | — — — — — | 2,5 m |
| 4) od otvora vodoravno u svim smjerovima prema vanjskom prostoru | — — — — — | 1,25 m |

Član 119.

Ako su za niskonaponske vodove upotrijebljeni vodiči s izolacijom koja je postojana i otporna na atmosferske utjecaje, sigurnosna udaljenost iznosi:

- | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------|
| 1) od donjeg ruba prozora ili vrata naniže | 0,3 m |
| 2) od otvora prozora i vrata vodoravno u svim smjerovima | — — — — — 0,6 m |

Ako su upotrijebljeni vodiči slični kabelu, odnosno samonosivi kabeli, treba predvidjeti sigurnosnu udaljenost samo u horizontalnom smjeru koja iznosi 0,6 m.

Član 120.

Ako se niskonaponski vodovi približavaju dimnjacima, sigurnosna visina iznosi:

1) ako se dimnjak ne čisti s vanjske strane (s krova):

- ako se vod nalazi iznad otvora dimnjaka — — — — — 0,8 m
- ako se vod nalazi niže od otvora dimnjaka — — — — — 1,2 m

2) ako se dimnjak čisti s vanjske strane:

- od stajnog mjesta kod dimnjaka i od pristupa do dimnjaka naviše — 2,5 m
- u svim ostalim smjerovima — — 1,25 m

Nije dopušten prijelaz niskonaponskog voda preko dimnjaka ako je sigurnosna visina manja od 1,0 m.

Član 121.

Za visokonaponske vodove iznad zgrada potrebna je pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika, a za stambene zgrade — još i pojačana mehanička sigurnost prema članu 60. ovoga pravilnika.

Član 122.

Na stambene zgrade nije dopušteno postavljati zidne konzole ni zidne i krovne nosače za nošenje visokonaponskih vodova.

6. Zgrade pogonskih postrojenja

Član 123.

Sigurnosne visine i sigurnosne udaljenosti od zgrada koje pripadaju istome pogonskom postrojenju kojemu pripada i elektroenergetski vod (elektrane, transformatorske stanice, razdjelna postrojenja), a ne služe za stanovanje, mogu biti manje nego što je navedeno u članu 114. ovoga pravilnika, ako se predvide odgovarajuće zaštitne mjere za sprečavanje slučajnog dodira vodiča (npr. postavljanje ograde, lako uočljivih natpisa za upozorenje i sl.), a u skladu s Tehničkim propisima za elektroenergetska postrojenja iznad 1000 V.

7. Zgrade zapaljiva krova

Član 124.

Za zgrade kojima je krov pokriven zapaljivim materijalom za visokonaponske vodove, bez obzira na napon, sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

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

U svemu ostalome za zgrade iz stavka 1. ovoga člana vrijede odredbe člana 114. ovoga pravilnika.

8. Objekti u kojima se nalazi lako zapaljiv materijal

Član 125.

Nije dopušteno voditi vodove preko objekata u kojima se nalazi lako zapaljiv materijal (skladišta benzina, ulja, eksploziva i sl.).

Na prolazu pokraj objekata iz stavka 1. ovoga člana horizontalna sigurnosna udaljenost jednaka je visini stupa povećanoj za 3,0 m, a iznosi najmanje 15,0 m.

9. Naseljena mjesta

Član 126.

Za vodove u naseljenim mjestima (član 82. stavak 5), sigurnosna visina iznosi:

- 1) visokonaponski vodovi do 110 kV — 7,0 m
- 2) niskonaponski vodovi — — — — — 5,0 m

Potrebna je pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika.

10. Športska igrališta

Član 127.

Treba izbjegavati prijelaz vodova preko registriranih športskih igrališta. Nije dopušten prijelaz niskonaponskih vodova iznad igrališta. Prijelaz visokonaponskih vodova dopušta se samo iznimno, ako nema drugog prikladnog rješenja.

Sigurnosna udaljenost iznosi 12,0 m.

Potrebna je pojačana električka i mehanička sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika.

Normalno i izuzetno dopušteno naprezanje vodiča i zaštitnih užeta smanjuje se na 75% od vrijednosti navedene u tablici 2. iz člana 24. ovoga pravilnika.

Vodiči odnosno zaštitna užeta moraju biti od jednoga komada.

Član 128.

Nije dopušten prijelaz vodova preko streljane.

11. Skijaške skakaonice

Član 129.

Nije dopušten prijelaz vodova preko odskočne staze. Sigurnosna udaljenost iznosi 12,0 m, a sigurnosna udaljenost od odskočne staze iznosi 6,0 m.

Potrebna je pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika.

12. Šume i drveće

Član 130.

Od bilo kojega dijela stabla sigurnosna udaljenost iznosi:

- 1) za visokonaponske vodove do 110 kV 2,5 m
- 2) za niskonaponske vodove — — — 1,0 m

Za visokonaponske vodove od 110 kV i više, sigurnosna udaljenost mjerena od vodiča u neotklonjenom položaju mora biti održana i u slučaju obaranja stabla.

13. Ceste II. do IV. reda i ceste za industrijske objekte izgrađene kao ceste za opću upotrebu

Član 131.

Sigurnosna visina iznosi:

- 1) za visokonaponske vodove do 110 kV 7,0 m
- 2) za niskonaponske vodove — — — 6,0 m

Član 132.

Udaljenost bilo kojega dijela stupa od ruba cestovnog pojasa za visokonaponske vodove treba iznositi najmanje 10,0 m, a u slučaju opravdane potrebe 5,0 m,

ali to mora biti posebice obrazloženo. Stupovi niskonaponskih vodova mogu, prema potrebi, stajati pokraj samoga vanjskog ruba cestovnog pojasa.

Potrebna je pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika.

Član 133.

Kut prijelaza vodova iznad cesta II. i III. reda ne smije biti manji od 20°. Za ceste IV. reda kut prijelaza nije ograničen.

14. Ceste I. reda

Član 134.

Sigurnosna visina iznosi:

- 1) za visokonaponske vodove do 110 kV 7,0 m
- 2) za niskonaponske vodove — — — — 6,0 m

Član 135.

Horizontalna udaljenost bilo kojega dijela stupa od vanjskoga ruba cestovnog pojasa iznosi:

- 1) za visokonaponske vodove do 110 kV 20,0 m
Kad vod prelazi cestu I. reda, udaljenost bilo kojega dijela stupa može biti i manja, ako to uvjetuju mjesne prilike i zahtijeva tehničku sigurnost, ali ne manja od — — — — — 10,0 m
- 2) za niskonaponske vodove — — — — 2,0 m
a u slučaju opravdane potrebe — uz rub ceste, ali to mora biti posebice obrazloženo.

Potrebna je pojačana električka i mehanička sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika.

Član 136.

Kut prijelaza ne smije, u pravilu, biti manji od 30°, ako za to ne postoji ekonomsko-tehničko obrazloženje.

Član 137.

U prijelaznom rasponu visokonaponskih vodova nije dopuštena upotreba žice.

15. Auto-ceste

Član 138.

Sigurnosna visina iznosi:

- 1) za visokonaponske vodove do 110 kV 7,0 m
- 2) za niskonaponske vodove — — — — 6,0 m

Član 139.

Udaljenost bilo kojega dijela stupa od ruba auto-cesta iznosi najmanje 40,0 m.

Kad vod prelazi auto-cestu, udaljenost bilo kojega dijela stupa može biti i manja, ako to uvjetuju mjesne prilike i zahtijeva tehnička sigurnost, ali ne manja od 10,0 m.

Potrebna je pojačana električka i mehanička sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika.

Član 140.

Normalno i izuzetno dopušteno naprezanje vodiča i zaštitnih užeta smanjuje se na 75% od vrijednosti navedene u tablici 2. iz člana 24. ovoga pravilnika.

Član 141.

Na mjestu prijelaza voda preko auto-cesta nije dopuštena upotreba žice.

Član 142.

Vodiči odnosno zaštitna užeta moraju biti od jednoga komada.

Član 143.

Kut prijelaza voda ne smije biti manji od 30°.

Član 144.

Pri paralelnom vođenju vodova s auto-cestom, na dionicama većima od 5 km preporučuje se da udaljenost voda od auto-cesta ne bude manja:

- 1) za niskonaponske vodove — od oko 50,0 m
- 2) za visokonaponske vodove do 35 kV —
od oko — — — — — 100,0 m
- 3) za visokonaponske vodove iznad 35 kV
— od oko — — — — — 150,0 m

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

16. Gradske ulice i gusto naseljena mjesta

Član 145.

Gusto naseljenim mjestima smatraju se naselja ili mjesta s reguliranim urbanističkim planom odnosno naseljena mjesta sa stambenim i drugim zgradama što su postavljene jedna pokraj druge bez slobodna međuprostora.

Sigurnosna visina iznosi:

- 1) za visokonaponske vodove do 110 kV 7,0 m
- 2) za niskonaponske vodove — — — — 6,0 m

Član 146.

Za visokonaponske vodove potrebna je pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika, a na mjestima križanja s ulicama ili cestama još i pojačana mehanička sigurnost prema članu 60. ovoga pravilnika.

Član 147.

Normalno i izuzetno dopušteno naprezanja vodiča i zaštitnih užeta smanjuje se na 75% od vrijednosti navedene u tablici 2. iz člana 24. ovoga pravilnika.

Član 148.

Za niskonaponske vodove u istome rasponu dopušteno je najviše jedno spojno mjesto po vodiču.

Za visokonaponske vodove u istome rasponu dopušteno je jedno spojno mjesto po vodiču samo pri približavanju, dok pri prijelazu vodiči odnosno zaštitna užeta moraju biti od jednoga komada.

Član 149.

Kut prijelaza vodova iznad gradskih ulica ne smije biti manji od 30°.

17. Tramvaji i trolejbusi

Član 150.

Sigurnosna udaljenost od vozila, tramvaja ili trolejbusa, voznih i napojnih vodova, odnosno konstruktivnih dijelova za njihovo nošenje, iznosi:

- 1) za visokonaponske vodove do 110 kV 3,0 m
- 2) za niskonaponske vodove — — — — 1,5 m

Potrebna je pojačana električka i mehanička sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika.

Član 151.

Normalno i izuzetno dopušteno naprezanje vodiča i zaštitnih užeta smanjuje se na 75% od vrijednosti navedene u tablici 2. iz člana 24. ovoga pravilnika.

Član 152.

Vodiči i zaštitna užeta moraju biti od jednoga komada.

Član 153.

Kut prijelaza vozničkih i napojnih vodova ne smije biti manji od 30°.

18. Splavne rijeke

Član 154.

Sigurnosna visina od najvišeg vodostaja rijeka na kojima je moguća splavarenje iznosi 7,0 m.

Potrebna je pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika.

19. Plovne rijeke i kanali

Član 155.

Sigurnosna visina od najvišeg vodostaja pri kojemu je još moguća plovidba, ako nije drugačije utvrđeno u sporazumu s nadležnim organima, iznosi 15 m.

Član 156.

Horizontalna udaljenost bilo kojega dijela stupa iznosi najmanje:

- | | | |
|--------------------|-----------|------|
| 1) od obale | — — — — — | 10 m |
| 2) od stope nasipa | — — — — — | 6 m |

Potrebna je pojačana električka i mehanička sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika.

Član 157.

Normalno i izuzetno dopušteno naprezanje vodiča i zaštitnih užeta smanjuje se na 75% od vrijednosti navedene u tablici 2. iz člana 24. ovoga pravilnika.

Član 158.

Nije dopuštena upotreba žica.

Član 159.

Vodiči odnosno zaštitna užeta moraju biti od jednoga komada.

Član 160.

Kut prijelaza vodova iznad plovnih rijeka i kanala ne smije biti manji od 30°.

Član 161.

Pri paralelnom vođenju vodova s plovnim rijekama i kanalima, na dionicama većima od 5 km, udaljenost visokonaponskog voda od obale odnosno od nasipa ne smije biti manja od 50 m.

Član 162.

Mjere predviđene u čl. 156. do 158. ovoga pravilnika primjenjuju se i kad je horizontalna udaljenost od obale vodiča otklonjenog zbog djelovanja vjetrova pri $\pm 40^\circ\text{C}$ za vodove do 110 kV manja od 2,0 m.

20. Mostovi i slične konstrukcije

Član 163.

Sigurnosna udaljenost za vodove do 110 kV iznosi:

- | | | |
|-------------------------------|-------|-------|
| 1) od pristupačnih dijelova | — — — | 5,0 m |
| 2) od nepristupačnih dijelova | — — — | 3,0 m |

21. Antene televizijskih i radio-prijamnika

Član 164.

Nije dopušten prijelaz vodova preko antena televizijskih i radio-prijamnika, a ni prijelaz takvih antena preko vodova.

Sigurnosna udaljenost iznosi:

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| 1) za visokonaponske vodove do 110 kV | 5,0 m |
| 2) za niskonaponske vodove | — — — 2,0 m |

22. Antene predajnih i prijemnih stanica

Član 165.

Nije dopušten prijelaz vodova preko antena predajnih i prijemnih radio-stanica.

Sigurnosna udaljenost određuje se u sporazumu s nadležnom organizacijom.

23. Prijelaz visokonaponskog voda preko drugog visokonaponskog voda i međusobno približavanje

Član 166.

Za visokonaponske vodove do 110 kV sigurnosna visina iznosi 2,5 m, a sigurnosna udaljenost — 1,0 m.

Za važnije vodove većih raspona treba provjeriti sigurnosni razmak i sigurnosnu udaljenost i kad na gornjem vodu ima dodatnog tereta a na donjem ga vodu nema.

Odredba stavka 2. ovoga člana odnosi se i na provjeru maksimalnog otklona vodiča donjeg voda.

Vod višega napona treba postaviti iznad voda nižega napona.

Prijelaz voda nižega napona preko voda višega napona dopušten je samo ako se drugi način prijelaza ne može tehnički i ekonomski opravdati.

Gornji se vod mora izgraditi s pojačanom električkom sigurnošću prema članu 61. ovoga pravilnika.

Član 167.

Međusobna udaljenost vodiča dvaju paralelnih vodova na posebnim stupovima treba da je, ako je moguće, jednaka ili veća od visine višega stupa iznad zemlje.

Najmanja međusobna udaljenost vodiča paralelnih vodova treba biti jednaka udaljenosti D izračunanoj prema čl. 34. i 36. ovoga pravilnika. Potrebno je provjeriti da pri najvećem otklonu vodiča jednoga voda zbog djelovanja vjetrova ne bude međusobna udaljenost vodiča paralelnih vodova manja od sigurnosnog razmaka za viši napon, ali ne manja od 70 cm. Pri tome se pretpostavlja da vodiči drugoga voda nisu otklonjeni.

Član 168.

Ako su dva ili više vodova na raznim visinama zajedničkih stupova, vod višega napona treba postaviti iznad voda nižega napona. Minimalna horizontalna

udaljenost između dvaju vodiča što pripadaju različitim vodovima treba biti jednaka sigurnosnom razmaku voda višega napona.

Razmaci vodiča dvaju vodova moraju ispunjavati uvjete predviđene u odredbama glave IV. ovoga pravilnika.

24. Prijelaz visokonaponskog voda preko niskonaponskog voda i međusobno približavanje

Član 169.

Nije dopušten prijelaz niskonaponskoga voda preko visokonaponskoga voda.

Za visokonaponske vodove do 110 kV sigurnosna visina iznosi 2,5 m, a sigurnosna udaljenost — 2,0 m.

Gornji vod mora se izgraditi s pojačanom električkom sigurnošću prema članu 61. ovoga pravilnika.

Član 170.

Iznad niskonaponskih vodiča treba postaviti dva obostrano uzemljena sigurnosna užeta kojima račun-ska sila kidanja iznosi najmanje 1000 kp.

Član 171.

Zaštitna užeta iznad niskonaponskih vodova ne treba postavljati ako su za visokonaponski vod ispunjeni ovi uvjeti:

— u prijelaznom rasponu mora biti predviđena pojačana električka i mehanička sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika;

— normalno dopušteno naprezanje ne smije prelaziti 1/3 prekidne čvrstoće vodiča i zaštitnih užeta;

— ako je prijelazni raspon ograničen nosećim stupovima, treba provjeriti slučaj kad u prijelaznom rasponu postoji dodatni teret, a u susjednim rasponima nema dodatnog tereta na vodičima i zaštitnim užetima. Tada dopuštena sigurnosna visina iznosi 2 m za vodove do 110 kV.

Član 172.

Ako uvjeti iz čl. 170. i 171. ovoga pravilnika ne mogu biti ispunjeni, vod niskoga napona treba postaviti u kabel.

Član 173.

Međusobna udaljenost vodiča dvaju paralelnih vodova na posebnim stupovima mora biti, ako je moguće, jednaka ili veća od visine višega stupa iznad zemlje.

Najmanja međusobna udaljenost vodiča paralelnih vodova treba biti jednaka udaljenosti D izračunanoj prema čl. 34. i 36. ovoga pravilnika.

Potrebno je provjeriti da pri najvećem otklonu vodiča jednog voda zbog djelovanja vjetra nije međusobna udaljenost vodiča paralelnih vodova manja od sigurnosnog razmaka za viši napon, ali ne manja od 70 cm. Pri tome se pretpostavlja da vodiči drugoga voda nisu otklonjeni.

Član 174.

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

Minimalna horizontalna udaljenost između dvaju vodiča koji pripadaju različitim vodovima mora biti jednaka sigurnosnom razmaku voda višega napona.

Razmaci između vodiča dvaju vodova moraju ispunjavati uvjete iz odredaba glave IV. ovoga pravilnika.

Niskonaponski vod treba opremiti odvodnicima prenaponsa na početku i na kraju dionice voda koja je na zajedničkim stupovima s visokonaponskim vodom, a i na svakom eventualnom ogranku.

25. Prijelaz niskonaponskog voda preko drugoga niskonaponskog voda

Član 175.

Za niskonaponske vodove što prelaze jedan preko drugoga sigurnosna visina iznosi 1,0 m, a sigurnosna udaljenost 0,5 m.

26. Prijelaz nadzemnoga elektroenergetskog voda preko telekomunikacijskog voda i međusobno približavanje

Opće odredbe

Član 176.

Na mjestu prijelaza nadzemnoga elektroenergetskog voda preko telekomunikacijskog voda sigurnosna visina između najnižega vodiča elektroenergetskog voda i najvišega vodiča telekomunikacijskog voda iznosi:

1) za elektroenergetske vodove	380 kV	—	5,5 m
2) za "	220 kV	—	4,0 m
3) za "	iznad 35 kV do 110 kV	—	3,0 m
4) za "	iznad 1 kV do 35 kV	—	2,5 m
5) za "	s nazivnim naponom prema zemlji iznad 250 V do 1 kV	—	2,0 m
6) za "	s nazivnim naponom prema zemlji do 250 V	—	1,0 m

Član 177.

U prijelaznom rasponu telekomunikacijskih vodova iz člana 184 ovoga pravilnika potrebna je pojačana električka i mehanička sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika, a u prijelaznom rasponu ostalih telekomunikacijskih vodova — samo pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika.

Član 178.

Na mjestu prijelaza (križanja) vodova nije dopuštena upotreba zaštitnih mreža.

Član 179.

Vodiči i zaštitna užeta visokonaponskih vodova samo u prijelaznom rasponu moraju biti od jednoga komada.

Član 180.

Na stupovima prijelaznog raspona nisu dopuštene iskočne ni klizne stezaljke.

Član 181.

Kut prijelaza (križanja) voda treba, u pravilu, biti 90°, ali ne smije biti manji od 45°. U iznimnim mjesnim prilikama on se može smanjiti do 30°, ali se to mora posebice obrazložiti.

Član 182.

Ako elektroenergetski vod nema zaštitnog užeta, na stupovima telekomunikacijskih vodova koji se nalaze na krajevima raspona križanja s elektroenergetskim vodovima napona iznad 230 V prema zemlji, treba postaviti gromobrane kojima uzemljenje, u pravilu, treba imati električni otpor manji od 25 oma.

Vodiči

Član 183.

U prijelaznom polju najmanji dopušteni presjeci za vodiče i zaštitna užeta iznose:

	za niski napon do 250 V prema zemlji	za viši napon
— za bakar i čelik	uže 10 mm ²	uže 16 mm ²
— za aluminij, alu-čelik i slitine aluminijske	uže 16 mm ²	uže 25 mm ²

Pri prijelazu niskonaponskih kućnih priključaka preko telekomunikacijskih vodova dopuštena je upotreba užeta ili žice presjeka najmanje 6 mm² Cu odnosno 16 mm² Al.

Član 184.

Pri prijelazu vodova preko telekomunikacijskih vodova za međunarodni promet ili za povezivanje glavnih gradova republika i autonomnih pokrajina normalno dopušteno naprezanje vodiča i zaštitnog užeta elektroenergetskih vodova ne smije prelaziti 1/3 njihove prekidne čvrstoće.

Član 185.

Pri prijelazu vodova preko telekomunikacijskih vodova, osim vodova iz člana 184. ovoga pravilnika, izuzetno dopušteno naprezanje vodiča računa se s trostrukim dodatnim teretom na mjestu prijelaza, ako nije uspunjen uvjet iz člana 184. ovoga pravilnika.

Član 186.

Prijelazni raspon iznad telekomunikacijskog voda treba, ako je moguće, biti manji od susjednih raspona ili se križni stupovi moraju proračunati na veći računski raspon

Međusobno približavanje telekomunikacijskih i nadzemnih elektroenergetskih vodova

Član 187.

Na mjestima približavanja horizontalna udaljenost između najbližih vodiča obaju vodova treba biti jednaka visini viših stupova povećanoj za 3 m.

Ako se zbog mjesnih prilika (naselje i sl.) ne može održati udaljenost propisana u stavku 1. ovoga člana, dopuštena je horizontalna udaljenost najmanje 1 m za napon prema zemlji do 250 V, a 4 m za viši napon, ali se mora primijeniti pojačana mehanička i električka sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika.

Član 188.

Pri približavanju vodova na zavojima treba pozabiti mjeru protiv dodira otkinutih vodiča:

1) smanjiti raspon tako da otkinuti vodič vanjskog voda ostane udaljen najmanje 3 m od najbližega vodiča unutrašnjeg voda, ili

2) pojačati učvršćivanje vodiča na potpornim izolatorima (sigurnosni stremeni ili slično).

Član 189.

Odredbe čl. 187. i 188. ovoga pravilnika odnose se i na telekomunikacijske vodove za koje su upotrijebljeni nadzemni (zračni) kabeli.

Član 190.

Za zaštitu telekomunikacijskih vodova od induktivnog utjecaja elektroenergetskih vodova preko 1 kV vrijede posebni tehnički propisi.

Član 191.

Telekomunikacijski kabeli što se polažu u zemlju moraju biti udaljeni od stupova elektroenergetskih vodova najmanje 10 m za nazivne napone do 110 kV, 15 m za nazivne napone 220 kV, a 25 m za nazivne napone 380 kV.

Ako se zbog mjesnih prilika (ulice u naseljenim mjestima i sl.) ne mogu održati udaljenosti propisane u stavku 1. ovoga člana, dopušteno je da se telekomunikacijski kabeli polože najmanje na 1 m od stupova elektroenergetskih vodova do 35 kV.

Član 192.

Nije dopušteno postavljati elektroenergetske i telekomunikacijske vodove na iste stupove. Ova se odredba ne odnosi na vlastite pogonske telekomunikacijske vodove i signalne vodove elektroprivrednih i sličnih organizacija.

Član 193.

Horizontalna udaljenost najbližeg vodiča elektroenergetskog voda do stupa telekomunikacijskog voda ne smije iznositi manje od 5 m. Taj se uvjet ne mora ispuniti ako je visinska razlika između najbližih vodiča obaju vodova najmanje 10 m.

Horizontalna udaljenost stupa elektroenergetskog voda od najbližega vodiča telekomunikacijskog voda ne smije biti manja od 2 m. Pri tome treba težiti da ta udaljenost bude, ako je moguće, manja od dvostruke visinske razlike između najvišega vodiča telekomunikacijskog voda i najnižega vodiča elektroenergetskog voda.

Član 194.

Ako se na mjestu križanja telekomunikacijski vodovi polažu u kabel, horizontalna projekcija udaljenosti najbližega vodiča elektroenergetskog voda od najbližega stupa koji nosi telekomunikacijske vodove odnosno izvod telekomunikacijskog kabela mora biti barem jednaka visini stupa na mjestu križanja elektroenergetskog voda povećanoj za 3,0 m.

27. Prijelaz telekomunikacijskog voda preko nadzemnoga elektroenergetskog voda

Član 195.

Prijelaz telekomunikacijskog voda preko elektroenergetskog voda dopušten je iznimno u naseljima, i to samo preko niskonaponskih vodova s naponom prema zemlji do 250 V. Prijelaz telekomunikacijskog voda preko elektroenergetskih vodova viših napona nije dopušten.

Član 196.

Sigurnosna visina između najnižega vodiča telekomunikacijskog voda i najvišega vodiča elektroenergetskog voda iznosi 1,0 m.

Član 197.

Vodiči elektroenergetskog voda moraju biti izolirani kad preko njih prelaze vodiči telekomunikacijskog voda prema članu 184. ovoga pravilnika.

28. Približavanje i križanje podzemnih elektroenergetskih i telekomunikacijskih kabela

Član 198.

Zabranjeno je polagati u zemlju elektroenergetske i telekomunikacijske kabele u poretku jedan pokraj drugoga.

Član 199.

Ako su elektroenergetski kabele do napona 10 kV i telekomunikacijski kabele položeni podzemno, na dionici približavanja horizontalna udaljenost najbližega elektroenergetskog od najbližega telekomunikacijskog kabela mora biti najmanje 50 cm.

Ako se udaljenost iz stavka 1. ovoga člana ne može postići, na tim mjestima elektroenergetske kabele treba postaviti u željezne cijevi, a telekomunikacijske kabele u betonske cijevi, odnosno treba primijeniti druge odgovarajuće mjere zaštite s kojima se slože zainteresirane strane. Za napone preko 250 V prema zemlji električne kabele treba uzemljiti na svakoj spojnici dionice približavanja.

Član 200.

Ako su elektroenergetski kabele napona preko 10 kV, na dionici približavanja horizontalna udaljenost najbližega elektroenergetskog kabela od najbližega telekomunikacijskog kabela mora biti najmanje 1 m. Ako se ta udaljenost ne može postići treba postupiti prema članu 199. ovoga pravilnika, tako da uzemljenja elektroenergetskog kabela budu na spojnica. Uzemljivač mora biti udaljen od telekomunikacijskog kabela najmanje 2 m.

Član 201.

Kad se elektroenergetski i telekomunikacijski kabele postavljaju u zajedničkom tunelu, oni se, u pravilu, postavljaju na suprotne strane tunela. U tom slučaju za horizontalnu udaljenost vrijede odredbe čl. 199. i 200. ovoga pravilnika.

Ako se, iznimno, elektroenergetski i telekomunikacijski kabele moraju postaviti na istu stranu tunela, vertikalna udaljenost između najbližega elektroenergetskog i najbližega telekomunikacijskog kabela mora biti najmanje 50 cm. Telekomunikacijski kabele treba biti postavljeni ispod elektroenergetskih.

Ako dođe do kvara na elektroenergetskom kabele, a da struja iz kabela ne bi mogla prijeći na omotač telekomunikacijskog kabela, treba poduzeti ove mjere:

1) na spojnica elektroenergetskih kabela treba osigurati dobru električku vodljivu vezu s omotačem kabela;

2) uzemljenje omotača elektroenergetskog kabela treba izvesti prema članu 200. ovoga pravilnika;

3) elektroenergetske kabele treba postaviti na podlogu koja je dobar vodič struje;

4) telekomunikacijske kabele treba postaviti na podlogu koja je loš vodič struje.

Član 202.

Ako se elektroenergetski i telekomunikacijski kabele križaju, za kut križanja vrijede odredbe člana 181. ovoga pravilnika što se odnose na nadzemne vodove.

Vertikalna udaljenost na mjestu križanja između najbližega elektroenergetskog i najbližega telekomunikacijskog kabela mora biti 30 cm za elektroenergetske kabele napona do 250 V prema zemlji, a 50 cm za elektroenergetske kabele napona preko 250 V.

Član 203.

Ako se vertikalna udaljenost od 50 cm predviđena u članu 202. ovoga pravilnika između kabela ne može postići, kabele na mjestu križanja treba postaviti u zaštitne cijevi dužine 2 do 3 m. Ni tada vertikalna udaljenost ne smije biti manja od 30 cm. Zaštitne cijevi za elektroenergetske kabele trebaju biti od dobro vodljiva materijala, a za telekomunikacijske kabele od loše vodljiva materijala (član 199. stavak 2).

29. Žičare

Član 204.

Pri prijelazu voda preko ili ispod žičare i pri približavanju sigurnosna udaljenost u najnepovoljnijem položaju dijelova žičare i vodiča iznosi:

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| 1) za visokonaponske vodove do 110 kV | 5,0 m |
| 2) za niskonaponske vodove | — — — 3,0 m |

Član 205.

Pri prijelazu voda preko žičare potrebna je pojačana električka i mehanička sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika.

Član 206.

Pri prijelazu voda preko žičare zabranjena je upotreba žice.

Član 207.

Pri prijelazu voda preko žičare vodiči odnosno zaštitna užeta moraju biti od jednoga komada.

Član 208.

Pri prijelazu voda preko ili ispod žičare kut prijelaza ne smije biti manji od 30°.

Član 209.

Pri prijelazu voda preko žičare kovinske dijelove susjednih nosećih konstrukcija žičare treba uzemljiti.

30. Žičani plotovi i kovinske ograde

Član 210.

Žičani plotovi, kovinske ograde i njima slični objekti ne smiju se postavljati blizu čeličnih i armirano-betonskih stupova. Njihova udaljenost mora iznositi najmanje 0,7 U_n (cm), ali ne manje od 20 cm. Ovdje je U_n — nazivni napon (kV).

Član 211.

Pri prijelazu voda sigurnosna udaljenost iznosi:

- 1) za niskonaponske vodove — — — 1,25 m
- 2) za visokonaponske vodove do 110 kV 3,00 m

31. Žičane mreže

Član 212.

Pod žičanim mrežama razumijevaju se mreže u poljima zasijanima hmeljem, vinogradima, voćnjacima i sl.

Sigurnosna visina iznosi:

- 1) za niskonaponske vodove — — — 1,25 m
- 2) za visokonaponske vodove do 110 kV 3,0 m

Sigurnosna udaljenost iznosi:

- 1) za niskonaponske vodove — — — 1,25 m
- 2) za visokonaponske vodove do 110 kV 2,5 m

Član 213.

Potrebna je pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika.

Iznimno, dopušta se primjena samo jednoga potpornog izolatora za prvi viši stupanj izolacije (na primjer, za niski napon N 95), ali se mora primijeniti sigurnosno učvršćivanje vodiča na izolatore.

Član 214.

Najmanji dopušteni presjeci golih vodiča i zaštitnih užeta iznose:

- 1) za bakar — — — — — 16 mm²
- 2) za aluminij i njegove slitine — — — 35 mm²
- 3) za alu-čelik — — — — — 25 mm²
- 4) za čelik — — — — — 25 mm²

Član 215.

Kod vodova napona 110 kV i više potrebno je žičane mreže uzemljiti u pojasu do 60 m s obje strane voda. Otpor uzemljenja može biti najviše 25 oma.

32. Plinovodi, naftovodi, parovodi i sl.

Član 216.

Ako su plinovodi, naftovodi, parovodi i sl. postavljeni nadzemno, sigurnosna visina i sigurnosna udaljenost iznose:

- 1) za niskonaponske vodove — — — 2,5 m
- 2) za visokonaponske vodove do 110 kV 4,0 m.

Potrebna je pojačana mehanička i električka sigurnost prema čl. 60. i 61. ovoga pravilnika.

Član 217.

Sigurnosna udaljenost mjeri se od plinovoda, naftovoda, parovoda ili sličnoga objekta, a i od njegove noseće kovinske konstrukcije.

Član 218.

Kut prijelaza ne smije biti manji od 30°.

Član 219.

Na mjestu križanja nadzemni cjevovod mora biti propisno uzemljen.

Član 220.

Ako su elektroenergetski vodovi paralelno vođeni nadzemnim plinovodima, naftovodima i sličnim ob-

jektima, sigurnosna udaljenost ne smije biti manja od visine stupa povećane za 3,0 m.

Ako se sigurnosna udaljenost iz stavka 1. ovoga člana zbog terenskih prilika ne može postići, dopuštena je i manja sigurnosna udaljenost, ali se moraju poduzeti sve mjere kao pri križanju elektroenergetskog voda s cjevovodima prema članu 216. ovoga pravilnika.

Član 221.

Za plinovode, naftovode, parovode i slične objekte postavljene podzemno uvjeti za križanje određuju se sporazumno s nadležnom organizacijom.

33. Stogovi i sušionice

Član 222.

Nije dopušteno postavljati stogova blizu visokonaponskih vodova. Udaljenost stogova od visokonaponskih vodova mora biti najmanje 10,0 m.

Član 223.

Za zgrade u kojima se suše sijeno, žitarice i sl. (sjenici, hambari i koševi) vrijede odredbe člana 114, odnosno člana 124. ovoga pravilnika.

34. Groblja

Član 224.

Nije dopušteno postavljati stupove na području groblja. Ako se ne može izbjeći prijelaz preko groblja, na križišnim stupovima treba postaviti električki pojačanu izolaciju prema članu 61. ovoga pravilnika.

35. Aerodromi

Član 225.

Nadzemni visokonaponski vodovi ne smiju prelaziti preko aerodroma, približavati se poletno-sletnoj stazi više od 1000 m, niti sjeći pravac poletno-sletne staze na udaljenosti manjoj od 3000 m.

36. **Željezničke pruge u sastavu Jugoslavenskih željeznica i drugih željeznica kojima se obavlja putnički promet koje nisu predviđene za elektrifikaciju nadzemnim kontaktnim vodom**

Vodiči i zaštitna užeta

Član 226.

Najmanji dopušteni presjeci vodiča i zaštitnih užeta u prijelaznom polju iznose:

- 1) za uža od bakra i čelika — — — 16 mm²
- 2) za uža od aluminija — — — — — 35 mm²
- 3) za uža od ostaloga materijala — — — 25 mm²

Upotreba žice nije dopuštena.

Član 227.

Najveće vlačno naprezanje (horizontalna komponenta), koje u vodiču nastaje u najnepovoljnijim prilikama ne smije prijeći 2/3 normalno dopuštenog naprezanja upotrijebljena materijala prema članu 24. ovoga pravilnika — za elektroenergetske vodove nazivnog napona do 50 kV — odnosno 85% normalno dopuštenog naprezanja upotrijebljena materijala prema članu 24. ovoga pravilnika — za elektroenergetske vodove nazivnog napona preko 50 kV.

Član 228.

Potrebno je računski provjeriti da pri trostrukom normalnom dodatnom teretu naprezanje vodiča u ovjesištu ne prelazi vrijednost izuzetno dopuštenog naprezanja upotrijebljena materijala prema članu 24. ovoga pravilnika.

Član 229.

Vodiči odnosno zaštitna užeta samo u prijelaznom rasponu moraju biti od jednoga komada.

Izolatori i stezaljke

Član 230.

U prijelaznom polju potrebna je pojačana mehanička sigurnost prema članu 60. ovoga pravilnika.

Za pojačanu mehaničku sigurnost na potpornim izolatorima nije dopušteno postaviti izolatore jedan ispod drugoga.

Član 231.

Potrebna je pojačana električka sigurnost prema članu 61. ovoga pravilnika, tako da izolatorski lanci za napone od 35 kV ili više budu zaštićeni od preskoka zaštitnom armaturom, i da vješaljke izolatorskih lanaca budu uzemljene. Ova odredba se ne odnosi na lance na drvenim stupovima.

Član 232.

Na nosećim stupovima prijelaznog polja nije dopuštena upotreba iskočnih stezaljki.

Stupovi

Član 233.

U prijelaznom polju dopuštena su najviše tri noseća stupa.

Član 234.

U prijelaznom polju niskonaponskog voda i visokonaponskog voda do 20 kV mogu se za noseće stupove upotrijebiti jednostavni drveni stupovi ukliješteni u posebne nogare ili dvostruki drveni stupovi, na kojima ne smije biti skretanja trase. Za zatezne stupove treba upotrijebiti A-stupove ili druge odgovarajuće tipove stupova.

Član 235.

Za visokonaponske vodove preko 20 kV dopušteni su i drveni A-stupovi, samo u ravnoj trasi voda, a iznimno i za mali kut skretanja, ali se stabilnost mora računski provjeriti. Za zatezne stupove treba upotrijebiti »piramide« ili druge odgovarajuće tipove stupova.

Član 236.

U prijelaznom polju nije dopušteno usidrenje za niskonaponske vodove i za visokonaponske vodove do 20 kV.

Član 237.

Na stupove prijelaznog raspona visokonaponskih vodova nije dopušteno postavljati transformatore i uljne prekidače, ni prekidače kod kojih mogu nastati otvoreni lukovi.

Član 238.

Stupove prijelaznog raspona treba provjeriti za normalno i izvanredno opterećenje prema čl. 75. do

78. ovoga pravilnika, a zatezne stupove još i za ovo opterećenje:

— težina stupa, izolatora, pribora, vodiča, zaštitnih užeta;

— težina dodatnog tereta na vodičima i zaštitnim užetima;

— sila zatezanja svih vodiča i zaštitnih užeta u prijelaznom polju, a za vodove s vodičima u snopu — sila zatezanja svih vodiča u snopu i zaštitnih užeta u prijelaznom polju.

Uzemljenje

Član 239.

Kod visokonaponskih vodova moraju se na stupovima prijelaznog polja uzemljiti svi kovinski dijelovi za učvršćenje izolatora.

Član 240.

Za otpor uzemljenja vrijede odredbe čl. 90. do 93. ovoga pravilnika.

Iznimno, dopušta se da se otpor uzemljenja ostvari paralelnim spajanjem nekoliko uzemljenja preko zaštitnih užeta.

Visina vodiča

Član 241.

Sigurnosna visina od gornjega ruba tračnice iznosi 7,0 m.

Član 242.

Ako u prijelaznom polju postoje noseći stupovi, treba provjeriti sigurnosne visine iz člana 176. (za telekomunikacijske vodove) i člana 241. ovoga pravilnika, ako u prijelaznom rasponu ostane dodatni teret a u susjednim rasponima nema dodatnog tereta na vodičima i zaštitnim užetima. U tom slučaju dopuštena je za 1,0 m manja sigurnosna visina nego što je navedena u čl. 176. i 241. ovoga pravilnika, ali u slučajevima iz člana 176. ne smije biti manja od 1,0 m.

Član 243.

Kut prijelaza ne smije biti manji od 45°. U iznimnim mjesnim prilikama može se kut prijelaza smanjiti do 30° za visokonaponske vodove od 35 kV i više, ali se to mora posebice obrazložiti.

Član 244.

Nije dopušteno postavljati elektroenergetske vodove preko kolodvorskih perona, istovarnih rampa i drugih istovarnih površina. Iznimno se može dopustiti da se vodovi tako postave, ali se to mora posebice obrazložiti i sigurnosna visina od gornjega ruba tračnice ne smije iznositi manje od 12,0 m.

Niskonaponski vodovi kroz kolodvorski prostor moraju se postaviti podzemnim kabelom ispod kolosijeka.

Udaljenosti

Član 245.

Pri prijelazu ili približavanju najmanja horizontalna udaljenost bilo kojega dijela stupa od željezničke tračnice treba iznositi 10,0 m. Ta udaljenost može se,

iznimno, smanjiti na 5,0 m, ali se to mora posebice obrazložiti.

Član 246.

Ako se vod približi kolosijeku željezničke pruge toliko da je horizontalna udaljenost između najbližega vodiča i tračnice manja od 6 m. treba poduzeti iste mjere zaštite kao da vod prelazi preko željezničke pruge, osim u pogledu sigurnosne visine.

Postavljanje kabela

Član 247.

Pri prolasku ispod željezničke pruge kabel treba položiti u kanal ili u cijevi od čelika, betona i sl. Kanali i cijevi trebaju biti ugrađeni tako da se kabeli mogu izmijeniti bez kopanja donjega stroja željezničke pruge.

Član 248.

Kabel treba položiti najmanje na 1 m ispod gornjih rubova tračnice.

Član 249.

Položaj podzemnog kabela na mjestu prijelaza treba vidljivo obilježiti oznakama od kamena ili betona.

Član 250.

Neukopane kabele na mostovima, podvožnjacima i propustima treba zaštititi od mehaničkoga oštećenja.

37. Elektrificirane željezničke pruge s nadzemnim kontaktnim vodom i željezničke pruge što su planom predviđene za elektrifikaciju nadzemnim kontaktnim vodom

Član 251.

Za elektrificirane željezničke pruge s nadzemnim kontaktnim vodom i za željezničke pruge što su planom predviđene za elektrifikaciju s nadzemnim kontaktnim vodom vrijede odredbe čl. 226. do 233, čl. 236. do 240. i čl. 242. do 250. ovoga pravilnika.

Sigurnosna visina iznosi 12,0 m, udaljenost stupa od željezničkog kolosijeka iznosi 15 m, a upotreba drvenih stupova nije dopuštena.

Član 252.

Prijelaz niskonaponskih vodova i telekomunikacijskih vodova preko kontaktnih vodova nije dopušten.

38. Industrijske pruge i kolosijeci bez nadzemnog kontaktnog voda i bez redovitog putničkog prometa

Član 253.

Sigurnosna visina od gornjega ruba tračnica iznosi 7,0 m.

Član 254.

Potrebna je pojačana mehanička sigurnost prema članu 60. ovoga pravilnika.

Član 255.

Na nosećim stupovima prijelaznog raspona nije dopuštena upotreba iskočnih stezaljki.

Član 256.

Kut prijelaza, u pravilu, ne smije biti manji od 30°, ali se može smanjiti ispod 30° za visokonaponske vodove napona 10 kV i više, ali se to mora posebice obrazložiti.

Član 257.

U pogledu udaljenosti bilo kojega dijela stupa od željezničkog kolosijeka pri prijelazu vrijedi član 245. ovoga pravilnika.

39. Staklenici i stakleni vrtovi

Član 258.

Za prijelaze elektroenergetskih vodova preko staklenika i staklenih vrtova vrijede odredbe člana 114. ovoga pravilnika.

IX. DRVENI STUPOVI

1. Dimenzioniranje

Član 259.

Za statički proračun drvenog stupa pretpostavlja se da je stup potpuno ravan i da je povećanje promjera stupa na debljem kraju u skladu s jugoslavenskim standardom JUS D. B2.020.

Član 260.

Naprezanje stupa ili njegovih dijelova od sile vlakna odnosno tlaka, koji su ravnomjerno raspoređeni po presjeku, ne smije prelaziti vrijednost iz tablice 6.

Tablica 6.

Vrsta naprezanja	Vlak i savijanje		Tlak u smjeru vlakana		Tlak okomit na smjer vlakana		Odrez u smjeru vlakana		Odrez okomit na smjer vlakana	
	meko	tvrd	meko	tvrd	meko	tvrd	meko	tvrd	meko	tvrd
Vrsta drva:										
Najveće dopušteno naprezanje (kp/cm ²)	150	190	110	120	40	50	15	20	30	40

Vrijednosti navedene u tablici 6. zasnivaju se na prekidnoj čvrstoći mekog drveta od 550 kp/cm² odnosno tvrdog drveta od 850 kp/cm².

Za izvanredno opterećenje voda (član 74. stavak 3.) vrijednosti u tablici 6. mogu se prekoračiti za 25%. Klasifikacija drveta dana je u jugoslavenskom standardu JUS D. B2.020. Za gradnju elektroenergetskih vodova uzima se tvrdo drvo hrast, pitomi kesten i bagrem, te meko drvo bor, jela i smreka.

Član 261.

Pri naprezanju stupa i njegovih dijelova na savijanje, maksimalno rubno naprezanje ne smije prelaziti dopušteno naprezanje na savijanje prema tablici 6. iz člana 260. ovoga pravilnika.

Slabljenje presjeka zbog rupa za vijke, moždanike i drugo mora se uvijek uzeti u obzir na pojasu sile zatezanja.

Član 262.

Naprezanje stupa i njegovih dijelova na izvijanje, izračunano prema slijedećim formulama, ne smije prelaziti vrijednost dopuštenog naprezanja na tlak. Naprezanje na izvijanje računa se prema formuli:

$$\sigma_t = \frac{\omega \cdot F}{S} \leq \sigma_t$$

gdje je: ω = koeficijent izvijanja;

F = najveći aksijalni pritisak (kp);

S = neoslabljeni presjek.

Koeficijent ω određuje se s obzirom na vitkost štapa:

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

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

Izvijanje treba proračunati za onu ravninu izvijanja koja je najnepovoljnija.

Vitkost običnog stupa računa se prema formuli:

$$\lambda = \frac{l}{i} \quad i = \sqrt{\frac{J}{S}}$$

gdje je: l = dužina izvijanja;

i = polumjer inercije;

J = moment inercije presjeka u smjeru izvijanja za koji vrijedi l (mala lokalna oslabljenja ne uzimaju se u obzir);

S = površina presjeka bez obzira na mala lokalna oslabljenja.

Kao dužina izvijanja uzima se za ukopane A-stupove razmak od sredine klina i vijka na vrhu do polovice ukopane dužine, a za ukopane trokake odnosno četverokrake piramide — razmak od sredine klina ili vijka na vrhu do poprečnog spoja odnosno od poprečnog spoja do polovice ukopane dužine. Za stupove s nogarima kao dužina izvijanja uzima se razmak od sredine klina na vrhu odnosno poprečnog spoja do polovice razmaka između vijaka koji spajaju nogare sa stupom.

Član 263.

Za dvostruke stupove koji po svojoj izradi ne ispunjavaju uvjete iz člana 270. ovoga pravilnika uzima se da imaju dvostruki moment otpora jednostrukog stupa. Za dvostruke stupove koji ispunjavaju uvjete iz toga člana može se uzeti da imaju trostruki moment otpora jednostrukog stupa ako smjer sile leži u ravnini koja prolazi kroz osi obaju stupova.

2. Spajanje

Član 264.

Sredstva za spajanje stupova trebaju onemogućiti međusobno pomicanje pojedinih elemenata složenih stupova. I ta sredstva moraju podnijeti vrijednosti maksimalne sile kojom se mogu opteretiti spojevi vijcima navedene u tablici 7.

Tablica 7.

Način spajanja	Element spoja	Maksimalno opterećenje [kp]	
		za meko drvo	za tvrdo drvo
Dvosječan spoj	Unutrašnje drvo	360 d ²	450 d ²
	Vanjsko drvo	260 d ²	300 d ²
Jednosječan spoj	Jedan ili drugi	170 d ²	200 d ²

d = promjer spojnog vijka (cm).

Član 265.

Ako sila djeluje koso na smjer vlakana, treba pri kutu α između smjera sile i smjera vlakana (član 264) vrijednosti iz tablice 7. smanjiti ovim faktorima k:

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

Član 266.

Ispod glave i ispod matice svakog vijka mora se postaviti okrugla podložna pločica promjera 3,5 d, odnosno kvadratna pločica iste tolike dužine stranica, gdje je d — promjer vijka. Debljina pločice treba iznositi oko 1/10 njezine stranice (promjera), ali najmanje 4 mm.

Član 267.

Medusobni razmak između vijaka, te razmak od vijaka do kraja štapa, u smjeru sile vlaka, mora iznositi najmanje 7 promjera vijaka, ali ne smije biti manji od 10 cm.

Član 268.

Moždanci trebaju biti izrađeni od tvrdog drveta. Tlak između drveta i moždanika ne smije biti veći od dopuštenog tlaka prema tablici 6, uz uvjet da dužina moždanika nije manja od petostruke dubine zasjeka.

Svi dijelovi spojeni moždanicima moraju biti međusobno stegnuti vijcima.

Član 269.

A — stupovi se moraju spojiti na gornjem kraju barem jednim moždanikom od tvrdog drveta.

Približno u sredini slobodne dužine stupa treba postaviti barem jednu poprečnu spojnicu. Ta se spojnicu sastoji od dva četvrtasta ili poluokrugla drveta, koja se na obje strane pričvršćuju vijcima za stup, ili od jednoga okruglog drveta kojemu promjer ne smije biti manji od promjera stupa na vrhu, a steže se vijkom najmanje M 20 postavljenim odmah ispod njege i paralelno s njim.

Na donjem kraju stupa treba postaviti kliješta kojima su gredice spojene sa stupovima vijcima najmanje M 20.

Član 270.

Dvostruki stupovi spojeni moždanicima moraju imati po jedan moždanik na svakome kraju, a osim toga, prema dužini stupa, još 2 do 4 moždanika po dužini, što tako postavljena da se rupama za vijke i moždanike ne oslabi stup oko opasnog presjeka. Ne-

posredno uz svaki moždanik mora se postaviti najmanje po jedan spojni vijak. Za dvostruke stupove promjera 16 cm na vrhu spojni vijci moraju biti najmanje M 16, a za deblje stupove — najmanje M 20. Spojni vijci dvostrukih stupova niskog napona, koji nisu spojeni moždanicima, moraju biti najmanje M 20.

Član 271.

Umjesto moždanika mogu se upotrebljavati i druga sredstva iste mehaničke vrijednosti (na primjer buldog-pločice).

3. Konstruktivne pojedinosti

Član 272.

Najmanji dopušteni promjer stupa na tanjem kraju mora iznositi:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1) kod stupova visokonaponskih vodova: | |
| — jednostrukih stupova i elemenata složenih stupova koji su opterećeni — — | 16 cm |
| — pomoćnih elemenata složenih stupova | 14 cm |
| — A — stupova i dvostrukih stupova spojenih moždanicima — — — — | 15 cm |
| — nogara — — — — — — — — | 18 cm |
| 2) kod stupova niskonaponskih vodova: | |
| — jednostrukih i poduprtih stupova — — | 13 cm |
| — A — stupova i dvostrukih stupova — | 12 cm |
| — stupova za ogranke vodova sa samo 2 vodiča — — — — — — — — | 12 cm |

Član 273.

Promjer stupova mjeri se na 30 cm od vrha, a određuje se na temelju izmjerenog opsega.

Član 274.

Stupovi za elektroenergetske vodove moraju biti ravni. Smatra se da je stup ravan ako razmak od klopca zategnutog između vrha i mjesta gdje stup izlazi iz zemlje do površine stupa ni na kojemu mjestu nije veći od polumjera stupa na mjernom mjestu.

4. Zaštita od truljenja i rđanja

Član 275. -

Sve vrste drvenih stupova za elektroenergetske vodove, osim stupova koji po svojoj prirodi nisu podložni truljenju, treba impregnirati prikladnim sredstvom, da bi se osiguralo trajanje stupa najmanje 20 godina.

Zaštita drvenih stupova u smislu stavka 1. ovoga člana postiže se kad se za pojedinu vrstu drveta primijeni impregnacija koja mu odgovara, a u skladu s jugoslavenskim standardima.

Član 276.

Djelovi stupa koji nisu u dodiru sa zemljom ako njihova upotreba nije predviđena dulje od pet godina,

i dijelovi stupa u dodiru sa zemljom ako njihova upotreba nije predviđena dulje od tri godine, ne moraju ispunjavati uvjete iz člana 275. ovoga pravilnika.

Član 277.

U pogledu stupova niskonaponskih vodova smatra se da je postupljeno prema odredbama člana 275. ovoga pravilnika kad se na mjestu postavljanja primijeni jedan od djelotvornijih načina impregnacije, na primjer: injektiranje, zasipanje piritom pri ukopavanju, bandaže i sl.

Član 278.

Svi rezovi i rupe na stupu moraju se premazati vrućim bitumenom bez kiseline, ili se moraju zaštititi od razaranja drugim sredstvom istoga djelovanja.

Član 279.

Stupovi se u temelje ne smiju izravno ubetonirati.

Član 280.

Čelični dijelovi koji su u dodiru s drvenim stupovima moraju se pouzdano zaštititi od rđanja. Za dijelove iznad zemlje takva zaštita se postiže premazivanjem kovinskim ili nekovinskim sredstvima za bojenje, a za dijelove u zemlji — premazivanjem vrućim bitumenom bez kiseline ili drugim sredstvom istoga djelovanja.

X. ČELIČNI STUPOVI

1. Način proračunavanja rešetkastih stupova

Član 281.

Ako pri proračunavanju rešetkastih stupova sile koje djeluju na stup nisu paralelne s jednom stranom stupa, one se moraju rastaviti na komponente paralelne sa stranama stupa.

Član 282.

Pojasnici (kutni štapovi) rešetkastih stupova proračunavaju se na aritmetički zbroj sila u dotičnim štapovima koje su uzrokovane dotičnim komponentama.

Član 283.

Dijagonale rešetkastih stupova proračunavaju se prema silama uzrokovanim onom komponentom koja je paralelna s dotičnom stranom stupa.

Član 284.

Moment torzije od vanjskih sila na rešetkastim stupovima pravokutna presjeka može se zamijeniti s dva jednaka para sila koje djeluju u međusobno paralelnim stranama presjeka u ravnini djelovanja torzijskog momenta. Taj način proračunavanja može se primijeniti ako odnos strana presjeka iznosi najviše 1,5, ako stup ima oblik zarubljene piramide i ako su u ravnini djelovanja torzijskog momenta ugrađena horizontalna učvršćenja u okviru presjeka stupa.

Član 285.

Za pojasnike (kutne štapove) koji su prema projektu napregnuti aksijalnim tlačnim silama eventualna ekscentričnost tih sila ne mora se uzeti u obzir.

ne mora se uzeti u obzir ako se štap sastoji od jednoga kutnika, odnosno ako je na kutne štapove ili na čvorni lim priključen samo jednim krakom.

2. Konstruktivne pojedinosti

Član 286.

Za štapove ispunjene koji su prema projektu napregnuti aksijalnim tlačnim silama ekscentričnost tih sila

Član 287.

Minimalne dopuštene dimenzije nosećih elemenata čeličnih stupova navedene su u tablici 8.

Tablica 8.

Najmanje dimenzije nosećih elemenata

Element		Najmanja dimenzija (mm)	
Kutnici Plosnati čelik, neoslabljen	profil	L	30x30x3
	širina <i>b</i> debljina δ		30 3
Plosnati čelik oslabljen najviše jednom rupom za zakovice ili vijke	širina <i>b</i> debljina δ		30 4
	ako vlaga može prodrijeti u cijev	debljina stijenke δ	4
Bešavne cijevi	ako su sigurno zaštićene od rđanja ili su ispunjene betonom	debljina stijenke δ	2,5
	Okrugli čelik za prednapregnute dijagonale	u najnižem polju	promjer <i>d</i>
u ostalim poljima		promjer <i>d</i>	6
Zakovice		promjer rupe <i>d_r</i>	11
Vijci		promjer navoja <i>d</i>	12
Varovi	na sastavima kutnika i plosnatog čelika	dužina <i>l</i> debljina vara <i>a</i>	40 3
	na sastavima cijevi	dužina <i>l</i> debljina vara <i>a</i>	40 2

Budući da je najmanja dimenzija vijka 12 mm, kutnici L 30 x 30 x 3 i plosnati čelik širine 30 mm mogu se spajati samo svarivanjem.

Član 291.

Propisani razmaci za veze s pomoću zakovica odnosno vijaka navedeni su u tablici 10.

Član 288.

Najveće dopuštene dimenzije zakovica i vijaka ovisne o širini krakova kutnika dane su u tablici 9.

Tablica 10.

Razmaci zakovica i vijaka

Tablica 9.

Najveće dimenzije zakovica i vijaka

	Najmanja širina kraka (mm)	35	45	50	60	70	75	80
Kutnici	Najmanja širina kraka (mm)	35	45	50	60	70	75	80
Zakovice	Promjer rupe <i>d_r</i> (mm)	11	14	17	20	23	26	29
	Promjer navoja <i>d</i> (mm)	12	14	16	20	24	27	30
Vijci	Promjer rupe <i>d_r</i> (mm)	13	15	17	21	25	28	31

Razmak	Najmanji		Najveći	
	redovito	iznimno	noseće veze	konstruktivne veze
između dviju susjednih zakovica, bez obzira na smjer sile	3,0 <i>d_r</i>	2,5 <i>d_r</i>	6 <i>d_r</i> ili	8 <i>d_r</i> 20 δ
između dvaju susjednih vijaka, bez obzira na smjer sile	4,0 <i>d_r</i>	4,0 <i>d_r</i>	6 <i>d_r</i> ili	8 <i>d_r</i> 20 δ
od sredine zakovice (vijka) do ruba elementa u smjeru sile	1,8 <i>d_r</i>	1,5 <i>d_r</i>	3 <i>d_r</i> ili	4 <i>d_r</i> 8 δ
od sredine zakovice (vijka) do ruba elementa, okomito na smjer sile	1,5 <i>d_r</i>	1,25 <i>d_r</i>	3 <i>d_r</i> ili	4 <i>d_r</i> 8 δ

Član 289.

Zakovice moraju ispunjavati uvjete predviđene jugoslavenskim standardima.

Član 290.

Vijci moraju ispunjavati uvjete predviđene jugoslavenskim standardima.

Član 292.

Pri spajanju štapova svarivanjem treba voditi računa da se težište varova poklapa s težišnom crtom priključenog štapa.

Član 293.

Izradba rupa za zakovice i vijke probijanjem bez naknadnog provrtanja dopuštena je samo ako deblina elementa ne prelazi 8 mm, u protivnom treba odgovarajućim ispitivanjima dokazati da probijanje i debljih elemenata zadovoljava.

Član 294.

Matice vijaka moraju se osigurati od odvrtnja (na primjer oštećenjem navoja).

3. Dopuštena naprezanja i dimenzioniranje

Član 295.

Dopuštena naprezanja navedena su u tablici 11.

Tablica 11.

Vrsta naprezanja	Materijal	Dopušteno naprezanje u kp/cm ²	
		normalno opterećenje	izvanredno opterećenje
Vlak i savijanje	Č 0370,		
	Č 0361	1600	2200
	Č 0561	2400	3300
Odrez za zakovice i za obrađene vijke	ČV 40	1600	2200
	ČV 50	2400	3300
Rubni tlak za zakovice i za obrađene vijke	Č 0370,		
	Č 0361	4000	5500
	Č 0561	4800	6600
Odrez za neobrađene vijke	ČV 40	1100	1500
	ČV 50	1500	2100
Rubni tlak za neobrađene vijke	Č 0370,		
	Č 0361	2500	3400
	Č 0561	3300	4600
Vlak za vijke	ČV 40	1100	1500
	ČV 50	1500	2100
Vlak za čelično uže	Č II.	2800	4000
	Č III.	4500	7000
	Č IV.	5500	8800

Ako se za izradbu čelične konstrukcije upotrijebi materijal koji nije predviđen u tablici 11. ili nije izrađen prema jugoslavenskim standardima, treba računati s odgovarajućim naprezanjima, uzevši u obzir stupanj sigurnosti 1,5 za normalno opterećenje, a 1,1 za izvanredno opterećenje od zajamčene granice raz-

vlačenja materijala, odnosno treba primijeniti koeficijente ω za odgovarajući materijal.

Član 296.

Dopuštena naprezanja varova σ_{dop} prema dopuštenom naprezanju σ_{dop} materijala koji se spaja svarivanjem navedena su u tablici 12.

Tablica 12.

Dopuštena naprezanja varova

Vrsta vara	Vrsta naprezanja σ_{dop}	kp/cm ²
Var na sučeljak	Vlačno	0,75 σ_{dop}
	Tlačno	0,85 σ_{dop}
Var u uvali	Savijanje	0,80 σ_{dop}
	Odrez	0,65 σ_{dop}
	Sve vrste naprezanja	0,65 σ_{dop}

Član 297.

Za proračun vara u uvali, u smjeru sile može se uzeti za dužinu vara najviše $l = 40 a$.

Član 298.

Elementi napregnuti na vlak moraju ispunjavati uvjet:

$$\frac{F_z}{S_n} \leq \sigma_{dop}$$

gdje je:

F_z = veličina vlačne sile u kp,

S_n = površina presjeka oslabljena rupama za zakovice ili vijke u cm² kod obrađenih i neobrađenih vijaka,

σ_{dop} = dopušteno naprezanje prema tablici 11.

Član 299.

Za dijagonale izrađene od kutnika koje su spojene samo jednom zakovicom ili jednim vijkom uzima se iz izraza (član 298) za S_n samo presjek priključenog kraka oslabljenog rupom za zakovicu odnosno vijak.

Član 300.

Elementi napregnuti na tlak moraju ispunjavati uvjet:

$$\frac{\omega \cdot F_p}{S_{br}} \leq \sigma_{dop}$$

gdje je:

F_p = veličina tlačne sile u kp;

S_{br} = površina neoslabljenog presjeka u cm²;

σ_{dop} = dopušteno naprezanje na vlak i savijanje prema tablici 11;

ω = koeficijent izvijanja, koji ovisi o vitkosti štapa λ .

Koeficijenti ω za razne materijale navedeni su u tablicama 13. i 14.

Tablica 13.

Koefficienti izvijanja ω											
za č. 0370; č. 0361											
$\lambda +$											
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55	Međuvrijednosti nije potrebno interpolirati									

Tablica 14.

Koefficienti izvijanja ω											
za č. 0561											
$\lambda +$											
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,11	20
30	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,18	30
40	1,19	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	40
50	1,28	1,30	1,31	1,32	1,33	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	50
60	1,41	1,43	1,44	1,46	1,48	1,49	1,51	1,53	1,54	1,56	60
70	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,77	70
80	1,79	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,98	2,01	80
90	2,05	2,10	2,14	2,19	2,24	2,29	2,33	2,38	2,43	2,48	90
100	2,53	2,58	2,64	2,69	2,74	2,79	2,85	2,90	2,95	3,01	100
110	3,06	3,12	3,18	3,23	3,29	3,35	3,41	3,47	3,53	3,59	110
120	3,65	3,71	3,77	3,83	3,89	3,96	4,02	4,09	4,15	4,22	120
130	4,28	4,35	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69	4,75	4,82	4,89	130
140	4,96	5,04	5,11	5,18	5,25	5,33	5,40	5,47	5,55	5,62	140
150	5,70	5,78	5,85	5,93	6,01	6,09	6,16	6,24	6,32	6,40	150
160	6,48	6,57	6,65	6,73	6,81	6,90	6,98	7,06	7,15	7,23	160
170	7,32	7,41	7,49	7,58	7,67	7,76	7,85	7,94	8,03	8,12	170
180	8,21	8,30	8,39	8,48	8,58	8,67	8,76	8,85	8,95	9,05	180
190	9,14	9,24	9,34	9,44	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	10,03	190
200	10,13	10,23	10,34	10,44	10,54	10,65	10,75	10,85	10,96	11,06	200
210	11,17	11,28	11,38	11,49	11,60	11,71	11,82	11,93	12,04	12,15	210
220	12,26	12,37	12,48	12,60	12,71	12,82	12,94	13,05	13,17	13,28	220
230	13,40	13,52	13,63	13,75	13,87	13,99	14,11	14,23	14,35	14,47	230
240	14,59	14,71	14,83	14,96	15,08	15,20	15,33	15,45	15,58	15,71	240
250	15,83	Međuvrijednosti nije potrebno interpolirati									

Član 301.

Vitkost štapova određuje se prema ovoj formuli:

$$\lambda = \frac{l_1}{i}$$

gdje je: l_1 = dužina izvijanja štapa,

i = polumjer inercije određen sa

$$i = \sqrt{\frac{J}{S}}$$

gdje je: J = moment inercije neoslabljenog presjeka (cm^4)

S = površina neoslabljenog presjeka (cm^2).

Član 302.

Za dužinu izvijanja kutnih štapova uzima se sistemna dužina štapa, ako su krajevi štapova osigurani od bočnih pomicanja.

Član 303.

Za dužinu izvijanja dijagonala uzima se 0,90 sistemske dužine štapa, ako su dijagonale spojene na kutne štapove s najmanje dvije zakovice ili dva vijka, odnosno svarenom vezom jednake čvrstoće, i ako je presjek dijagonale manji od presjeka pripadnog kutnog štapa.

Član 304.

Za dužinu izvijanja ukrštenih dijagonala od kojih je jedna napregnuta na vlak a druga na tlak uzima se dužina štapa od točke križanja, uz uvjet da su dijagonale međusobno spojene najmanje jednom zakovicom ili jednim vijkom odnosno odgovarajućom svarenom vezom.

Član 305.

Ako je izvijanje štapa zbog pričvršćenja u granicama dužine izvijanja vezano za neki određeni smjer, uzima se moment inercije s obzirom na os koja je okomita na taj smjer. Ako izvijanje nije vezano za određeni smjer, uzima se najmanji moment inercije.

Član 306.

Elementi napregnuti istodobnim djelovanjem tlačne sile F_p i momenta savijanja M na kojima je vlačni rub bliži težištu presjeka nego tlačni rub moraju ispunjavati uvjet:

$$\omega \frac{F_p}{S_{br}} + 0,9 \frac{M}{W_p} \leq \sigma_{dop}$$

Ako je, međutim, tlačni rub bliži težištu presjeka nego vlačni rub, osim navedenog uvjeta mora biti ispunjen i ovaj uvjet:

$$\frac{E_p}{S_{br}} + \frac{300 + 2\lambda}{1000} \cdot \frac{M}{W_z} \leq \sigma_{dop}$$

Ako su vlačni i tlačni rubovi jednako udaljeni od težišta presjeka, mora biti ispunjen samo uvjet iz izraza navedenog u stavku 1. ovoga člana. U oba izraza iz ovoga člana jesu:

ω , F_p i S_{br} — kao u članu 300. ovoga pravilnika;

W_p i W_z = momenti otpora neoslabljenog presjeka koji se odnose na tlačni odnosno vlačni rub (cm^3);

λ = vitkost štapa u ravnini djelovanja momenta;

σ_{dop} = dopušteno naprezanje prema tablici 11.

Pri tome, potrebno je da bude ispunjen i ovaj uvjet:

$$\frac{F_p}{S_{br}} + \frac{M}{W} \leq \sigma_{dop}$$

Član 307.

Pri proračunavanju spojeva zakovicama ili vijcima, da bi se odredilo naprezanje na odrez i bočni tlak, za zakovice i obrađene vijke uzima se promjer rupe, a za neobrađene vijke promjer navoja.

4. Proračunavanje višedijelnih štapova napregnutih na tlak

Član 308.

Za višedijelne štapove napregnute na tlak vitkost jednoga elementa štapa ne smije biti veća od 50.

Član 309.

Za proračunavanje višedijelnih štapova napregnutih na tlak uzima se dužina izvijanja za materijalnu os ($x - x$) kao za jednodijelni štap, a za nematerijalnu os ($y - y$) idealna vitkost prema formuli:

$$\lambda_{y, id} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \cdot \lambda_l^2}$$

gdje je: m = broj elemenata višedijelnog štapa;

λ_y = vitkost višedijelnog štapa za os $y - y$;

λ_l = vitkost jednoga elementa na dužini između dviju susjednih vezica.

Član 310.

Višedijelni štapovi moraju ispunjavati ove uvjete:

$$\frac{\omega_x \cdot F_p}{S_{br}} \leq \sigma_{dop} \text{ i } \frac{\omega_{y, id} \cdot F_p}{S_{br}} \leq \sigma_{dop}$$

gdje je ω_x = koeficijent izvijanja na vitkost λ , za materijalnu os.

$\omega_{y, id}$ = koeficijent izvijanja na idealnu vitkost λ , za nematerijalnu os,

$F_p S_{br}$ i σ_{dop} — kao u članu 300. ovoga pravilnika.

Član 311.

Vezice višedijelnih štapova moraju se predvidjeti najmanje u trećinskim točkama dužine izvijanja, a i na krajevima štapa, ako tu funkciju na krajevima štapa ne preuzimaju čvorni limovi.

Član 312.

Vezice se moraju priključiti na svaki element s najmanje dvije zakovice u trećinskim točkama, a s najmanje tri zakovice na krajevima štapa. Ti se priključci mogu izvesti odgovarajućim svarenim spojem.

Član 313.

Za priključak vezica smiju se upotrijebiti vijci samo na mjestima na kojima je nemoguće postaviti zakovice. U tu svrhu treba predvidjeti obrađene vijke.

Član 314.

Sve vezice i njihovi priključci moraju se proračunati na idealnu poprečnu silu štapa F_{qid} , prema formuli

$$F_{qid} = \frac{\omega_{yid} \cdot F_p}{80}$$

gdje je: ω_{yid} i F_p kao i članu 310. odnosno 300. ovoga pravilnika.

5. Stupovi od cijevi

Član 315.

Za izradbu stupova mogu se upotrijebiti čelične cijevi.

Član 316.

Za ukliještene stupove izrađene od jedne cijevi ili odgovarajućeg poligonalnog presjeka dopuštena naprežanja na vlak i savijanje iz tablice 11. smanjuju se koeficijentom 0,90 za normalno opterećenje, a koeficijentom 0,80 za izvanredno opterećenje.

Član 317.

Za stupove od cijevi ispunjenih betonom elementi napregnuti na tlak moraju ispunjavati uvjet:

$$\frac{\omega_{id} \cdot F_p}{S_{id}} \leq \sigma_{dop}$$

gdje je S_{id} = idealna površina presjeka prema formuli:

$$S_{id} = S_c + \frac{S_b}{n}$$

gdje je: S_c = površina presjeka čelične cijevi (cm²);

S_b = površina presjeka betona (cm²);

n = odnos modula elastičnosti čelika i betona uzima se $n = \frac{E_c}{E_b} = 10$;

ω_{id} = koeficijent izvijanja za idealnu vitkost λ_{id} koja se određuje s pomoću izraza:

$$\lambda_{id} = \frac{l}{\sqrt{\frac{J_{id}}{S_{id}}}}$$

gdje je: l = dužina izvijanja štapa;

J_{id} = idealni moment inercije štapa (cm⁴), koji se određuje prema izrazu:

$$J_{id} = J_c + \frac{J_b}{n}$$

gdje je: J_c = moment inercije presjeka čelične cijevi (cm⁴),

J_b = moment inercije presjeka betona (cm⁴)

F_p i σ_{dop} — kao u članu 300. ovoga pravilnika.

Za ovaj način proračuna mora biti ispunjen uvjet da je

$$\lambda_{id} \geq 50$$

Član 318.

Marka betona za ispunjavanje mora biti najmanje MB 300. Beton mora biti ugrađen vibriranjem ili pod tlakom.

6. Rešetkasti stupovi s prednapregnutim dijagonalama

Član 319.

Na rešetkastim stupovima s prednapregnutim dijagonalama mora se prednaprežanje na vlak kretati u granicama od 200 do 600 kp/cm².

Član 320.

Veličina prednaprežanja mora se kontrolirati pri izradbi stupova.

Član 321.

Minimalne dimenzije prednapregnutih dijagonala navedene su u tablici 8. iz člana 287. ovoga pravilnika.

Član 322.

Prednaprežanje dijagonala može se izvesti zagrijavanjem ili mehanički.

7. Zaštita od rđanja

Član 323.

Čelični stupovi moraju se zaštititi od rđe prema Pravilniku o tehničkim mjerama i uvjetima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije (»Službeni list SFRJ«, br. 32/70).

Član 324.

Za dijelove čeličnih stupova koji su iznad zemlje zaštita od rđanja može se postići zaštitnim premazom protiv rđe ili kovinskim prevlakama.

Član 325.

Za prevlake od cinka treba primijeniti pocinčanje toplim postupkom, ako to oblik čeličnih dijelova dopušta. Za pocinčanje u kadama smije se upotrijebiti samo rafinirani metalurški cink.

Član 326.

Naknadna obradba navoja vijaka i matica pocinčanih toplim postupkom nije dopuštena.

Član 327.

Čelične dijelove koji leže u zemlji treba premazati vrućim bitumenom ili kojim drugim hladnim ili vrućim zaštitnim sredstvom istoga djelovanja.

Član 328.

Čelične dijelove koji se nalaze u betonu nije potrebno zaštititi od rđe. Takvi čelični dijelovi ne smiju se premazivati zaštitnim sredstvima koja smanjuju priljubljanje betona i čelika, ako to nije uzeto u obzir u proračunu.

Član 329.

Ako se upotrebljava uljana boja ili bitumenski premaz, treba izbjegavati bojenje stupa po vlažnom vremenu.

Član 330.

Dijelove čeličnih stupova treba sastavljati tako da se sve dodirne površine sastavljaju preko svježe boje.

Član 331.

Prije nanošenja zaštitnog sredstva protiv rđe treba sve čelične dijelove brižljivo očistiti.

Član 332.

Na stupovima od čeličnih cijevi svi varovi moraju biti nepropusni, da bi se izbjeglo prodiranje vlage u cijevi. Ako cijevi nisu nepropusno zatvorene, unutrašnje stijenke cijevi treba premazati bitumenom ili drugim zaštitnim sredstvima istoga djelovanja.

XI. ARMIRANOBETONSKI STUPOVI

1. Opće odredbe

Član 333.

Odredbe ove glave odnose se na proračunavanje i izradbu svih poznatih i novih tipova armiranobetonskih stupova i nogara za stupove nadzemnih elektroenergetskih vodova.

Član 334.

Za proračunavanje i izradbu stupova vrijede Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za prednapregnuti beton (»Službeni list SFRJ«, br. 51/71) i Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za beton i armirani beton (»Službeni list SFRJ«, br. 51/71), ako ovim pravilnikom nije drugačije određeno.

2. Dimenzioniranje i konstruiranje stupova

Član 335.

Sile i momente za dimenzioniranje treba proračunati po načelima statike, ali se pri tome uzimaju u obzir svi utjecaji što se mogu pojaviti zbog propi-

sanih i eventualno drugih opterećenja, pa i pri prenošenju i podizanju stupova.

Član 336.

Četverokutni i pravokutni puni, razvijeni i šuplji koso opterećeni stupovi mogu se proračunati za komponente u smjeru simetrale ili u smjeru dijagonala presjeka, prema tome kojem smjeru je bliža rezultanta. U tome slučaju naprezanja se određuju aritmetičkim superponiranjem.

Armiranobetonski rešetkasti stupovi proračunavaju se kao i ostali rešetkasti stupovi.

Član 337.

Za okomito lijevane stupove dimenzioniranje usidrenja i nastavaka za preklop glavne armature treba predvidjeti s dužinama 50% većim od propisanih dužina.

Tu mjeru treba povećati najmanje za 100% za usidrenje armature stupa u temelje, ako se ne predviđa posebno djelotvornije osiguranje.

Član 338.

Ako stupove treba dimenzionirati za prijenos, podizanje, i sl., naprezanja materijala koja pri tome nastaju ne smiju prekoračiti dopuštena naprezanja propisana za izvanredna opterećenja.

Član 339.

Dopuštena naprezanja betona i čelika za armiranobetonske stupove navedena su u tablici 15. Ako se upotrijebe druge vrste čelika, treba podnijeti dokaze o njihovoj čvrstoći i računati s ovim stupnjem sigurnosti:

- 1) 2,5 za normalna opterećenja
- 2) 2,0 za izvanredna opterećenja

Tablica 15.

Dopuštena naprezanja betona i čelika

Presjek bez obzira na oblik	Beton				Čelik									
	MB 200		MB 300		Č. 0200 Č. 0200 V		Č. 0501 Č. 0501 V		ČBR 40/50					
	Naprezanja na tlak [kp/cm ²]								Naprezanja na vlak kp/cm ²					
	težišno		rubno		težišno		rubno		A	B	A	B	A	B
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Presjeci visine manje od 12 cm	45	60	65	85	65	85	90	115	1600	1900	1900	2400	2200	2900
Presjeci visine najmanje 12 cm	55	70	80	105	80	105	120	155						

A — normalno opterećenje
B — izvanredno opterećenje.

Član 340.

Beton za izradbu masivnih stupova ne smije biti marke niže od MB 200, a beton za stupove razvijениh, šupljih ili perforiranih presjeka i rešetkastih konstrukcija, a i za sve montažne dijelove, ne smije biti marke niže od MB 300.

Član 341.

Sva vlačna naprezanja treba u cijelosti preuzeti armatura. Kosa glavna naprezanja mogu iznositi naj-

više polovicu od dopuštenih vrijednosti za dotičnu marku betona.

3. Izradba stupova

Član 342.

Pri izradbi betona za stupove, osim propisane čvrstoće za dotičnu marku betona, treba osigurati i pri-
ljublivanje betona i čelika od najmanje 7,0. kp/cm².

Član 343.

Beton treba miješati miješalicom. Iznimno se može primijeniti ručno miješanje za izradbu stupova na teškom terenu.

Član 344.

Beton se pri ugradnji mora za sve stupove nabijati strojno: vibratorima, pervibratorima, centrifugiranjem ili drugim opće prihvaćenim postupkom. Iznimno, masivni lijevani stupovi mogu se nabijati ručno.

Član 345.

Gotove površine betona, nakon skidanja oplata, moraju biti glatke, bez šupljikavih mjesta i gnijezda. Slučajne hrapavosti, šupljine, gnijezda i sl. treba popraviti neposredno nakon skidanja oplata.

Član 346.

Gotove stupove treba prenositi i podizati tako da se stupovi ne oštete i da ne budu izloženi opterećenjima za koja nisu dimenzionirani. Slučajna manja oštećenja treba svakako popraviti, a stupove što su oštećeni toliko da je ugrožena njihova stabilnost treba isključiti iz upotrebe.

Član 347.

Ako se zbog povećanja nepropusnosti vanjske površine betona ili zbog boljeg izgleda stupovi premazuju (pačokiraju) ili prskaju cementnim mlijekom, to treba obaviti neposredno nakon skidanja oplata.

Član 348.

Pri izradbi stupova treba stalno praviti pokusne kocke, i to na terenu najmanje za svaki peti stup, a u tvornici najmanje za svaki dvadeseti stup.

Član 349.

Dijelovi od bakra, oinka i aluminijska ne smiju se ugrađivati u beton, niti biti u dodiru s betonom. Pocičani čelik je dopušten.

Član 350.

Ako su za penjanje na stup predviđene fiksne stepenice (penjalice) od betonskog čelika, one ne smiju biti manjeg promjera od 18 mm i moraju biti zaštićene od rđanja. Prva penjalica ne smije se nalaziti niže od 2,50 m nad temeljem.

XII. USIDRENJE STUPOVA

Član 351.

Usidrenje stupova dopušteno je uz ove uvjete:

1) konstruktivno rješenje usidrenog stupa, bez obzira na njegov materijal, mora biti takvo da raspodjela opterećenja na usidrenje i ostale dijelove stupa ostane uglavnom sačuvana i pri eventualno malom popuštanju usidrenja;

2) usidrenja neuzemljenih drvenih stupova moraju imati izolacijski umetak, kojemu stupanj izolacije odgovara stupnju izolacije voda;

3) usidrenje treba izraditi od pocinčanog čeličnog užeta presjeka najmanje 25 mm², pri čemu pojedine žice užeta ne smiju biti tanje od 2 mm, ili od punog okrugla čelika promjera najmanje 8 mm.

Dopuštena naprezanja treba uzeti iz tablice 11. iz člana 295. ovoga pravilnika;

4) dubina usidrenja mora biti takva da stupanj sigurnosti na čupanje usidrenja bude najmanje 1,5.

Kut površine omotača zemljanog tijela treba uzeti iz tablice 16. iz člana 361. ovoga pravilnika. Ako postoji mogućnost djelovanja uzgona, mora se s njime računati.

XIII. TEMELJI

1. Opće odredbe

Član 352.

Utvrđivanje stupova nadzemnih vodova u tlu mora se izvršiti tako da bude osigurana dovoljna stabilnost i spriječeno nedopušteno pomicanje stupova pri predviđenom teretu. Osim geometrijskih karakteristika tla treba uzeti u obzir i sile što djeluju na dijelove konstrukcije ispod površine tla (pritisak tla, trenje, potisak vode i slično).

Član 353.

Karakteristike tla i njegovu nosivost, prema potrebi, utvrđuju specijalizirani laboratoriji i instituti, a iznimno odgovarajuće komisije stručnjaka.

Član 354.

Za proračunavanje i izradbu temelja stupa nadzemnih vodova vrijede Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za beton i armirani beton i Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za prednapregnuti beton, ako ovim pravilnikom nije drugačije određeno.

Član 355.

Dimenzije temelja stupa treba proračunati po metodama što se zasnivaju na praktičnom ispitivanju sličnih temelja.

Član 356.

Ako temelji stupa leže neposredno uz kosine ili u kosinama na strmim padinama ili u vodoplovnim područjima, mora se pri proračunavanju o tome voditi računa, da bi se postigla ista sigurnost kao za temelje na ravnu terenu.

2. Fundiranje drvenih stupova

Član 357.

Jednostavni i dvostruki drveni stupovi, ako nemaju neko naročito fundiranje, ukopavaju se u tlo srednje vrste s najmanje 1/6 njihove ukupne dužine, ali ne manje od 1,60 m, ako po proračunu nije potrebna veća dubina ukopavanja. Jamu oko stupa treba ispuniti materijalom iskopa, uz čvrsto nabičanje u slojevima, ne višim od 30 cm. Srednjom vrstom tla mogu se smatrati tla navedena u tablici 16. pod C i F iz člana 361. ovoga pravilnika.

Član 358.

Da bi se postigla potrebna stabilnost, stupovi se mogu, prema potrebi, ukliještitu u tlo s pomoću dva vijenca od krupnog i čvrstog kamena ili s pomoću horizontalnih drvenih trupaca na dnu i na trećini ukopavanja. Debljina kamenih vijenaca odnosno trupaca mora biti približno jednaka debljini ukopanog dijela stupa (slika 2).

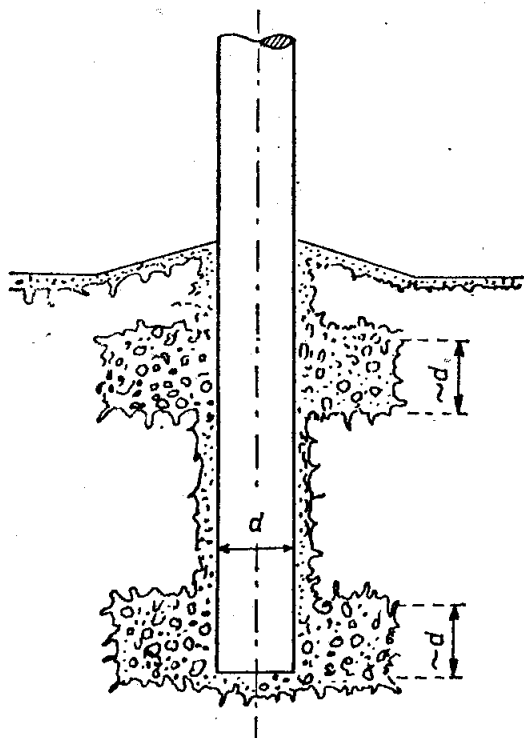
Tablica 16.

KARAKTERISTIKE TLA ZA PRORAČUN TEMELJA											
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11
Grupa	Vrsta tla	Obujamska težina γ kp/m ³	Dopušten pritisak na tlo σ_{dep} kp/cm ²	Konstanta tla C na dubini od 2,0 m kp/cm ²	Kut površine omotača zem. tijela		Kut unutrašnjeg trenja tla φ	$E \approx \sigma^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$	$\gamma \cdot E$	Koeficijent trenja između betona i tla ρ	
					Za temelje u zdravici β	Za temelje u nasipu β					
A	Treset, blato i tome slično	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				25°	2,5	3,7	0,2 do 0,3	
	Nasipi od lake zemlje	1600		1,2	3° do 10°	3° do 8°	25°	2,5	4,0	0,2 do 0,3	
	Vlažan sitan pijesak		do 1,0				30°	3,0	5,1	0,3 do 0,4	
	Meka vlažna ilovača ili glina			2 do 4			25°	2,5	3,5	0,3 do 0,4	
C	Srednje čvrsto suha ilovača ili glina		do 2,0	5 do 8	8° do 13°	6° do 11°	30°	3,0	5,1	0,3 do 0,4	
	Suh sitan pijesak			6 do 9						0,3 do 0,4	
D	Čvrsto staložena suha ilovača ili glina	1700	do 3,0	10	12° do 17°	10° do 15°	35°	3,7	6,3	0,3 do 0,4	
	Krupan šljunkovit pijesak			11 do 13							0,3 do 0,4
E	Čvrsto staložen krupan zrnat pijesak		do 4,0		15° do 20°	12° do 17°				0,3 do 0,4	
	Srednje čvrst lapor			13 do 16	20° do 25°	15° do 20°	40°	4,6	7,8	0,3 do 0,5	
F	Čvrsto staložen šljunak i drobina		do 5,0							0,4 do 0,5	
	Čvrst suh lapor				25° do 30°	20° do 25°	45°	5,8	9,9	0,4 do 0,6	
G	Nemonolitna ili jače raspucana manje čvrsta stijena (pješčar, vapnenac i sl.)	2200	do 10,0	Neograničeno	-	-	-	-	-	-	
	Vrlo tvrd zdrav lapor u većim slojevima										
H	Monolitna ili neznatno raspucana čvrsta zdrava stijena u povoljno položenim slojevima	2400	do 20,0								
I	Monolitna kompaktna i zdrava eruptivna stijena	2600	do 30,0								

Konstantu tla C treba odabrati prema zbijenosti i kakvoći tla u okviru navedenih vrijednosti. Za vlažno i manje zbijeno tlo treba uzeti niže vrijednosti, a za suho i jače zbijeno — veće. Za SULCBERGER-ov način računanja, konstantu tla C treba preračunati na brojku posteljice C_b za dno jame prema formulama $C_b = m \cdot C$; $C_b = C \frac{h}{2,0}$, gdje je $m = 1,0$ do $1,2$ a $h =$ dubina ukopavanja temelja.

Manje vrijednosti kuta β vrijede za slabije koherentno tlo, a veće — za vrlo koherentno i čvrsto nabijeno tlo.

Manje vrijednosti koeficijenta trenja ρ vrijede za beton u oplati, a veće — za beton bez oplata.



Slika 2

Član 359.

Oko stupa treba tlo čvrsto nabiti i površinu izravnati u padu s potrebnim nadvišenjem, da bi se spriječilo da se nakon slijeganja nasipa stvore udubljenja u kojima bi se skupljala kišnica. Na tome mjestu nije dopušteno napraviti nabačaja od kamena.

Član 360.

A — stupovi moraju biti stabilni za sile u ravnini stupa, a i za sile okomite na tu ravninu.

Član 361.

Za A — stupove s kliještima pri dnu i pločama u temelju (npr. rešetke od pragova) najveći tlak na tlo ne smije prekoračiti vrijednosti dopuštene u tablici 16. Sa suprotne strane od zatezanja težina zemlje koja opterećuje ploču zajedno s vertikalnim silama stupa mora biti u ravnoteži s vlačnim silama u ravnini stupa, sa sigurnošću od najmanje 1,2.

Član 362.

Ako se kao ploča za temelj primjenjuje rešetka od pragova, razmak pragova do 15 cm ne uzima se u obzir, osim pri računanju pritiska na tlo.

Za nagib stranica zemljanog tla koje opterećuje temelj vrijedi član 382. ovoga pravilnika.

Član 363.

Način proračunavanja naveden u članu 361. ovoga pravilnika vrijedi i za A-stupove s kliještima pri dnu bez temeljnih ploča, ali se kao podloga za zemlju koja opterećuje temelj, a i za određivanje pritiska na tlo, na strani pritiska uzima $\frac{1}{4}$ površine kliješta pri dnu, računajući od njihova kraja.

Član 364.

Za nogare stupova što se upotrebljavaju da bi se produljila trajnost ili povećala stabilnost drvenih stupova, vrijede odredbe ovoga pravilnika.

Član 365.

Nogari stupova moraju biti izrađeni od materijala otporna prema nagrizajućem učinku tla. Upotreba drvenih nogara dopuštena je samo ako su oni zaštićeni od truljenja nekom od metoda u smislu čl. 275. do 280. ovoga pravilnika.

Član 366.

Za nogare od armiranog betona vrijede odredbe ovoga pravilnika što se odnose na stupove od armiranog betona.

Član 367.

Veza između drvenih stupova i nogara mora se izvesti tako da se voda nigdje ne skuplja, da zrak i svjetlost dopiru do drveta i da se ovlaženo drvo može brzo osušiti.

Član 368.

Dimenzije i konstrukcije veze između nogara i stupa moraju biti statički besprijeorne i imati jedinstven prijenos sila.

Član 369.

Za materijal nogara za stupove i dijelove veza sa stupom, osim za vijke opterećene na odrez, vrijede dopuštena naprezanja za stupove odnosno za temelje, ovisno o materijalu od kojega su izrađeni.

Član 370.

Dijelovi veze nogara sa stupom od čelika Č.0370 što su opterećeni na odrez dimenzioniraju se prema tablici 7. iz člana 264. ovoga pravilnika. Vijke treba ponovno pritegnuti kad se drvo osuši.

Član 371.

Budući da se stabilnost nogara stupova zasniva gotovo isključivo na uklještenju u tlu, za dimenzioniranje nogara mjerodavan je uvjet da su izbjegnuta nedopuštena pomicanja konstrukcije u smislu člana 377. ovoga pravilnika.

3. Fundiranje čeličnih i armiranobetonskih stupova

Član 372.

Čelični i armiranobetonski stupovi moraju imati betonske temelje odnosno stope od ploča ili pragova, koje treba dimenzionirati tako da pritisak na tlo ne prijeđe dopuštenu vrijednost za dotičnu vrstu tla. Odstupanje od ove odredbe dopušteno je za armiranobetonske stupove i nogare drvenih stupova što se mogu fundirati direktnim ukopavanjem, ako je njihova sigurnost računski dokazana.

Član 373.

Način izradbe i oblik temelja (plitko ili duboko fundiranje, prizmatični ili stepenasti temelji, temelji od ploča ili pragova, raščlanjeni temelji, fundiranje na pilote i sl.) moraju se odabrati tako da odgovaraju postojećim prilikama na konkretnom vodu (širini osnovne stupa, veličini napadnih sila i momenta, kakvoći terena, te — u pojedinim slučajevima — teškoćama dovoza materijala i izvedbe radova, kao što su crpljenje vode, podziđivanje i sl.).

Član 374.

Prije utvrđivanja dimenzija velikih temelja treba pokusnim bušenjem ili kopanjem utvrditi vrstu, stanje i položaj pojedinih slojeva te ispitati osobine tla, a i agresivnost tla i podzemne vode.

Član 375.

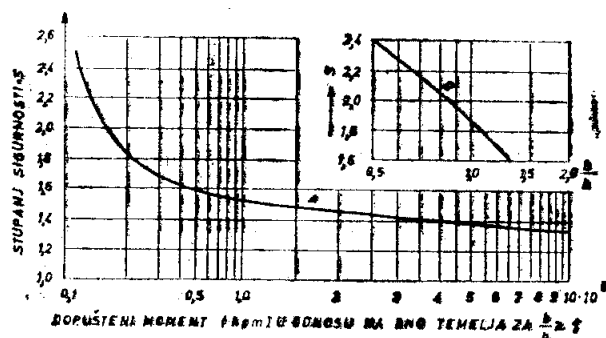
Dno temelja treba, ako je moguće, predvidjeti u jačem sloju tla dobre nosivosti, a u svakom slučaju — na dubini zaštićenoj od mraza.

Član 376.

Stabilnost stupa smatra se dovoljnom ako njegov stupanj sigurnosti od prevrtanja, pod djelovanjem najvećeg momenta vanjskih sila za normalne slučajeve opterećenja, odgovara vrijednosti što se dobije iz dijagrama na slici 3, uzimajući u obzir odnos

$$\frac{b}{h} = \frac{\text{širina temelja okomito na ravninu momenta}}{\text{đubina fundiranja}}$$

Za momente koji nastaju u izvanrednim slučajevima opterećenja tako dobiveni stupanj sigurnosti može se smanjiti za 15%.



Slika 3

Član 377.

Za temelje sa $b:h < 1$ za utvrđivanje najvećeg dopuštenog momenta, za normalne i za izvanredne slučajeve opterećenja, smije se pretpostaviti kao dopušteno naginjanje temelja 1 : 100. Primjenom stupnja sigurnosti po dijagramu na slici 3 taj uvjet je ispunjen i nije potrebna posebna provjera. Taj se dijagram upotrebljava pri proračunavanju temelja prema metodi Kleinlogela i Bürklina.

Član 378.

Za betonske temelje kojima gornja površina ne dopire do površine tla nego leži najviše na 50 cm ispod površine tla može se, radi jednostavnijeg računanja, pretpostaviti da temelj dopire do površine tla.

Član 379.

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

Član 380.

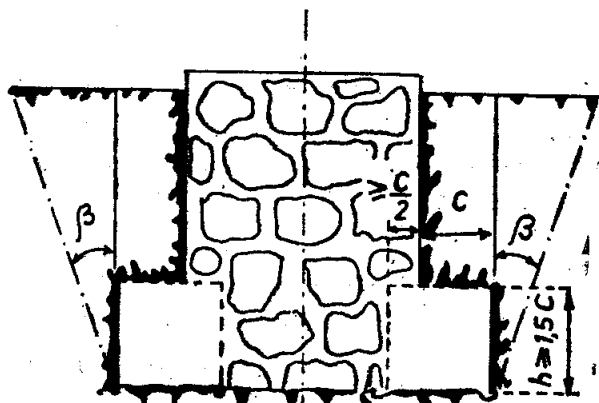
Karakteristike za razne vrste tla treba uzeti iz tablice 16. iz člana 361. ovoga pravilnika, ako ispitivanjem nisu utvrđene druge vrijednosti.

Član 381.

Pri proračunavanju betonskih temelja težinu nearmiranog betona treba uzeti u račun s najviše 2200 kp/m³, a armiranog betona — s najviše 2300 kp/m³, iznimno od obujamskih težina predviđenih Privremenim tehničkim propisima za opterećenje zgrada koji su sastavni dio Rješenja o Privremenim tehničkim propisima za opterećenje zgrada (»Službeni list FNRJ«, br. 61/48).

Član 382.

Težinu tla treba posebice uzeti iz tablice 16. iz člana 361. ovoga pravilnika, ako ispitivanjem nisu utvrđene druge vrijednosti. Za određivanje težine tla što opterećuje temelj treba uzeti zemljano tijelo omeđeno omotačem pod kutom β od vertikalne strane prizmatičnog temelja odnosno ruba stope temelja, prema slici 4.



Slika 4

Član 383.

Ako prođe dulje vrijeme od iskopavanja jame do betoniranja temelja, osobito pri nepovoljnim klimatskim uvjetima, treba prije betoniranja provjeriti je li tlo zadržalo prvobitno ocijenjene karakteristike.

Ako su se karakteristike tla u međuvremenu pogoršale, treba uskladiti dimenzije temelja s novim uvjetima.

Član 384.

Naprezanje betona nearmiranih temelja ne smije prelaziti maksimalne vrijednosti navedene u tablici 17.

Tablica 17.

Opterećenje stupova	Plak	Vlak
	od čvrstoće kocke na plak nakon 28 dana	
Za normalno opterećenje	1/4 ali najviše 50 kp/cm ²	1/20 ali najviše 4 kp/cm ²
Za opterećenje pri prekidu vodiča	1/3 ali najviše 60 kp/cm ²	1/16 ali najviše 5 kp/cm ²

Član 385.

Za proračunavanje temelja dopuštene su metode Sulzbergera, Kleinlogela i Bürklina, dok su druge metode dopuštene samo ako ispunjavaju uvjete predviđene odredbama ovoga pravilnika.

Član 386.

Za temelje od ploča ili pragova, za raščlanjene i podijeljene temelje, za temelje na pilotima ili za temelje drugog oblika, koji se ne proračunavaju po metodama navedenima u članu 385. ovoga pravilnika, stupanj sigurnosti od prevrtanja mora biti najmanje 1,5, a od pomicanja — najmanje 1,0.

Član 387.

Pri proračunavanju raščlanjenih temelja težinu tla treba uzeti prema članu 380, a težinu temelja — prema članu 381. ovoga pravilnika.

Član 388.

Ako se pri proračunu raščlanjenih temelja ne uzima u obzir trenje prilikom izvlačenja temelja, za težinu tla treba uzeti težinu zemljanog tla prema članu 382. ovoga pravilnika.

Član 389.

Ako se pri proračunu raščlanjenih temelja uzima u obzir i trenje, za težinu tla treba uzeti težinu zemljanog tla s vertikalnim stranama, kojemu je baza temeljna ploča. Pri proračunavanju trenja treba uzeti vrijednost aktivnog pritiska tla za sigurnost od pomicanja, a 0,9 vrijednosti pasivnog pritiska, tla za sigurnost od prevrtanja, s vrijednostima koeficijentata trenja i kuta unutrašnjeg trenja iz tablice 16 (član 380), ako nisu dobivene druge vrijednosti na mjestu fundiranja stupa.

Član 390.

Pri proračunavanju raščlanjenih temelja treba provjeriti dopušta li odnosno omogućuje li konstrukcija stupa da se horizontalna sila prenosi ravnomjerno na sve temelje i da horizontalni pritisak na tlo zbog te sile ne bude veći od dopuštenih vrijednosti.

Član 391.

Naprezanje betona raščlanjenih temelja, ako oni nisu armirani, treba ispuniti uvjete iz tablice 17 iz člana 384. ovoga pravilnika, a ako su armirani — uvjete iz čl. 74. i 77. Pravilnika o tehničkim mjerama i uvjetima za beton i armirani beton.

Član 392.

Koso opterećene blok-temelje za koje je smjer rezultante djelujućih sila bliži simetrali nego dijagonali temelja dopušteno je proračunati za veću komponentu u smjeru simetrale. Ako je smjer rezultante bliži dijagonali temelja, može se takav temelj proračunati za rezultantu zaokrenutu u smjeru bliže simetrale, ili za obje komponente u smjeru simetrale, uz superponiranje rezultata, ali superponirane vrijednosti ne smiju prelaziti 4/3 dopuštenog pritiska na tlo.

Član 393.

Temelje u zdravoj ili manje ispucanoj stijeni nije potrebno proračunati na pritisak na tlo ni na prevrtanje. Dimenzioniranje se može obaviti prema presjeku stupa u osnovi, odnosno prema konstrukciji usidrenja u temelju i prema mogućnosti izradbe iskopa jame do

potrebne dubine i ispunjavanja preostalog prostora betonom.

Član 394.

Ako ima podzemne vode, u nekoherentnom tlu mora se uzeti u obzir smanjenje težine zbog potiska.

Član 395.

Za stupove opterećene vertikalnim silama naviše pri dimenzioniranju temelja mora se uzeti u obzir smanjena sigurnost od prevrtanja zbog nesmanjenog pritiska na dno jame za temelj.

Član 396.

Ako se betonski temelj sastoji od ploča na dnu i gornjega dijela koji se betonira nakon ugradnje stupa, ploča se smije uzeti u račun pri dimenzioniranju temelja samo ako je odgovarajućom armaturom vezana s gornjim dijelom.

Član 397.

Za nearmirane temelje beton ne smije biti marke niže od MB 100, a za armirane temelje — marke niže od MB 150 s najmanje 250 kg cementa na 1,0 m³ temelja. Za nabijanje betona preporučuje se upotreba per-vibratora. Za izradbu temelja ne dopušta se upotreba betona koji starenjem gubi čvrstoću, na primjer betona izrađena od cementa Lafargea.

Član 398.

U beton masivnih temelja dopušteno je ugraditi do 25% zdrava i čista kamena. Veća težina kamena u odnosu na težinu betona ne uzima se u obzir pri proračunavanju dimenzija i stabilnosti temelja. U istaknutom dijelu nearmiranih stepenastih temelja i iza korijena stope u širini do polovice njegove slobodne širine nije dopuštena ugradnja kamena (slika 4).

Član 399.

Masivni temelji mogu se izvoditi od nabačaja na sloj svježega betona marke MB 100, debljine 15 cm, i to tako da se kamen slaže u slojeve do najviše 30 cm i zalijeva rijetkom cementnom žbukom mješavine 1:5 do potpunog ispunjavanja svih šupljina.

U manje propusnom tlu potrebno je slagati kamen u prethodno naliveni sloj rijetke cementne žbuke uz ponavljanje postupka do 15 cm ispod vrha jame. Taj ostatak treba izravnati slojem betona marke MB 100.

Postupak iz stavka 1. ovoga člana ne smije se primjenjivati na stepenaste i na armirane temelje.

Član 400.

Visina stope u korijenu stepenastih temelja od nearmiranog betona mora biti jednaka najmanje 1,5-strukoj širini istaknuta dijela stupa (slika 4).

Član 401.

U blok-temelju rešetkastih stupova velike širine izrađenih u jednome komadu može se u sredini predvidjeti nabačaj od kamena uloženog u beton ili šupljina koja se ispunjava materijalom dobivenim iskopom.

Šupljina iz stavka 1. ovoga člana mora se odozgo pokriti betonskom pločom debljine 5 do 10 cm, s gornjom površinom u nagibu — radi otjecanja vode.

Član 402.

Betonske temelje bez armature treba betonizirati odjednom bez prekida, osim ako se gornji i donji dio