

VII Jednovremeno maksimalna opterećenja

65. U jednom stambenom objektu, pored priključnog ormana postoje i tri merno-razvodna ormana koji snabdeavaju:

MRO1: $n_1=9$ stanova, svaki instalisane snage $P_{in1}=20\text{kW}$,

MRO2: $n_2=8$ stanova, svaki instalisane snage $P_{in2}=18\text{kW}$, i

MRO3: $n_3=12$ stanova, svaki instalisane snage $P_{in3}=18\text{kW}$.

Odrediti:

a) nominalne struje osigurača i preseke kablovskih priključnih vodova sa PVC izolacijom, ako su oni u jednom delu položeni zajedno, i to u kablovskom kanalu sa ventilacijom u kome temperatura ne prelazi 25°C ,

b) struju u priključnom vodu ovog objekta, ako on predstavlja poslednji u nizu objekata koji su priključeni na isti distributivni kabl, i

c) presek priključnog voda objekta sa izolacijom od umreženog polietilena, ako je on direktno ukopan u zemlji čija je toplotna otpornost $1\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$. Uzeti da temperatura zemlje ne prelazi 15°C .

Rešenje

a) Od priključnog mesta objekta polaze tri kabla (tri priključna voda) koji električnom energijom snabdeavaju tri merno-razvodna mesta (MRM-a). Nominalne struje osigurača koji se nalaze na priključnom mestu (na početku ovih kablova) određiće se na osnovu jednovremeno maksimalnih struja. Odredimo najpre jednovremeno maksimalne snage svakog od ova tri MRM-a. Jednovremeno maksimalna snaga za n stanova jednakih instalisanih snaga, koji su priključeni na isto merno-razvodno mesto, može se odrediti korišćenjem sledeće formule (referenca 21)

$$P_{jm} = k_j(n) \cdot n \cdot P'_{jm},$$

u kojoj su:

P_{jm} - ukupna jednovremeno maksimalna snaga (maksimalna snaga kojom energiju prenosi priključni vod koji napaja posmatrano merno – razvodno mesto),

$k_j(n)$ - koeficijent jednovremenosti za n stanova, i

P'_{jm} - jednovremeno maksimalna snaga jednog stana.

Koeficijent jednovremenosti $k_j(n)$ može se odrediti primenom formule

$$k_j(n) = k_\infty + \frac{1 - k_\infty}{\sqrt{n}},$$

u kojoj je k_∞ koeficijent jednovremenosti za beskonačno veliki broj stanova (u referenci 21 je pokazano da se koeficijent k_∞ može izraziti kao odnos srednje i jednovremeno maksimalne snage jednog stana). Za grad Beograd (i ostale veće gradove) može se uzeti da je $k_\infty=0.25$.

Jednovremeno maksimalna snaga jednog stana (P'_{jm}) određena je formulom $P'_{jm}=k_j \cdot P_{in}$, u kojoj je P_{in} ukupna instalisana snaga svih prijemnika u jednom stanu, a k_j koeficijent jednovremenosti za stan, koji za grad Beograd (i ostale veće gradove) iznosi 0.7.

Ukupna jednovremeno maksimalna snaga stanova koji se napajaju iz MRM1 iznosi

$$P_{jml} = k_j(n_1) \cdot n_1 \cdot P'_{jml} = \left(0.25 + \frac{0.75}{\sqrt{9}}\right) \cdot 9 \cdot 0.7 \cdot 20kW = 63kW.$$

Njoj odgovara jednovremeno maksimalna struja $I_{jml}=95.7A$ (uzeto je da je faktor snage jednak jedinici, čime se, pošto se radi o prijemnicima u stanovima, čini zanemarljivo mala greška). Analogno se dobija: $P_{jm2}=51.9kW$, $I_{jm2}=78.9A$, $P_{jm3}=70.5kW$ i $I_{jm3}=107.2A$.

Na osnovu izračunatih jednovremeno maksimalnih struja usvajaju se patrone visokoučinskih osigurača sledećih nominalnih struja:

$I_{n1}=100A$, $I_{n2}=80A$ i $I_{n3}=125A$ (Prilog 8).

Da bi se odredili preseci kablova, moraju se uzeti u obzir kako način polaganja kablova, tako i korekcionni faktori kojima se uvažavaju zajedničko vođenje kablova i činjenica da je temperatura okoline (kablovskog kanala) različita od $30^{\circ}C$. Kako je (videti Prilog 11) referentni način polaganja kablova B1, $k(25^{\circ}C)=1.06$ i $k(3)=0.70$, termička struja prvog kabla (prvog priključnog voda) iznosi:

$$I_{r1} = \frac{I_{n1}}{k(25^{\circ}C) \cdot k(3)} = \frac{100A}{1.06 \cdot 0.70} = 134.8A.$$

Analogno se dobija: $I_{r2}=107.8A$ i $I_{r3}=168.5A$.

Konačno se iz tabele P11.6 usvajaju sledeći preseci kablova:

$S_1=50mm^2$ ($134A \approx 134.8A$), $S_2=35mm^2$ ($110A > 107.8A$) i $S_3=70mm^2$ ($171A > 168.5A$).

b) Imajući u vidu da su instalisane snage svih stanova ovog objekta približno jednake ($P_{in1}=20kW$, $P_{in2}=P_{in3}=18kW$), može se primeniti formula

$$P_{jm0} = k_j (n_1 + n_2 + n_3) \cdot (n_1 + n_2 + n_3) \cdot P'_{jm0} = k_j (29) \cdot 29 \cdot P'_{jm0},$$

u kojoj je sa P_{jm0} označena jednovremeno maksimalna snaga celog stambenog objekta, a sa P'_{jm0} prosečna jednovremeno maksimalna snaga jednog stana, koja iznosi

$$P'_{jm0} = \frac{0.7 \cdot (n_1 \cdot P_{in1} + n_2 \cdot P_{in2} + n_3 \cdot P_{in3})}{n_1 + n_2 + n_3} = 13kW.$$

Primenom ovih formula dobija se da je $P_{jm0}=146.8kW$ ($I_{jm0}=223A$.)

c) Ako se pretpostavi da je priključni vod ovog objekta osiguran topljivim umetcima od 225A, onda je (tabele P11.2 i P11.3)

$$I_t = \frac{225A}{k(15^{\circ}C) \cdot k(1K \cdot m/W)} = \frac{225A}{1.04 \cdot 1.18} = 183.3A.$$

Pošto se radi o načinu polaganja D i pošto je izolacija kabla od umreženog polietilena, iz tabele P11.7 dobija se da presek kabla treba da iznosi $S=95mm^2$ ($211A > 183.3A$).

66. Jedna stambena zgrada ima 12 etaža (prizemlje i 11 spratova), pri čemu se na svakoj etaži nalaze po 4 stana. Instalisana snaga svakog od stanova je ista i iznosi 25kW.

a) Analitički odrediti najmanji mogući broj merno-razvodnih mesta u ovom objektu, ako osigurači priključnih vodova imaju umetke od 200A.

b) Odrediti presek priključnih vodova (kablova tipa PPOO), ako je priključni orman na fasadi objekta i ako temperatura u objektu ne prelazi $30^{\circ}C$.

Rešenje

a)

$$I_{jm} \leq I_{os} = 200A$$

$$\left(0.25 + \frac{0.75}{\sqrt{n}}\right) \cdot n \cdot \frac{0.7 \cdot 25000}{\sqrt{3} \cdot 380} \leq 200$$

$$n + 3 \cdot \sqrt{n} \leq 30.09 \Rightarrow n \leq 17.53$$

\Rightarrow najmanji mogući broj MRM-a je 3 (svako sa po 16 stanova)

b)

$$I_t = \frac{I_{os}}{k(30^0 C) \cdot k(3)} = \frac{200}{1 \cdot 0.7} = 285.7 A$$

Kako za način polaganja kablova B1 u tabeli P11.6 ne postoje podaci za (termičke) struje veće od 239A, ne može se odrediti relevantan presek priključnih vodova. Međutim, analizom kolone ove tabele koja se odnosi na način polaganja B1, može se zaključiti da presek kablova od $S=185\text{mm}^2$ svakako zadovoljava.

Napomenimo da bi u slučaju kada bi rastojanje između susednih kablova bilo veće od dvostrukog prečnika pojedinačnog kabla, zadovoljio presek $S=95\text{mm}^2$ (tada bi termička struja iznosila 200A).

67. Svaki od tri distributivna aluminijumska kabla sa izolacijom od umreženog polietilena položen je u posebnoj kablovici. Kablovice su postavljene u zemlji čija se temperatura menja od $+5^0\text{C}$ do $+15^0\text{C}$.

a) Ako se kablovice dodiruju, da li jedan od ovih kablova, preseka 300mm^2 , može da napaja stambeni objekat sa 49 stanova (22 stana su instalisanih snaga po 18kW, a preostalih 27 stanova instalisanih snaga po 16kW)?

b) Da je posmatrani distributivni kabl (preseka 300mm^2) izrađen od bakra, a ne od aluminijuma, da li bi mogao da napaja 40 stanova ovog objekta?

Uzeti da toplotna otpornost zemlje iznosi $2.5\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$.

Rešenje

a)

$$P_{jmsr}^* = \frac{22 \cdot 18 + 27 \cdot 16}{49} \cdot 0.7 = 11.8 \text{ kW}$$

$$P_{jm} = \left(0.25 + \frac{0.75}{\sqrt{49}}\right) \cdot 49 \cdot 11.8 = 206.5 \text{ kW}$$

$$I_{jm} = \frac{206500}{\sqrt{3} \cdot 380} = 313.7 \text{ A} \Rightarrow I_{os} = 315 \text{ A} / 400 \text{ A}$$

$$I_t = \frac{I_{os}}{k(3) \cdot k(15^0 C)} = \frac{315}{0.75 \cdot 1.04} = 403.9 \text{ A} > 308 \text{ A}$$

(način polaganja D, tabela P11.7) \Rightarrow ne može

b)

$$I_{os} \leq I_{tab} \cdot k(3) \cdot k(15^{\circ}C) = 396A \cdot 0.75 \cdot 1.04 = 308.9A$$

$$\Rightarrow I_{os} = 300A \Rightarrow I_{jm} \leq 300A$$

$$I_{jm} = \frac{(0.25 + \frac{0.75}{\sqrt{40}}) \cdot 0.7 \cdot (27 \cdot 16 + 13 \cdot 18) \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 261.1A < 300A$$

\Rightarrow 40 stanova mogu da se napajaju pomoću bakarnog kabla preseka 300mm^2

68. Distributivni kablovi tipa PP00 snabdevaju električnom energijom dva ista stambena objekta, od kojih svaki sadrži 25 stanova približno jednakih instalisanih snaga. Ovi kablovi se priključuju na priključno mesto prvog objekta (PM1), da bi se odatle do priključnog mesta drugog objekta (PM2) položio kabl (položili kablovi) istog tipa, a različitog preseka u odnosu na kablove između TS i PM1. Odrediti preseke ovih kablova i pripadajuće osigurače, ako se zna da su kablovi, koji se dodiruju, direktno položeni u zemlji toplotne otpornosti $1.5\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$. Poznato je da temperatura zemlje ne prelazi 25°C . Svi kablovi se u jednom delu vode zajedno. Uzeti da na početku korišćenja objekta instalisana snaga svakog stana iznosi 16kW , da se u proseku povećava 1.5% godišnje i da je vek korišćenja kablova 15 godina.

Rešenje

$$P_{jm1} = (0.25 + \frac{0.75}{\sqrt{50}}) \cdot 50 \cdot 0.7 \cdot 16 \cdot 1.015^{15} = 249.3\text{kW}$$

$$I_{jm1} = 378.8A \Rightarrow 2 \text{ kabla od TS do PM1 (način polaganja kablova D)}$$

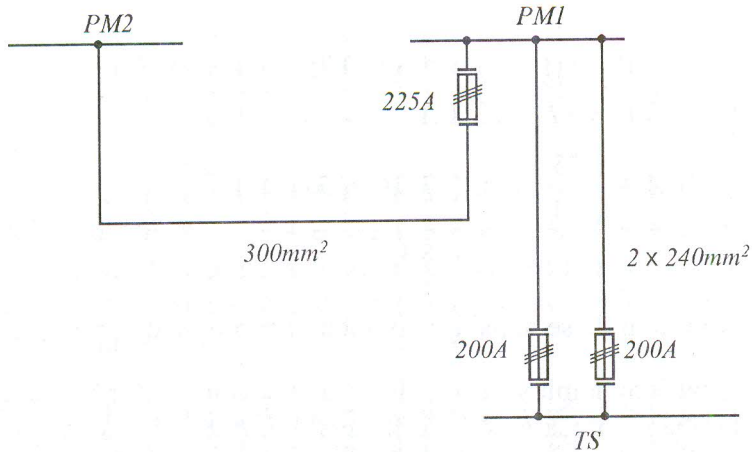
$$\begin{aligned} \Rightarrow I_{os1} = 200A \Rightarrow I_{r1} &= \frac{200A}{k(3) \cdot k(25^{\circ}C) \cdot k(1.5\text{K}\cdot\text{m}/\text{W})} = \\ &= \frac{200A}{0.65 \cdot 0.95 \cdot 1.10} = 294.4A \end{aligned}$$

\Rightarrow 2 kabla po $S_1 = 240\text{mm}^2$ između TS i PM1 ($I_{tab} = 297A$)

$$P_{jm2} = (0.25 + \frac{0.75}{\sqrt{25}}) \cdot 25 \cdot 0.7 \cdot 16 \cdot 1.015^{15} = 140\text{kW}, \quad I_{jm2} = 212.7A \Rightarrow$$

$$I_{os2} = 225A \Rightarrow I_{r2} = \frac{225A}{0.65 \cdot 0.95 \cdot 1.10} = 331.2A \Rightarrow S_2 = 300\text{mm}^2$$

$$(I_{tab} = 336A)$$



69. Od priključnog mesta jednog stambenog objekta polaze dva kabla, sa izolacijom od umreženog polietilena, do dva merno-razvodna mesta, od kojih prvo napaja $n_1=12$ jednakih stanova ($P_{in1}=25\text{kW}$, pri čemu se u svakom stanu nalazi po jedna TA peć snage 5000W) i motor lifta ($P_n=6\text{kW}$, $U_n=380\text{V}$, $\eta_n=0.73$, $\cos\varphi_n=0.78$, $I_p/I_n=7$, $\cos\varphi_p=0.58$), a drugo $n_2=18$ jednakih stanova ($P_{in2}=28\text{kW}$, pri čemu se u svakom stanu takođe nalazi po jedna TA peć snage 5000W) i sijalice stepenišnog osvetljenja ($P_{so}=1.6\text{kW}$). Kablovi su postavljeni u kablovskom kanalu sa ventilacijom (način polaganja B1). Temperatura ambijenta ne prelazi 30°C . Dužina kabla koji napaja MRM1 iznosi 20m . Dužina usponskog voda prve kategorije (tipa P) koji povezuje MRM1 i najudaljeniju razvodnu tablu iznosi 30m . Izračunati pad napona koji se prilikom polaska motora lifta ima između PM i najudaljenije razvodne table koja se napaja iz MRM1. Zanimariti reaktansu napojnog kabla MRM1. Uzeti da su instalacione cevi u kojima su smešteni usponski vodovi, čiji je način polaganja B2, dovoljno razmaknute, odnosno da je korekcionni faktor njihovog zajedničkog vođenja jednak jedinici.

Rešenje

$$I_p = 7 \cdot I_n = 7 \cdot \frac{6000 / 0.73}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.78} = 112.1\text{A}$$

$$P'_{jm} = 5 + 0.7 \cdot (25 - 5) = 19\text{kW}$$

$$I'_{jm} = \frac{19000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 28.9\text{A} \Rightarrow I'_0 = 35\text{A} = I'_l \quad (k(12) = 1) \Rightarrow S' = 10\text{mm}^2$$

$$P_{jm1} = 12 \cdot 5 + (0.25 + \frac{0.75}{\sqrt{12}}) \cdot 12 \cdot 0.7 \cdot 20 + \frac{6}{0.73} = 146.6 \text{ kW}$$

$$I_{jm1} = 222.7 \text{ A} \Rightarrow I_0 = 225 \text{ A} / 250 \text{ A}$$

$$I_t = \frac{225 \text{ A}}{k(2)} = \frac{225 \text{ A}}{0.80} = 281.3 \text{ A} \Rightarrow S_1 = 120 \text{ mm}^2 \quad (I_{tab} = 312 \text{ A} \text{ za kabl sa}$$

izolacijom od umreženog polietilena)

$$\begin{aligned} \Delta u_{PM-MRM1} &= 100 \cdot \frac{(P_{jm1} - P_n / \eta_n) \cdot L}{\sigma \cdot S_1 \cdot U_n^2} + 100 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot \cos \varphi_p \cdot L}{\sigma \cdot S_1 \cdot U_n} = \\ &= \frac{100 \cdot 20}{56 \cdot 120} \cdot \left(\frac{146600 - 6000 / 0.73}{380^2} + \frac{\sqrt{3} \cdot 112.1 \cdot 0.58}{380} \right) = 0.37\% \end{aligned}$$

$$\Delta u_{MRM1-RM} = 100 \cdot \frac{P'_{jm} \cdot l}{\sigma \cdot S' \cdot U_n^2} = 100 \cdot \frac{19000 \cdot 30}{56 \cdot 10 \cdot 380^2} = 0.70\%$$

$$\Delta u_{PM-RM} = 0.37\% + 0.70\% = 1.07\%$$

Prilog 11. Polaganje provodnika i kablova

Maksimalno trajno dozvoljeno strujno opterećenje kablova bez čelične armature ili provodnika određenog preseka (pod pojmom provodnik podrazumevamo izolovani provodnik I ili II kategorije) zavisi od većeg broja uticajnih faktora. Analiziraćemo najvažnije među njima.

Značajan uticajni faktor predstavlja vrsta materijala od koga su izrađene žile, pri čemu provodnici sa bakarnim žilama podnose veća strujna opterećenja od provodnika čije su žile od aluminijuma.

Važan uticajni faktor predstavlja i broj opterećenih žila. Pri tome, u monofaznim strujnim kolima postoje dve, a u dvofaznim - tri opterećene žile. Trofazna strujna kola bez neutralnog provodnika, kao i ona sa neutralnim provodnikom, ali sa ravnomernom raspodelom opterećenja po fazama, takođe sadrže po 3 opterećene žile. Ukoliko su u trofaznom strujnom kolu faze nejednako opterećene, neutralni provodnik može da bude opterećen. Međutim, uzima se da je ovaj slučaj, što se tiče porasta temperature izolacije, ekvivalentan slučaju jednako opterećenih faza, sa strujnim opterećenjem koje je jednako onom koje odgovara maksimalno opterećenoj fazi. Na taj način se i ovaj slučaj svodi na slučaj provodnika (kablova) sa 3 opterećene žile (povećanje porasta temperature usled strujno opterećenog neutralnog provodnika kompenzuje se smanjenjem porasta temperature koje je posledica činjenice da su preostale dve faze manje opterećene). Ukoliko su faze trofaznog strujnog kola približno ravnomerno opterećene, a u neutralnom provodniku, usled značajnog prisustva viših harmonika struje, postoji struja koja se ne može smatrati zanemarljivo malom, dolazi do povećanog porasta temperature izolacije, koje se uvažava pomoću korekcionog faktora čije su vrednosti date u Aneksu C međunarodnog standarda IEC 60364-5-523 [6]. Uz to, ukoliko je sadržaj harmonika veći od 10%, presek neutralnog provodnika treba da je jednak preseku faznih provodnika. Provodnici koji jedino služe kao zaštitni provodnici (PE provodnici) ne treba da se uzimaju u obzir, dok PEN provodnici (neutralni provodnici koji imaju i zaštitnu ulogu) treba da se tretiraju kao čisto neutralni provodnici.

Treći uticajni faktor je materijal izolacionih slojeva. Kod nas se najčešće sreću provodnici i kablovi čiji su izolacioni slojevi izrađeni od polivinil hlorida (PVC mase) ili od umreženog polietilena. Dok prvi mogu da podnesu temperature do 70°C , maksimalna temperatura drugih ne sme da pređe 90°C ,

iz čega jasno proizilazi da se provodnici sa izolacijom od umreženog polietilena mogu više opteretiti od provodnika sa izolacijom od PVC mase.

Četvrti uticajni faktor je temperatura ambijenta, koja se definiše kao temperatura okolnog medijuma koja se ima pri neopterećenim provodnicima. Sve tabele iz ovog Priloga koje sadrže vrednosti maksimalnih trajno dozvoljenih strujnih opterećenja, urađene su pod pretpostavkom da temperatura ambijenta iznosi:

- 30°C za provodnike i kablove u vazduhu, nezavisno od načina polaganja, odnosno
- 20°C za kablove direktno ukopane u zemlji, ili položene u kablovicama ili zaštitnim cevima koje su ukopane u zemlji.

U tabeli P11.1 dati su korekcionni faktori za temperature ambijenta (vazduha) različite od 30°C.

Tabela P11.1. Korekcionni faktori za temperature ambijenta (vazduha) različite od 30°C, koji se primenjuju na strujna opterećenja provodnika i kablova u vazduhu

Temperatura ambijenta (°C)	Vrsta izolacije	
	Polivinil hlorid (PVC)	Umreženi polietilen
10	1.22	1.15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
35	0.94	0.96
40	0.87	0.91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0.61	0.76
60	0.50	0.71
65	/	0.65
70	/	0.58
75	/	0.50
80	/	0.41

U tabeli P11.2 dati su korekcionni faktori za temperature ambijenta (zemlje) različite od 20°C.

Tabela P11.2. Korekcionni faktori za temperature ambijenta (zemlje) različite od 20°C, koji se primenjuju na strujna opterećenja kablova koji su direktno ukopani u zemlji ili se nalaze u kablovicama ili zaštitnim cevima koje su ukopane u zemlji

Temperatura zemlje (°C)	Vrsta izolacije	
	Polivinil hlorid (PVC)	Umreženi polietilen
10	1.10	1.07
15	1.05	1.04
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65
65	/	0.60
70	/	0.53
75	/	0.46
80	/	0.38

Napomenimo da korekcionni faktori iz tabele P11.1 ne uzimaju u obzir eventualno postojanje sunčevog ili infracrvenog zračenja. Ukoliko su provodnici izloženi takvom zračenju, maksimalna strujna opterećenja mogu se odrediti primenom metoda datih u standardu IEC 60287.

Tabele iz ovog Priloga koje sadrže vrednosti maksimalnih trajno dozvoljenih strujnih opterećenja kablova ukopanih u zemlji (bilo direktno ukopanih, bilo prethodno položenih u kablovicama ili zaštitnim cevima), urađene su pod pretpostavkom da toplotna otpornost tla iznosi 2.5K·m/W. Ukoliko se ona razlikuje od ove vrednosti, treba uzeti u obzir korekcionni faktor čije su vrednosti date u tabeli P11.3.

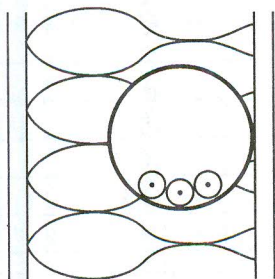
Tabela P11.3. Korekcionni faktori za kablove ukopane u zemlji čija je toplotna otpornost različita od 2.5K·m/W

Toplotna otpornost (K·m/W)	1.0	1.5	2.0	3.0
Korekcionni faktor	1.18	1.10	1.05	0.96

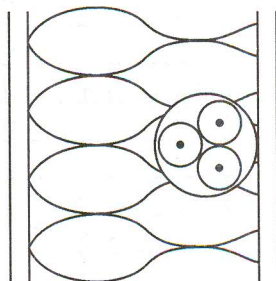
Napomenimo da se korekcionni faktori iz tabele P11.3 odnose kako na kablove koji su direktno ukopani u zemlji, tako i na kablove koji su prethodno položeni u kablovicama ili zaštitnim cevima (referentni način polaganja D).

Sledeći značajan uticajni faktor je način polaganja provodnika (kablova). Prema [6], definisan je veći broj takozvanih referentnih načina polaganja.

Način polaganja A1 odnosi se na jednožilne izolovane provodnike ili kablove u instalacionoj cevi, položenoj u termički izolovanom zidu, kao i na višežilne provodnike ili kablove direktno položene u termički izolovanom zidu (kao na sl. P11.1 i P11.2).



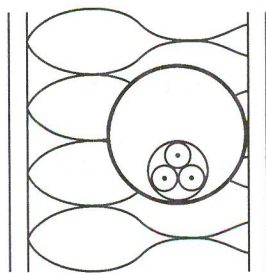
Slika P11.1



Slika P11.2

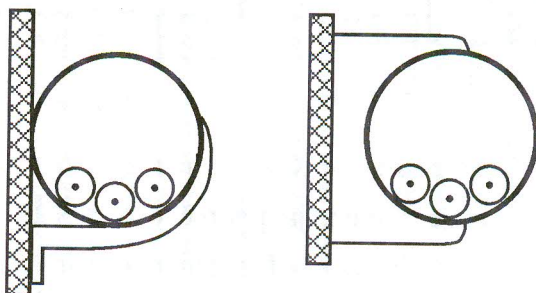
Termički izolovan zid je zid koji se sastoji od spoljnog vodonepropusnog omotača, termičke izolacije i unutrašnjeg omotača od drveta ili nekog drugog materijala čija toplotna provodnost iznosi bar $10\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ (pretpostavlja se da se toplota odvodi samo preko unutrašnjeg omotača). Izolaciona cev, koja može biti metalna ili plastična, postavlja se blizu unutrašnjeg omotača zida (kao na sl. P11.1 i P11.2).

Način polaganja A2 odnosi se na višežilne provodnike ili kablove u instalacionoj cevi u termički izolovanom zidu (kao na sl. P11.3).



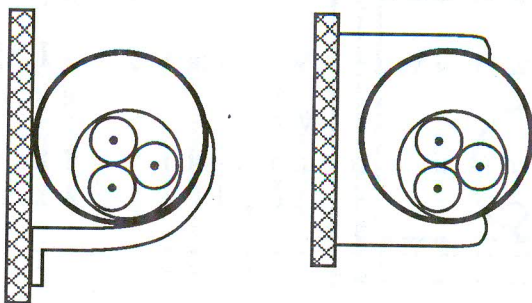
Slika P11.3

Način polaganja B1 odnosi se na jednožilne izolovane provodnike ili kablove u instalacionoj cevi (kanalu) na drvenom zidu ili zidu izrađenom od opeka ili betona, nezavisno od toga da li je zid malterisan. Instalaciona cev (prečnika D), koja može da bude metalna ili plastična, postavljena je neposredno na zid ili je od njega udaljena ne više od $0.3D$ (kao na sl. P11.4).



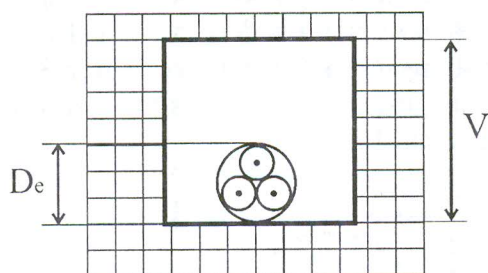
Slika P11.4

Način polaganja B2 odnosi se na višežilne provodnike ili kablove u instalacionoj cevi (kanalu) na drvenom zidu (kao na sl. P11.5), ili na zidu od opeka ili betona (koji može, a ne mora da bude malterisan). Za polaganje instalacione cevi važe komentari koji su dati uz objašnjenje načina polaganja B1.



Slika P11.5

Na referentne načine polaganja B1 i B2 mogu se svesti i sledeće situacije:
- jednožilni ili višežilni provodnici ili kablovi u kanalu (šupljini) zgrade (kao na sl. P11.6);



Slika P11.6

$$1.5D_e \leq V < 5D_e$$

B2

$$5D_e \leq V < 50D_e$$

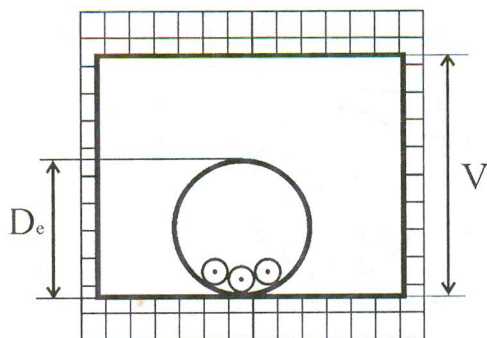
B1

Komentar 1: V je manja dimenzija poprečnog preseka kanala (šupljine) zgrade.

Komentar 2: D_e je:

- spoljni prečnik višezilnog provodnika (kabela),
- 2.2x prečnik kabela, u slučaju kada su tri jednožilna kabela položena "trougono", i
- 3x prečnik kabela, u slučaju kada su tri jednožilna kabela postavljena u "istoj ravni".

- jednožilni izolovani provodnici u cevi u kanalu (šupljini) zgrade (kao na sl. P11.7);



Slika P11.7

$$1.5D_e \leq V < 20D_e$$

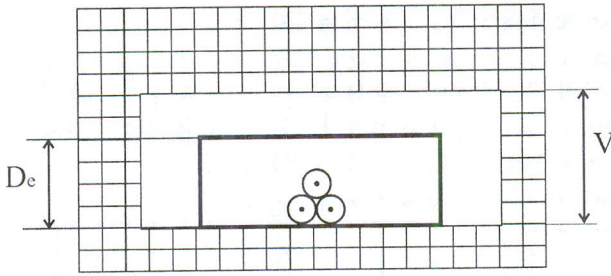
B2

$$V \geq 20D_e$$

B1

Pored komentara 1, važi i komentar 3: D_e je spoljni prečnik cevi.

- jednožilni izolovani provodnici u kablovskoj kutiji u kanalu (šupljini) zgrade (kao na sl. P11.8);



$$1.5D_e \leq V < 20D_e$$

B2

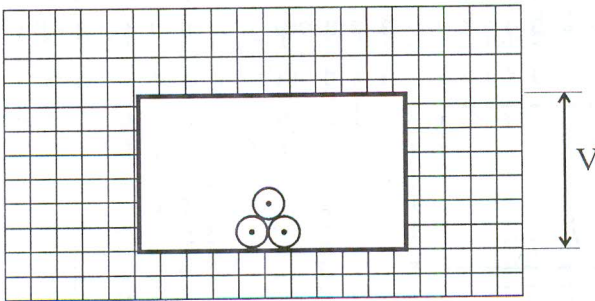
$$V \geq 20D_e$$

B1

Slika P11.8

Pored komentara 1, važi i komentar 4: D_e je vertikalna dimenzija poprečnog preseka kablovske kutije.

- jednožilni izolovani provodnici u kablovske kutiji u zidu čija toplotna otpornost nije veća od $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ (kao na sl. P11.9);



$$1.5D_e \leq V < 5D_e$$

B2

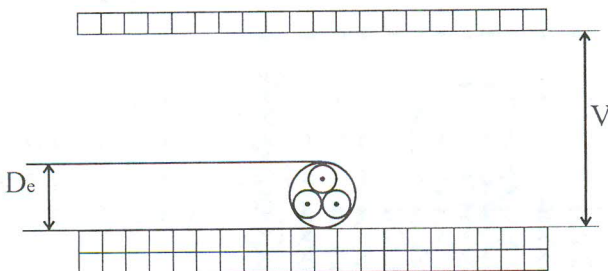
$$5D_e \leq V < 50D_e$$

B1

Slika P11.9

Pored komentara 2, važi i komentar 5: V je vertikalna dimenzija poprečnog preseka kablovske kutije.

- jednožilni ili višežilni provodnici ili kablovi u šupljini spuštenog plafona ili spuštenog poda (kao na sl. P11.10);



$$1.5D_e \leq V < 5D_e$$

B2

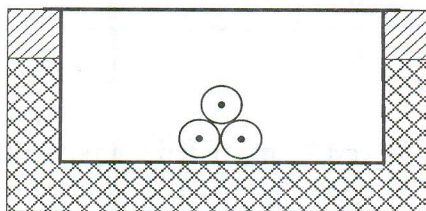
$$5D_e \leq V < 50D_e$$

B1

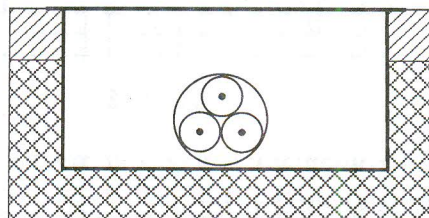
Slika P11.10

Pored komentara 2, važi i komentar 6: V je dubina šupljine.

- jednožilni izolovani provodnici ili kablovi (način polaganja B1), odnosno višezilni provodnici ili kablovi (način polaganja B2), u kablovskoj kutiji čija je gornja površina u ravni poda (kao na sl. P11.11 i P11.12);

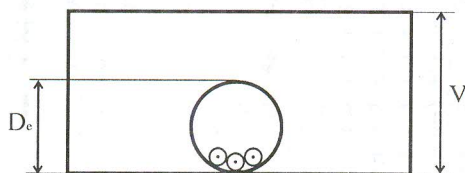


Slika P11.11



Slika P11.12

- jednožilni izolovani provodnici ili kablovi u cevi u zatvorenom, horizontalnom ili vertikalnom kablovskom kanalu bez ventilacije (kao na sl. P11.13);



Slika P11.13

$$1.5D_e \leq V < 20D_e$$

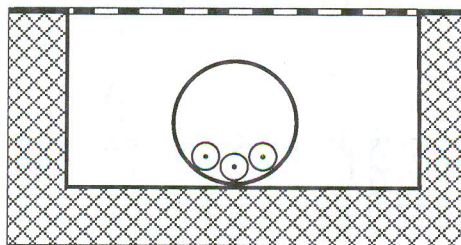
B2

$$V \geq 20D_e$$

B1

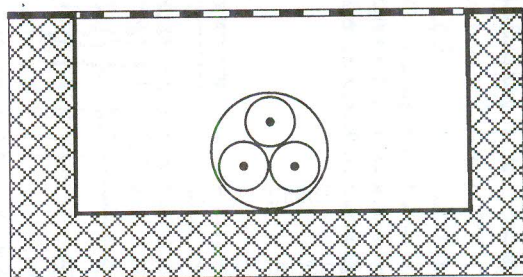
Važe komentar 3 i komentar 7: V je dubina (manja dimenzija poprečnog preseka) kanala.

- jednožilni izolovani provodnici ili kablovi (način polaganja B1), odnosno višezilni provodnici ili kablovi (način polaganja B2), u cevi u otvorenom ili zatvorenom kablovskom kanalu sa ventilacijom, smeštenom u podu (kao na sl. P11.14);



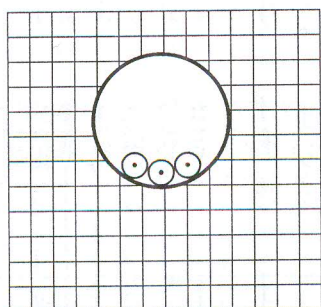
Slika P11.14

- jednožilni ili višezilni provodnici ili kablovi u otvorenom ili zatvorenom kablovskom kanalu sa ventilacijom (kao na sl. P11.15), položenom horizontalno ili vertikalno (način polaganja B1);

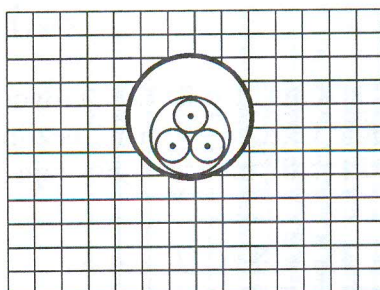


Slika P11.15

- jednožilni izolovani provodnici ili kablovi (način polaganja B1), odnosno višezilni provodnici ili kablovi (način polaganja B2), u cevi u zidu od cigle ili betona, toplotne otpornosti do $2K \cdot m/W$ (kao na sl. P11.16 i P11.17).

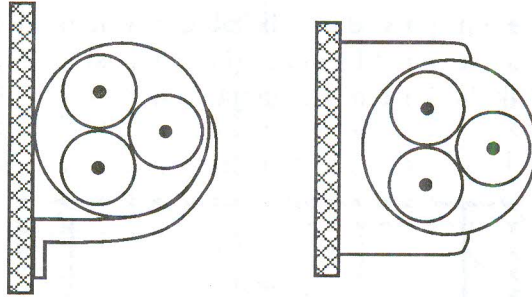


Slika P11.16



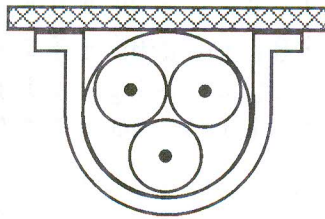
Slika P11.17

Način polaganja C odnosi se na jednožilne kablove ili višezilne provodnike ili kablove postavljene na drvenom zidu ili zidu od opeka ili betona (koji može, ali ne mora da bude malterisan), fiksirano ili na rastojanju od zida ne većem od 30% prečnika kabla (kao na sl. P11.18).



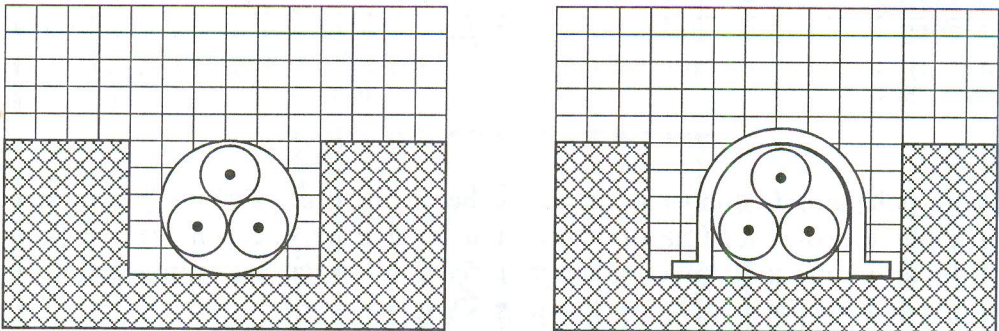
Slika P11.18

Način polaganja C odnosi se i na jednožilne kablove ili višežilne provodnike ili kablove direktno položene na plafonu (kao na sl. P11.19).



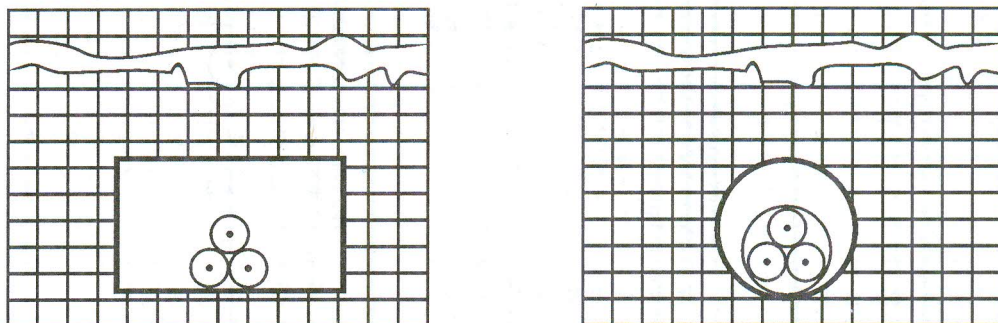
Slika P11.19

Jednožilni kablovi ili višežilni provodnici ili kablovi u zidu čija toplotna otpornost nije veća od $2\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$, bez ili sa zaštitom od mehaničkih oštećenja (kao na sl. P11.20), takođe odgovaraju načinu polaganja C.



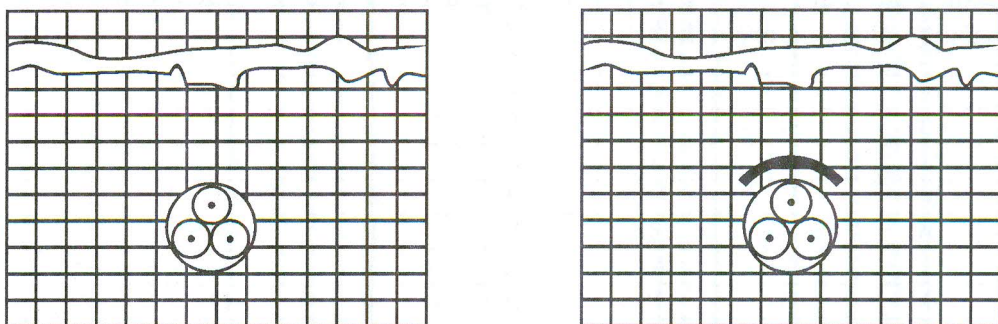
Slika P11.20

Način polaganja D odnosi se na jednožilne ili višežilne kablove u kablovicama ili zaštitnim cevima ukopanim u zemlji čija toplotna otpornost iznosi $2.5K \cdot m/W$ (kao na sl. P11.21).



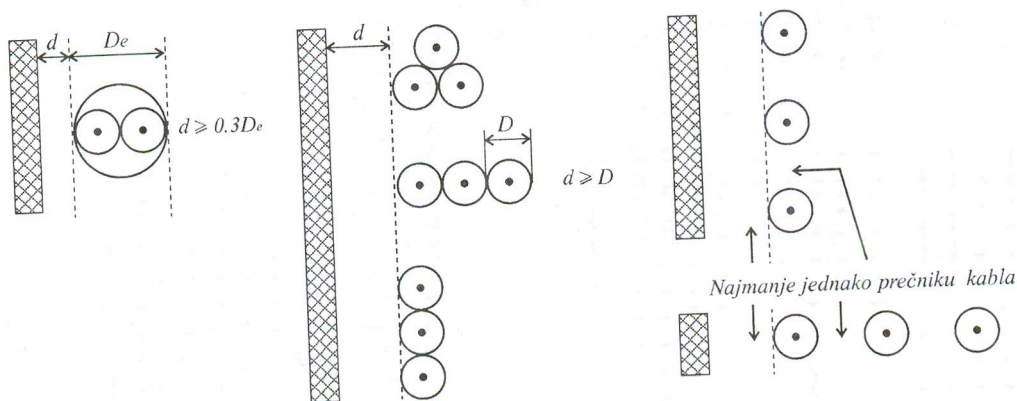
Slika P11.21

Način polaganja D odnosi se i na jednožilne ili višežilne kablove koji su direktno ukopani u zemlji, nezavisno od eventualnog postojanja zaštite od mehaničkih oštećenja (kao na sl. P11.22).



Slika P11.22

Načini polaganja E, F i G odnose se na jednožilne kablove ili višežilne provodnike ili kablove položene u vazduhu, odnosno tako da rastojanje najbližeg kabla od zida nije manje od odgovarajućeg rastojanja prikazanog na sl. P11.23.



Način polaganja E:
višežilni kabl u
vazduhu

Način polaganja F:
jednožilni kablovi koji se
dodiruju, položeni u vazduhu

Način polaganja G:
jednožilni razmaknuti
kablovi u vazduhu

Slika P11.23

Načini polaganja E, F i G neće se dalje tretirati u ovom Prilogu.

Tabele P11.4-7 sadrže vrednosti maksimalnih trajno dozvoljenih strujnih opterećenja provodnika i kablova određenih preseka, datih u zavisnosti od vrste materijala žila, vrste izolacionog materijala, broja opterećenih žila i načina polaganja provodnika.

Tabela P11.4. Maksimalna trajno dozvoljena strujna opterećenja (u amperima) za PVC izolaciju i dve opterećene žile (temperatura ambijenta: 30⁰C za vazduh i 20⁰C za zemlju)

S (mm ²)	Način polaganja					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1	2	3	4	5	6	7
Cu						
1.5	14.5	14	17.5	16.5	19.5	22
2.5	19.5	18.5	24	23	27	29
4	26	25	32	30	36	38
6	34	32	41	38	46	47
10	46	43	57	52	63	63
16	61	57	76	69	85	81
25	80	75	101	90	112	104
35	99	92	125	111	138	125
50	119	110	151	133	168	148
70	151	139	192	168	213	183
95	182	167	232	201	258	216
120	210	192	269	232	299	246
150	240	219	-	-	344	278
185	273	248	-	-	392	312
240	321	291	-	-	461	361
300	367	334	-	-	530	408
Al						
2.5	15	14.5	18.5	17.5	21	22
4	20	19.5	25	24	28	29
6	26	25	32	30	36	36
10	36	33	44	41	49	48
16	48	44	60	54	66	62
25	63	58	79	71	83	80
35	77	71	97	86	103	96
50	93	86	118	104	125	113
70	118	108	150	131	160	140
95	142	130	181	157	195	166
120	164	150	210	181	226	189
150	189	172	-	-	261	213
185	215	195	-	-	298	240
240	252	229	-	-	352	277
300	289	263	-	-	406	313

Tabela P11.5. Maksimalna trajno dozvoljena strujna opterećenja (u amperima) za izolaciju od umreženog polietilena i dve opterećene žile (temperatura ambijenta: 30⁰C za vazduh i 20⁰C za zemlju)

S (mm ²)	Način polaganja					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1	2	3	4	5	6	7
C u						
1.5	19	18.5	23	22	24	26
2.5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	-	-	441	324
185	362	329	-	-	506	363
240	424	386	-	-	599	419
300	486	442	-	-	693	474
A 1						
2.5	20	19.5	25	23	26	26
4	27	26	33	31	35	34
6	35	33	43	40	45	42
10	48	45	59	54	62	56
16	64	60	79	72	84	73
25	84	78	105	94	101	93
35	103	96	130	115	126	112
50	125	115	157	138	154	132
70	158	145	200	175	198	163
95	191	175	242	210	241	193
120	220	201	281	242	280	220
150	253	230	-	-	324	249
185	288	262	-	-	371	279
240	338	307	-	-	439	322
300	387	352	-	-	508	364

Tabela P11.6. Maksimalna trajno dozvoljena strujna opterećenja (u amperima) za PVC izolaciju i tri opterećene žile (temperatura ambijenta: 30°C za vazduh i 20°C za zemlju)

S (mm ²)	Način polaganja					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1	2	3	4	5	6	7
Cu						
1.5	13.5	13	15.5	15	17.5	18
2.5	18	17.5	21	20	24	24
4	24	23	28	27	32	31
6	31	29	36	34	41	39
10	42	39	50	46	57	52
16	56	52	68	62	76	67
25	73	68	89	80	96	86
35	89	83	110	99	119	103
50	108	99	134	118	144	122
70	136	125	171	149	184	151
95	164	150	207	179	223	179
120	188	172	239	206	259	203
150	216	196	-	-	299	230
185	245	223	-	-	341	258
240	286	261	-	-	403	297
300	328	298	-	-	464	336
Al						
2.5	14	13.5	16.5	15.5	18.5	18.5
4	18.5	17.5	22	21	25	24
6	24	23	28	27	32	30
10	32	31	39	36	44	40
16	43	41	53	48	59	52
25	57	53	70	62	73	66
35	70	65	86	77	90	80
50	84	78	104	92	110	94
70	107	98	133	116	140	117
95	129	118	161	139	170	138
120	149	135	186	160	197	157
150	170	155	-	-	227	178
185	194	176	-	-	259	200
240	227	207	-	-	305	230
300	261	237	-	-	351	260

Tabela P11.7. Maksimalna trajno dozvoljena strujna opterećenja (u amperima) za izolaciju od umreženog polietilena i tri opterećene žile (temperatura ambijenta: 30⁰C za vazduh i 20⁰C za zemlju)

S (mm ²)	Način polaganja					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1	2	3	4	5	6	7
Cu						
1.5	17	16.5	20	19.5	22	22
2.5	23	22	28	26	30	29
4	31	30	37	35	40	37
6	40	38	48	44	52	46
10	54	51	66	60	71	61
16	73	68	88	80	96	79
25	95	89	117	105	119	101
35	117	109	144	128	147	122
50	141	130	175	154	179	144
70	179	164	222	194	229	178
95	216	197	269	233	278	211
120	249	227	312	268	322	240
150	285	259	-	-	371	271
185	324	295	-	-	424	304
240	380	346	-	-	500	351
300	435	396	-	-	576	396
Al						
2.5	19	18	22	21	24	22
4	25	24	29	28	32	29
6	32	31	38	35	41	36
10	44	41	52	48	57	47
16	58	55	71	64	76	61
25	76	71	93	84	90	78
35	94	87	116	103	112	94
50	113	104	140	124	136	112
70	142	131	179	156	174	138
95	171	157	217	188	211	164
120	197	180	251	216	245	186
150	226	206	-	-	283	210
185	256	233	-	-	323	236
240	300	273	-	-	382	272
300	344	313	-	-	440	308

Poslednji faktor koji utiče na maksimalno trajno dozvoljeno strujno opterećenje provodnika ili kabla predstavlja broj zajednički (grupno) vođenih

provodnika (kablova). On se uzima u obzir pomoću korekcionog faktora čije su vrednosti date u tabelama P11.8-10. Ovaj faktor zavisi kako od broja zajednički vođenih strujnih kola (višežilnih kablova), tako i od načina njihovog polaganja.

Tabela P11.8. Korekcionni faktori za grupu strujnih kola (višežilnih kablova)

Raspored (kablovi se dodiruju)	Broj strujnih kola ili višežilnih kablova												Načini polaganja
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
Snop u vazduhu ili na nekoj površini; snop ukopanih ili zatvorenih provodnika	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38	A-F
Jedan sloj na zidu ili podu	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70	0.70	0.70	C
Jedan sloj direktno ispod plafona	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61	0.61	0.61	0.61	C

Napomena: ako su rastojanja između susednih kablova veća od njihovog dvostrukog prečnika, korekcionni faktor je jednak jedinici.

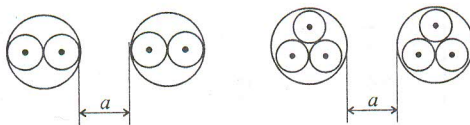
Strogo gledano, korekcionni faktori iz tabele P11.8 mogu se primenjivati samo za grupu kablova koji su jednako strujno opterećeni.

Strujno kolo obrazuju ili dva jednožilna opterećena kabla (monofazno strujno kolo), ili tri jednožilna opterećena kabla (dvofazno ili trofazno strujno kolo).

Tabela P11.9. Korekcionni faktori za grupu strujnih kola (višežilnih kablova) direktno položenih u zemlji

Broj strujnih kola	Rastojanje između susednih kablova – a (m)				
	0 (kablovi se dodiruju)	Jednako prečniku kablova	0.125	0.250	0.500
2	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90
3	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80
5	0.55	0.55	0.65	0.70	0.80
6	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80

Višežilni kablovi



Jednožilni kablovi

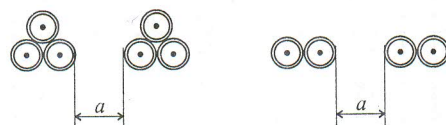
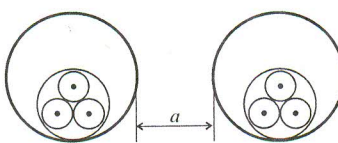


Tabela P11.10. Korekcionni faktori za grupu strujnih kola (višežilnih kablova) položenih u cevima koje su ukopane u zemlji

A. Višežilni kablovi u cevima

Broj kablova	Rastojanje između susednih cevi – a (m)			
	Cevi se dodiruju	0.25	0.5	1.0
2	0.85	0.90	0.95	0.95
3	0.75	0.85	0.90	0.95
4	0.70	0.80	0.85	0.90
5	0.65	0.80	0.85	0.90
6	0.60	0.80	0.80	0.90

Višežilni kablovi



B. Jednožilni kablovi u cevima

Broj dvožilnih ili trožilnih strujnih kola obrazovanih od jednožilnih kablova	Rastojanje između susednih cevi – a (m)			
	Cevi se dodiruju	0.25	0.5	1.0
2	0.80	0.90	0.90	0.95
3	0.70	0.80	0.85	0.90
4	0.65	0.75	0.80	0.90
5	0.60	0.70	0.80	0.90
6	0.60	0.70	0.80	0.90

Jednožilni kablovi

