

ПРИЛОГ ТЕХНИЧКЕ ПРЕПОРУКЕ број 10 а и 10 г

**ИЗБОР СТАБАЛА И ИЗБОР ТЕМЕЉА
ДИСТРИБУТИВНИХ НАДЗЕМНИХ ВОДОВА**

– ПРИМЕРИ СА КОМЕНТАРОМ –

**IV издање
април 2014.**

Напомене уз IV издање Прилога ТП – 10 а и ТП – 10 г

Предлог текста овог Прилога Техничких препорука број 10 а и 10 г је израдио Ђорђе Глишић, дипл.инж.ел. Електродистрибуција – Београд.

Овај Прилог је намењен свим лицима која почињу да се баве проблематиком пројектовања и изградње дистрибутивних надземних водова.

Потреба за новим издањем овог Прилога Техничких препорука број 10 а и 10 г је настала због објављивања нових српских стандарда који регулишу предмет Техничке препоруке број 10 а.

Садашње реферисање овог Прилога на ТП – 10 а и ТП – 10 г је зато што је у тренутку израде I издања овог Прилога постојала само Техничка препорука број 10 која је обједињавала елементе стубова дистрибутивних надземних водова, раздвајањем Техничке препоруке број 10 на Техничку препоруку број 10 а и Техничку препоруку број 10 г, а да се не би раздвајао овај Прилог који по својој тематици интегрисе обе Техничке препоруке промењено му је реферисање на обе Техничке препоруке.

Комплетан механички прорачун дистрибутивних надземних водова изведен је рачунарским програмима који су специјално развијени за ову намену. Програми се налазе на сајту: www.eps.rs.

IV издањем Прилога ТП – 10 а и ТП – 10 г престаје да важи III издање Прилога ТП – 10 а од маја 2009.

Радна група за израду ТП – 10 а

април 2014.

На основу предлога Радне групе, Технички савет ЕПС – Дирекције за дистрибуцију електричне енергије је, на 199. састанку који је одржан 2014-04-24 у Куршумлији, донео одлуку: **усваја се**

ПРИЛОГ ТЕХНИЧКЕ ПРЕПОРУКЕ број 10 а и 10 г

ИЗБОР СТАБАЛА И ИЗБОР ТЕМЕЉА ДИСТРИБУТИВНИХ НАДЗЕМНИХ ВОДОВА

– ПРИМЕРИ СА КОМЕНТАРОМ –

IV издање

Предложена решења су у складу са важећим прописима и стандардима и задовољавају захтеве сигурности, функционалности и економичности.

Чланови Техничког савета:

- 1 Бранислав Вујанац, председник, "Електродистрибуција – Београд" д.о.о Београд
- 2 мр Миодраг Ристић, члан, "Центар" д.о.о Крагујевац
- 3 Слободан Кујовић, члан, ЈП ЕПС – Дирекција за стратегију и инвестиције
- 4 Драган Радовић, члан, ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију
- 5 др Бојан Ивановић, члан, ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију
- 6 Владимир Јоковић, секретар, ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију

Чланови Радне групе:

- 1 Предрага Славић, ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију
- 2 Јовица Овука, ПД "Електровојводина" Нови Сад
- 3 Ђорђе Глишић, ПД "Електродистрибуција – Београд"
- 4 Душан Мајсторовић, ПД "Електросрбија" Краљево
- 5 Донка Арсовић, ПД "Југоисток" Ниш
- 6 Никодин Николовски, ПД "Центар" Крагујевац

Чланови Радне групе:

- 1 Ђорђе Глишић, Електродистрибуција – Београд
- 2 Бранислав Симић, Електродистрибуција – Београд
- 3 Томислав Бојковић, ЈП ЕПС – Дирекција за трговину и дистрибуцију електричне енергије – Београд

III издање Прилога ТП – 10 а
мај 2009.

Чланови Радне групе:

- 1 Ђорђе Глишић, Електродистрибуција – Београд
- 2 Љубомир Стојиљковић, МИНЕЛ – Пројектинжењеринг
- 3 Бранислав Симић, Електродистрибуција – Београд
- 4 Томислав Бојковић, ЈП ЕПС – Дирекција за трговину и дистрибуцију електричне енергије – Београд

II издање Прилога ТП – 10
септембар 2004.

Чланови Радне групе:

- 1 Ђорђе Глишић, Електродистрибуција – Београд
- 2 Љубомир Стојиљковић, МИНЕЛ – Пројектинжењеринг
- 3 Бранислав Симић, Електродистрибуција – Београд
- 4 Томислав Бојковић, ЈП ЕПС – Дирекција за трговину и дистрибуцију електричне енергије – Београд

И издање Прилога ТП – 10

мај 1997.

УВОД

Врсте тла носивости испод 1 daN/cm^2

Врсте тла као што су: хумус, оранице, виногради, које према табели 16 Правилнику о техничким нормативима за изградњу надземних водова називног напона 1 kV до 400 kV имају носивост тла $\sigma = 0,5 \text{ daN/cm}^2$ визуелно су присутне свуда око нас.

Већ по називу врсте тла јасно је да је реч о површинском слоју тла, чије су карактеристике важне на пример код полагања уземљивача.

У Техничкој препоруци број 10 г је наглашено да су за избор типа темеља меродавне карактеристике тла на дубини већој од 1 m , зато што је утицај горњег слоја тла мала на стабилност темеља, а како се на већим дубинама сигурно не налазе *оранице и виногради*, ова врста тла није укључена у табелу 4.15 Техничке препоруке број 10 г да не би изазивала забуну и нерационално димензионисање темеља.

Стабилност темеља у тлу

Методe за прорачун темеља према Правилнику о техничким нормативима ПТН ВН [L.2] узимају у обзир вредност дозвољеног искошења темеља у износу од $\text{tg } \alpha_i \leq 0,01$ и носивост тла:

- важно је да се зна да: вертикална дејства повећавају стабилност темеља у тлу тако да се изостављањем ових дејстава у прорачунима добијају резултати у прилог сигурности;
- у [L.5] и Техничкој препоруци број 10 г је, због сигурности и једноставности прорачуна, узето у обзир само дејство тежине темеља, тако да су вредности дозвољених момената темеља нешто мање од вредности које би се добиле да су узета у обзир вертикална дејства од надземног вода.

Случајеви оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова

Случајеви оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова одређују се према Правилницима о техничким нормативима: ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] и то искључиво за нормалне случајеве оптерећења упоришта који важе само онда када нема ванредног оптерећења и када су сви делови надземног вода неоштећени.

Случајеви оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова су једнаки у Правилницима о техничким нормативима: ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], али они нису једнаки са случајевима оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова у Правилнику о техничким нормативима: ПТН ВН [L.2]¹.

¹ Случајеви оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова дефинисаних у ПТН ВН [L.2] се разликују у односу на ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] зато што се због распада СФР Југославије није остварило раздвајање Правилника о техничким нормативима за изградњу надземних електроенергетских водова називног напона од 1 kV до 400 kV на Правилник о техничким нормативима за изградњу надземних водова називног напона од 1 kV до 45 kV и Правилник о техничким нормативима за изградњу надземних водова називног напона изнад 45 kV иако је Скупштина ЈУГЕЛ донела одлуку о њиховом раздвајању и формирала радни тим за израду Правилника о техничким нормативима за изградњу надземних водова називног напона од 1 kV до 45 kV у коме је требало да се случајеви оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова са голим проводницима изједначе са случајевима оптерећења према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4].

Када се Правилници о техничким нормативима (ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]) примењују појединачно сваки је применљив за надземни вод на кога се односи, проблем настаје код мешовитих водова када долази до привидне конфликтне ситуације између ПТН СНСКС [L.3] и ПТН ВН [L.2], као и између ПТН НН [L.4] и ПТН ВН [L.2].

За нормалне случајеве оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова у ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] су само поједностављено дефинисани случајеви оптерећења упоришта из ПТН ВН [L.2].

Случајеви оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова узимају се у обзир чињеницу да сва дејства не делују истовремено и са максималним интензитетом, тако на пример: највећа рачунска сила од затезања проводника јавља се при температури – 20°C или при – 5°C са облеђивањем, а у тим условима се не јавља највећа сила од притиска ветра. Зато се у Правилницима о техничким нормативима (ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]) одређују оптерећења према случајевима оптерећења па се у оквиру тих случајева оптерећења бира највеће оптерећење².

Посебно се истиче чињеница да се: Случајеви оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова се међусобно не комбинују.

Препоручена највећа рачунска напрезања голих проводника од алучелика за 10 kV и 20 kV НВ и носеће уже СН СКС и носећи проводник НН СКС

Голи проводници од алучелика за 10 kV и 20 kV НВ

Вредности највећих рачунских напрезања голих проводника од алучелика за 10 kV и 20 kV НВ $\sigma_{\text{мр}}$ [daN/mm²] на делу трасе изван насељеног места су: $\sigma_{\text{мр}} = 9 \text{ daN/mm}^2$ и $\sigma_{\text{мр}} = 7 \text{ daN/mm}^2$ на делу трасе где се тражи смањено напрезање (нпр.: прелаз преко аутопута, железничке пруге, пловне реке и канала).

Вредности највећих рачунских напрезања голих проводника од алучелика за 10 kV и 20 kV НВ $\sigma_{\text{мр}}$ [daN/mm²] на делу трасе у насељеном месту су: $\sigma_{\text{мр}} = 7 \text{ daN/mm}^2$ и $\sigma_{\text{мр}} = 5 \text{ daN/mm}^2$ на делу трасе где се тражи смањено напрезање и при заједничком вођењу са НН СКС и СН СКС.

Средњенапонски самоносећи кабловски сноп – СН СКС

Вредност највећег рачунског напрезања носећег ужета СН СКС $\sigma_{\text{мSNSKS}}$ [daN/mm²] је увек $\sigma_{\text{мSNSKS}} = 20 \text{ daN/mm}^2$.

² Термини који се користе у ПТН ВН [L.2]: с обе стране упоришта, у правцу вода, симетрала угла трасе и слично, се односе на надземне водове називних напона изнад 45 kV. Код дистрибутивних водова до 45 kV често се користе мешовити водови, огранци и прикључци, па на њима се тешко примењују предходни изрази. Међутим, предмет овог Прилога су стабла попречног пресека у облику круга, који могу у било ком правцу да прихвате назначену силу за коју су произведени и атестирани. Зато свако стабло може да се посматра као центар цилиндричног координатног система, а резултанта сила које делују на упориште се рачуна као векторски збир сила, уз свођење сила на врх стабла.

Нисконапонски самоносећи кабловски сноп – НН СКС

Вредност највећег рачунског напрезања носећег проводника НН СКС, ако је проводник од легуре алуминијума пресека $54,6 \text{ mm}^2$ или проводник од алучелика конструкције конструкције 50/8, $\sigma_{\text{mNNSKS}} [\text{daN/mm}^2]$ је увек $\sigma_{\text{mNNSKS}} = 10 \text{ daN/mm}^2$.

Вредност највећег рачунског напрезања носећег проводника за стари тип НН СКС, ако је проводник од легуре алуминијума пресека $71,5 \text{ mm}^2$ или проводник од алучелика конструкције конструкције 61/10, $\sigma_{\text{mNNSKS}} [\text{daN/mm}^2]$ је увек $\sigma_{\text{mNNSKS}} = 8 \text{ daN/mm}^2$.

Карактеристични угао скретања трасе вода упоришта за растерећење са затезним прихватањем вода (РГ)

Код упоришта за растерећење са затезним прихватањем вода, када је упориште угаоно, а затезање вода са обе стране упоришта једнако, постоји карактеристични угао при којем је резултанта пуне силе затезања вода једнака са две трећине пуне силе затезања вода са једне стране. Одређивање карактеристичног угла је према следећој једначини³:

$$\begin{aligned} (2 \times \sin \alpha / 2) \times \sigma_{\text{mAlc}} \times S_{\text{uAlc}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] &= \\ &= (2/3) \times \sigma_{\text{mAlc}} \times S_{\text{uAlc}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] \Rightarrow \\ \sin \alpha / 2 &= 1/3 \end{aligned}$$

Вредност карактеристичног угла је $\alpha = 39^\circ$, што значи да је за угао скретања трасе вода $\alpha > 39^\circ$ меродаван случај оптерећења од резултанте пуне силе затезања вода, а за угао скретања трасе вода $\alpha \leq 39^\circ$ меродаван случај оптерећења од две трећине пуне силе затезања вода са једне стране.

Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика

Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

³ Погледати слику 4.

EN 50182:2001

- 44 -

Table F.19 - Characteristics of aluminium conductors steel reinforced used in Germany - Type AL1/ST1A

Code	Old code		Areas		Total		No. of wires		Wire diameter mm	Steel diameter mm	Core mm	Diameter mm	Concl. mm	Mass per unit length kg/km	Rated strength kN	DC resistance Ω/km	Final modulus of elasticity N/mm²	Coefficient of linear expansion 1/K	Current carrying capacity A
	mm²	mm²	mm²	mm²	Al	Steel	Al	Steel											
15-AL1/3-ST1A	16/2.5	15.3	2.54	17.8	6	1	1,90	1,80	1,80	1,80	5,40	5,40	5,40	5,80	1,8769	81 000	1,92E-05	105	
24-AL1/4-ST1A	25/4	23,9	3,98	27,8	6	1	2,25	2,25	2,25	2,25	6,75	6,75	6,75	6,95	1,2012	81 000	1,92E-05	140	
34-AL1/6-ST1A	35/6	34,4	5,73	40,1	6	1	2,70	2,70	2,70	2,70	8,10	8,10	8,10	12,37	0,8342	110 000	1,92E-05	170	
44-AL1/8-ST1A	44/8	44,0	31,7	75,6	14	1	3,20	3,20	3,20	3,20	9,60	9,60	9,60	16,81	0,6574	81 000	1,92E-05	-	
48-AL1/8-ST1A	50/8	48,3	8,04	56,3	6	1	3,20	3,20	3,20	3,20	9,60	9,60	9,60	16,81	0,6574	81 000	1,92E-05	210	
51-AL1/30-ST1A	50/30	51,2	28,8	81,0	12	7	2,33	2,33	2,33	2,33	6,99	11,7	37,4	42,98	0,5644	107 000	1,93E-05	-	
70-AL1/11-ST1A	70/12	69,9	11,4	81,3	26	7	1,95	1,44	4,32	11,7	28,2	26,27	0,4132	36,93	0,4132	77 000	1,88E-05	280	
84-AL1/15-ST1A	85/15	84,4	15,3	99,7	26	7	2,15	1,67	5,01	13,6	30,6	28,27	0,3068	44,53	0,3068	77 000	1,88E-05	350	
97-AL1/16-ST1A	95/16	96,5	56,3	152,8	12	7	3,20	3,20	3,20	3,20	9,60	16,0	70,68	77,85	0,2892	107 000	1,93E-05	-	
106-AL1/16-ST1A	105/16	105,7	75,5	181,2	14	19	3,10	2,25	11,3	17,5	89,5	89,5	105,82	105,82	0,2742	110 000	1,90E-05	-	
122-AL1/20-ST1A	120/20	121,6	19,8	141,4	26	7	2,44	1,90	5,70	15,5	49,1	49,1	60,40	60,40	0,2376	77 000	1,88E-05	410	
122-AL1/171-ST1A	120/70	122,1	71,3	193,4	12	7	3,60	3,60	3,60	3,60	10,8	18,0	88,45	88,45	0,2364	107 000	1,93E-05	-	
128-AL1/30-ST1A	125/30	127,9	29,8	157,8	30	7	2,33	2,33	2,33	2,33	6,99	16,3	69,9	69,9	0,2260	82 000	1,78E-05	425	
148-AL1/24-ST1A	150/25	148,9	24,2	173,1	26	7	2,70	2,10	6,30	17,1	60,8	60,8	74,89	74,89	0,1940	77 000	1,88E-05	470	
172-AL1/40-ST1A	170/40	171,8	40,1	211,8	30	7	2,70	2,70	2,70	2,70	8,10	18,9	78,82	78,82	0,1683	82 000	1,78E-05	520	
184-AL1/30-ST1A	185/30	183,8	29,8	213,6	26	7	3,00	2,33	6,99	19,0	74,1	74,1	84,4	84,4	0,1571	77 000	1,88E-05	535	
204-AL1/34-ST1A	209/1	209,1	34,1	243,2	26	7	3,20	2,49	7,47	20,3	84,4	84,4	102,56	102,56	0,1391	77 000	1,88E-05	590	
212-AL1/48-ST1A	210/60	212,1	48,5	261,5	30	7	3,00	3,00	3,00	3,00	9,00	21,0	97,31	97,31	0,1363	82 000	1,78E-05	610	
231-AL1/30-ST1A	230/30	230,9	29,8	260,8	24	7	3,50	2,33	6,99	21,0	87,0	87,0	102,56	102,56	0,1250	74 000	1,90E-05	630	
243-AL1/38-ST1A	240/40	243,1	39,5	282,5	26	7	3,45	2,68	8,04	21,8	98,0	98,0	122,73	122,73	0,1188	77 000	1,88E-05	645	
264-AL1/34-ST1A	265/35	263,7	34,1	297,7	24	7	3,74	2,49	7,47	22,4	98,4	98,4	122,73	122,73	0,1095	74 000	1,98E-05	680	
304-AL1/48-ST1A	300/50	304,3	49,5	353,7	26	7	3,86	3,00	9,00	24,4	122,3	122,3	151,2	151,2	0,0849	77 000	1,88E-05	740	
305-AL1/38-ST1A	305/40	304,6	39,5	344,1	54	7	2,68	2,68	2,68	2,68	8,04	24,4	105,08	105,08	0,0849	70 000	1,93E-05	740	
335-AL1/30-ST1A	340/30	339,3	29,8	369,1	48	7	3,00	2,33	6,99	25,0	91,7	91,7	117,12	117,12	0,0852	62 000	2,04E-05	790	
382-AL1/48-ST1A	380/50	381,7	49,5	431,2	54	7	3,00	3,00	3,00	3,00	9,00	27,0	142,5	142,5	0,0758	70 000	1,93E-05	840	
385-AL1/34-ST1A	385/35	386,0	34,1	420,1	48	7	3,20	2,49	7,47	26,7	103,5	103,5	133,69	133,69	0,0749	62 000	2,04E-05	850	
434-AL1/68-ST1A	435/65	434,3	56,3	490,6	54	7	3,20	3,20	3,20	3,20	9,60	28,8	181,3	181,3	0,0666	70 000	1,93E-05	900	
448-AL1/38-ST1A	450/40	448,7	38,5	488,2	48	7	3,45	2,68	8,04	28,7	154,5	154,5	198,1	198,1	0,0644	62 000	2,06E-05	920	
490-AL1/68-ST1A	490/65	490,3	63,6	553,8	54	7	3,40	3,40	3,40	3,40	10,2	30,6	165,29	165,29	0,0590	70 000	1,93E-05	960	
494-AL1/34-ST1A	495/35	494,4	34,1	528,4	45	7	3,74	2,49	7,47	29,9	163,6	163,6	217,96	217,96	0,0564	61 000	2,06E-05	985	
511-AL1/45-ST1A	510/45	510,5	45,3	555,8	48	7	3,68	2,87	8,61	30,7	176,5	176,5	233,31	233,31	0,0566	62 000	2,04E-05	995	
550-AL1/71-ST1A	550/70	549,7	71,3	620,9	54	7	3,60	3,60	3,60	3,60	10,8	32,4	186,32	186,32	0,0526	70 000	1,93E-05	1 020	
562-AL1/48-ST1A	560/50	561,7	49,5	611,2	48	7	3,86	3,00	9,00	32,2	193,5	193,5	247,2	247,2	0,0515	62 000	2,04E-05	1 040	
571-AL1/38-ST1A	570/40	571,2	39,5	610,6	45	7	4,02	2,68	8,04	32,2	188,1	188,1	247,2	247,2	0,0422	61 000	2,08E-05	1 050	
653-AL1/45-ST1A	650/45	653,5	45,3	698,8	45	7	4,30	2,87	8,61	34,4	215,9	215,9	284,6	284,6	0,0422	61 000	2,08E-05	1 120	
675-AL1/68-ST1A	680/65	678,6	86,0	764,5	54	19	4,00	2,40	12,0	36,0	264,9	264,9	348,2	348,2	0,0426	68 000	1,94E-05	1 150	
1045-AL1/45-ST1A	1045/45	1 045,6	45,3	1 090,9	72	7	4,30	2,87	8,61	43,0	324,8	324,8	427,7	427,7	0,0277	80 000	2,17E-05	1 580	

NOTE 1 Direction of lay of external layer is right-hand (Z).

NOTE 2 Values of final modulus of elasticity and coefficient of linear expansion for the conductor sizes listed in the Table are used in Germany. Values for other conductor constructions may be calculated using the method given in IEC 61587.

NOTE 3 Guideline values of current carrying capacity are valid up to a frequency of 60 Hz, assuming a wind velocity of 0,6 m/s, the effect of solar radiation for Germany, an initial ambient temperature of 35 °C and a conductor temperature of 80 °C. For special applications, when there is no air turbulence, the values should be reduced by 30 %.

Пример 1

За 20 kV НВ изведен голим проводницима од алучелика 70-AL1/11-ST1A⁴, за линијско носећа упоришта изабрана су стабла са номиналном силом стабла од $F_n = 400 \text{ daN}$, номиналних дужина стабла $L_n = 12 \text{ m}$ и $L_n = 11 \text{ m}$ типова 12/400 и 11/400.

- а) *Изабрати тип блок темеља за тло које доминантно сачињава мека влажна глина.*
- б) *Да ли су за избор типа темеља и темељење стабала обавезна геомеханичка испитивања тла?*

⁴ Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

Решење

а) Избор типа блок темеља

Тип блок темеља се изабира према поглављу 9 – Поступак за избор типа блок темеља Техничке препоруке број 10 г.

Основни критеријум за избор типа блок темеља је познавање: карактеристика стабла и карактеристика тла.

Карактеристике стабла су: номинална сила стабла F_n [daN] и номинална дужина стабла L_n [m] се одређују из ознаке типа стабла .

Карактеристике тла су: носивост тла σ [daN/cm²] и константа тла на 2,0 m C [daN/cm³] се одређују поступком према поглављу 9 – Поступак за избор типа блок темеља Техничке препоруке број 10 г.

Избор типа блок темеља према поглављу 9 – Поступак за избор типа блок темеља Техничке препоруке број 10 г може да буде по:

- брзом поступку;
- спором поступку.

а.1) Брзи поступак избора типа блок темеља

Избор типа блок темеља директним избором је према табелама 9.15 и 9.16 Техничке препоруке број 10 г.

а.1.1) Типови блок темеља за стабло 12/400 су:

- призматичног облика са основом у облику квадрата према табели 9.15 – ТПК17;
- ваљкастог облика према табели 9.16 –ТВ19;

а.1.2) Типови блок темеља за стабло 11/400 су:

- призматичног облика са основом у облику квадрата према табели 9.15 – ТПК11;
- ваљкастог облика према табели 9.16 –ТВ13.

а.2) Спори поступак избора типа блок темеља

Избор типа блок темеља је одређивањем дозвољеног момента блок темеља M_d [daNm] који мора да је већи или једнак моменту који стварају номинална сила стабла F_n [daN] и номинална дужина стабла L_n [m].

Дозвољени момент блок темеља M_d [daNm] је карактеристика одређеног типа блок темеља за одговарајуће карактеристике тла.

За меку влажну глину вредности карактеристика се изабирају према табели 4.15 Техничке препоруке број 10 г: вредност носивости тла је $\sigma = 1$ daN/cm² и вредност константе тла на 2,0 m C је у границама између 2 daN/cm³ и 4 daN/cm³.

Мања вредност константе тла на 2,0 m C се односи на некохерентној врсти тла, зато је реално да се усвоји средња вредност константе тла од $C = 3$ daN/cm³.

Избор типа блок темеља спорим избором је према табелама 4.18 и 4.20 Техничке препоруке број 10 г узимајући у обзир табелу 4.5 Техничке препоруке број 10 а.

- а.2.1) Типови блок темеља за стабло 12/400, који се изабарају на основу вредности моменту који стварају номинална сила стабла $F_n = 400 \text{ daN}$ и номинална дужина стабла $L_n = 12 \text{ m}$ и који износи $4\,800 \text{ daNm}$, су:
- призматичног облика са основом у облику квадрата према табели 4.18 – ТПК17 који има вредност дозвољеног момента блок темеља $M_d = 8\,761 \text{ daNm}$;
 - ваљкастог облика према табели 4.40 – ТВ19 који има вредност дозвољеног момента блок темеља $M_d = 5\,390 \text{ daNm}$;
- а.2.2) Типови блок темеља за стабло 11/400, који се изабарају на основу вредности моменту који стварају номинална сила стабла $F_n = 400 \text{ daN}$ и номинална дужина стабла $L_n = 11 \text{ m}$ и који износи $4\,400 \text{ daNm}$, су:
- призматичног облика са основом у облику квадрата према табели 4.18 – ТПК11 који има вредност дозвољеног момента блок темеља $M_d = 6\,183 \text{ daNm}$;
 - ваљкастог облика према табели 4.20 – ТВ13 који има вредност дозвољеног момента блок темеља $M_d = 5\,390 \text{ daNm}$.

Резултати избора типа блок темеља по оба поступка су исти тако да се у сваком случају препоручује пројектанту да изабере поступак који му више одговара према захтевима инвеститора.

Опредељење за блок темељ призматичног облика са основом у облику квадрата или блок темељ ваљкастог облика зависи од тога да ли извођач радова расположе механизацијом за бушење темељних јама. У сваком случају предност избора би требао да има блок темељ ваљкастог облика зато што: ваљкасти облик преноси момент са стабла на тло једнако у свим смеровима, као што и стабло пресека у облику круга прихвата силе од вода једнако у свим смеровима.

Са становишта тла предност избора блок темеља ваљкастог облика је зато што се машинским бушењем темељне јама не ремети компактност околног тла. Ручним ископом се најчешће поремети компактност околног тла, зато је потребно да је поступак израде блок темеља на стубном месту у свему према поглављу 11 Техничке препоруке број 10 г.

б) Потреба геомеханичког испитивања тла


Потреба геомеханичког испитивања тла је у свему према поглављу 9 Техничке препоруке број 10 г.

Према табелама 9.15 и 9.16 Техничке препоруке број 10 г произилази да типови блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата ТПК11 и ТПК17, односно тип блок темеља ваљкастог облика ТВ19, имају стабилност за стабла 11/400 и 12/400 при свим врстама тла која се уобичајено јављају на конзумном подручју Србије, а темељ ТПК17 има стабилност и за стабло 12/630.

Закључак

Како је реално да се за носећа упоришта 10 kV НВ и 20 kV НВ најчешће користе стабла чије су номиналне силе 315 daN и 400 daN, долази се до важног и корисног закључка: избором темеља ТВ13 или ТПК11, односно ТВ19 или ТПК17 ... ТПК19 нису потребна геомеханичка испитивања тла код темељења стабла носећих упоришта, зато што темељ има стабилност у свим условима који се најчешће јављају на конзумном подручју Србије.

Посебни случајеви морају да се решавају прегледом темељне јаме при изради темеља.



Пример 2

Мешовит 10 kV НВ изведен голим проводницима од алучелика 70-AL1/11-ST1A⁵ + НН СКС Х00/О-А 3 × 70 + 54,6 mm² + 10 kV СКС ХНЕ 48/О – А 3 × 1 × 95/16 + 50.

Номинална дужина стабла је $L_n = 12$ m.

Распоред проводника 10 kV НВ у глави стуба је типа делта (Δ).

Ради избора номиналних сила стабала и типа темеља:

- а) Решити проблем одређивања случајева оптерећења упоришта;*
- б) Израчунати вредост резултантне силе од притиска ветра сведену на врх стабла.*

⁵ Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

Решење:**а) Решење проблема одређивања случајева оптерећења упоришта**

Решење проблема неједнакости одређивања случајева оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова је уствари тај да проблем уопште не постоји, тако да је потпуно све једно по ком ће се Правилнику о техничким нормативима (ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]) одредити случај оптерећења зато што ће вредност дејства на упориште бити једнака.

На упориште делују:

- хоризонтална дејства од: затезања голих проводника, затезања СКС, затезања заштитног проводника и притиска ветра на стабло, притиска ветра на проводнике (голе или слабоизоловане), притиска ветра на СКС и притиска ветра на заштитни проводник, су меродавна за избор номиналне силе стабла;
- вертикална дејства од тежине: стуба, опреме на стубу, проводника (голих или слабоизолованих), СКС, заштитног проводника, обледа на проводницима (голим или слабоизолованим), обледа на СКС и обледа на заштитном проводнику, су меродавна за избор номиналне силе конзола.

Хоризонтална дејства изазивају момент који својим дејством може да искоси темељ и преврне стауб односно да савије и поломи стабло.

Правилним избором типа темеља и правилним темељењем спречава се недозвољено искошење темеља и превртање стуба. Овај услов је испуњен ако се темељ прорачуна тако да вредност дозвољеног искошења темеља износи: $\text{tg } \alpha_i \leq 0,01$.

Правилним избором типа стабла и правилним укљештањем у темељну чашицу спречава се недозвољено савијање и лом стабла. Овај услов је испуњен ако резултантна сила сведена на врх стабла не пређе номиналну силу стабла⁶.

Вертикална дејства изазивају момент који својим дејством може да савије и поломи конзолу за голе и слабоизоловане проводнике односно изазивају потонуће темеља.

Правилним избором типа конзоле за голе и слабоизоловане проводнике и правилним укљештањем на стабло спречава се недозвољено савијање и лом конзоле за голе и слабоизоловане проводнике. Овај услов је испуњен ако резултантна сила сведена на тачке завешења не пређе номиналну силу конзоле⁷.

Правилним избором типа темеља и правилним темељењем аутоматски се спречава недозвољено потонуће темеља. Овај услов је испуњен ако се темељ прорачуна тако да темељ не наруши носивост тла.

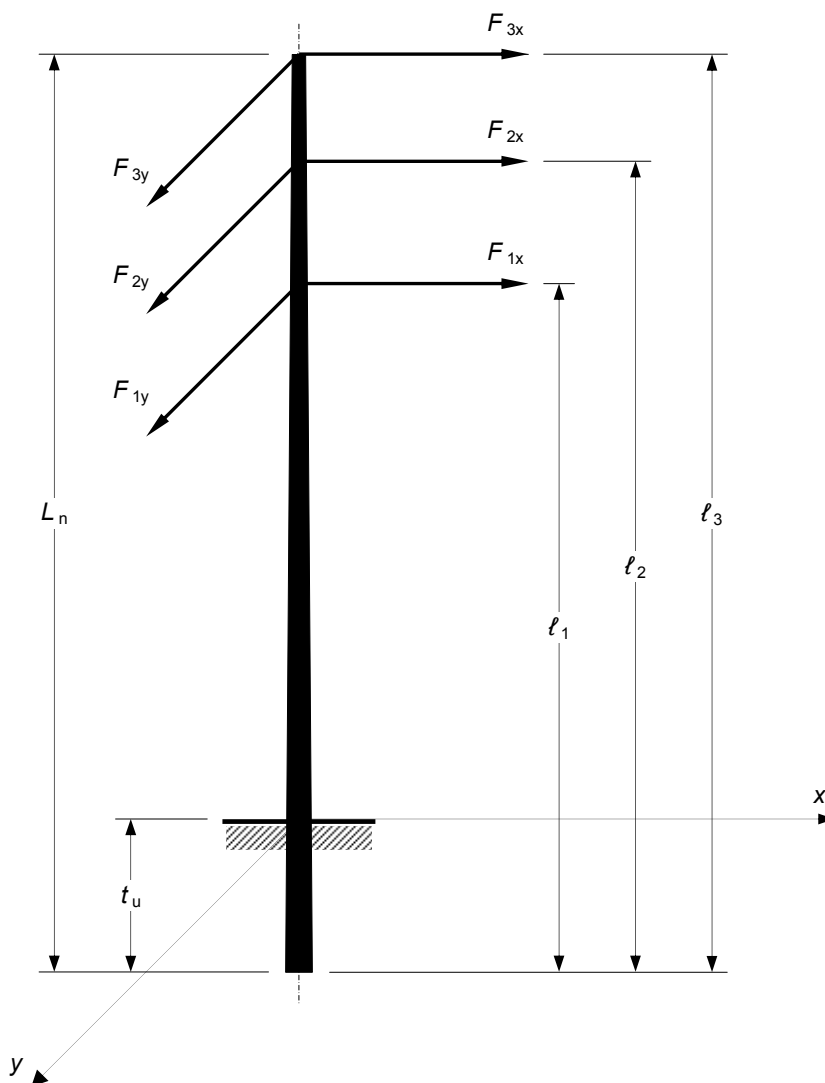
⁶ Отклон стабла у врху није ограничен Техничком препоруком број 10 а нити је предмет овог Прилога.

⁷ Отклон конзоле за голе и слабоизоловане проводнике у врху није ограничен Техничком препоруком број 10 а нити је предмет овог Прилога.

а) Израчунавање вредност резултантне силе од притиска ветра сведене на врх стабла

Свођење сила на врх стабла врши се у односу на моментну тачку у дну стабла.

Резултантна сила сведена на врх стабла: вредност силе у врху стабла, која, у односу на моментну тачку у дну стабла, даје исти момент као све стварне силе које делују на стабло без обзира ког су правца и удаљења од дна стабла, погледати слику 1.



Слика 1 – Приказ свођења сила на врх стабла

$$\underline{E}_{rv} \times L_n = \sum \underline{E}_i \times \ell_i = \sum \underline{E}_{ix} \times \ell_i + \sum \underline{E}_{iy} \times \ell_i = \underline{E}_{rz} \times L_n + \underline{E}_{rw} \times L_n \quad (1)$$

где је:

\underline{E}_{rv} – резултантна сила сведена на врх стабла [daN];

L_n – називна дужина стабла [m];

\underline{E}_i – стварна сила која делује на стабло [daN];

\underline{E}_{ix} – компонента силе \underline{E}_i по x оси [daN];

\underline{E}_{iy} – компонента силе \underline{E}_i по y оси [daN];

ℓ_i – растојање од нападне тачке силе \underline{E}_i до дна стабла [m];

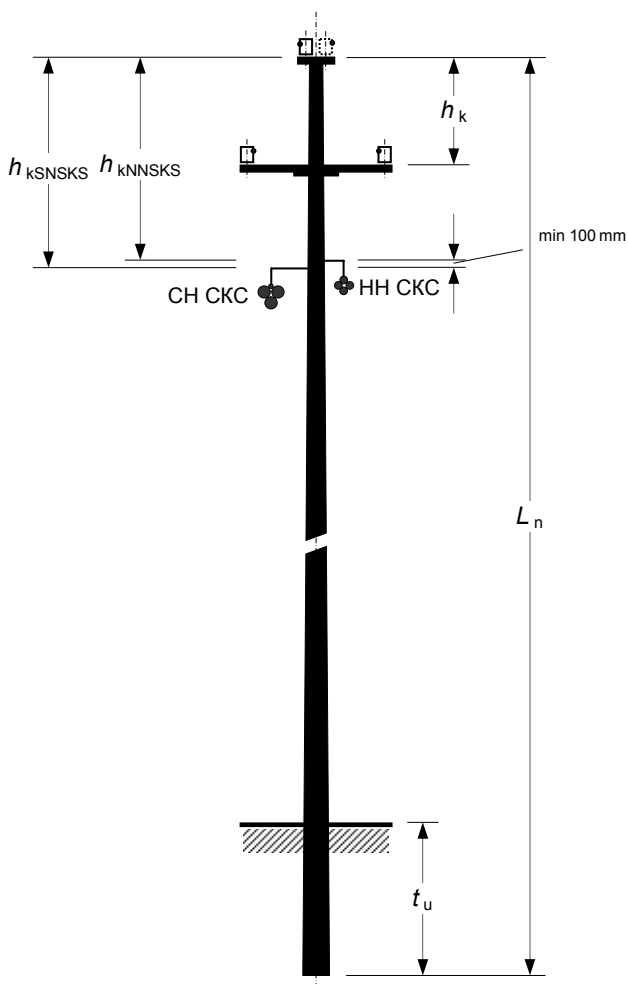
\underline{E}_{rz} – резултантна сила од затезања голих проводника, СКС и заштитног ужета, сведена на врх стабла [daN];

\underline{E}_{rw} – резултантна сила од притиска ветра сведена на врх стабла [daN].

б) Прорачун резултантне силе од притиска ветра сведене на врх стабла

Принцип свођења сила на врх стабла се приказује примером прорачуна резултантне силе од притиска ветра. Ветар делује на све водове и на део стабла изнад тла.

Распоред у глави стуба⁸ мешовитог 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика 70-AL1/11-ST1A⁹ + НН СКС Х00/О-А 3 × 70 + 54,6 mm² + 10 kV СКС ХНЕ 48/О – А 3 × 1 × 95/16 + 50 дат је на слици 2.



Слика 2 – Распоред у глави стуба мешовитог 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика 70-AL1/11-ST1A + НН СКС Х00/О-А 3 × 70 + 54,6 mm² + 10 kV СКС ХНЕ 48/О – А 3 × 1 × 95/16 + 50.

⁸ $h_k = 0\ m$ за хоризонтални распоред голих проводника од алучелика; $h_k \leq 1\ m$ за делта (Δ) распоред голих проводника од алучелика; $h_{sr} \geq 1,2\ m$ (1,5 m) за 10 kV (20 kV); $t_u = 1,8\ m$ за $L_n = 11\ m$; $t_u = 2,0\ m$ за $L_n = 12\ m$.

⁹ Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

Сила од притиска ветра се не узима увек у прорачун према случајевима оптерећења предвиђеним у ПТН ВН. Међутим, када се ова сила узима у обзир, тада се рачуна да укупна (резултантна) сила делује на стабло (пример 3). Пошто све компоненте ове силе делују једновремено и у истом смеру, добијамо:

$$F_{rw} = F_{rwNNSKS} + F_{rwSNSKS} + F_{rWA\check{c}} + F_{rwst} \quad (2)$$

где је:

- F_{rw} – резултантна сила од притиска ветра, сведена на врх стабла;
- $F_{rwNNSKS}$ – сила од притиска ветра на НН СКС, сведена на врх стабла;
- $F_{rwSNSKS}$ – сила од притиска ветра на СН СКС, сведена на врх стабла;
- $F_{rWA\check{c}}$ – сила од притиска ветра на голе проводнике од алучелика, сведена на врх стабла;
- F_{rwst} – сила од притиска ветра на део стабла изнад тла, сведена на врх стабла.

6.1) Сила од притиска ветра на проводнике

Дејство ветра на проводник(е), по Прописима, је равномерно по целој површини.

Сила од дејства ветра на проводник(е) у једном распону, по Прописима, се подједнако дели на два суседна упоришта, али се зато на сваком упоришту сабирају дејства ветра на проводник(е) из два суседна упоришта, тако да се уводи термин: дужина средњег распона, коју чини збир половина суседних дужина распона – такозвани: ветровни распон.

Сила од притиска ветра на проводник једног упоришта F_{wp} [daN] се срачунава на следећи начин:

$$F_{wp} = k_{wp} \times p_v \times S_{wp} = k_{wp} \times p_v \times a_{sr} \times d_p \times 10^{-3} \quad (4)$$

где је:

k_{wp} – коефицијент дејства ветра на проводник и износи: $k_{wp} = 1$ [-];

p_v – притисак ветра [daN/m²];

S_{wp} – пројекција површине проводника на коју делује ветар (правоугаоник) [m²];

a_{sr} – дужина средњег распона [m];

d_p – спољашњи пречник голог проводника или СКС (целог снопа) [mm].

Како овде не пројектујемо неки конкретан вод, већ само анализирамо случајеве који су карактеристични у дистрибутивној мрежи, усвојићемо параметре који су типични за прорачун:

- притисак ветра: $p_v = 60$ daN/m² за 10 kV (20 kV) НВ изведен голим проводницима;
- притисак ветра: $p_v = 50$ daN/m² за СКС;
- спољашњи пречник НН СКС Х00/О-А 3 × 70 + 54,6 mm²: $d_{NNSKS} = 40$ mm (ТП – 8);
- спољашњи пречник СН СКС ХНЕ 48/О – А 3 × 1 × 95/16 + 50: $d_{SNSKS} = 66$ mm (ТП – 8);
- спољашњи пречник А/Љ проводника 70/12: $d_{Atc} = 11,7$ mm;
- удаљење доње конзоле од врха стабла: $h_k = 0,6$ m;
- удаљење конзоле НН СКС од врха стабла: $h_{kNNSKS} = h_k + 1,3$ m = 1,9 m;
- удаљење конзоле СН СКС од врха стабла: $h_{kSNSKS} = h_k + 1,2$ m = 1,8 m.

Средњи распон за упоришта 10 kV (20 kV) НВ изведеног голим проводницима у насељеном месту обично износи $a_{sr} = 80$ m, док изван насељеног места може бити и већи. Међутим, код мешовитих водова, као у овом примеру, средњи распон износи $a_{sr} = 40$ m јер га ограничава угиб СКС вода. Да би се глобално омеђила вредност сила од притиска ветра на проводнике, у даљој анализи ће се узети: $a_{sr} = 40$ m када је реч о мешовитом воду, односно $a_{sr} = 120$ m када је реч о једносистемском 10 kV (20 kV) НВ изведеног голим проводницима, иако је средњи распон од 120 m надпросечна вредност. Напомиње се да се овде анализира само проблем избора типа стабла и типа темеља, а пројектант конкретног надземног вода мора једновремено да решава и друге проблеме, као: избор одговарајућих конзола, угибе, размаке између проводника у средини распона и тако даље што је обрађено у Техничкој препоруци број 10 б.

Резултантна сила од притиска ветра на НН СКС $F_{rwNNSKS}$ [daN] сведена на врх стабла произилази из једначине (4), а у свему према слици 2, је:

$$\begin{aligned} F_{rwNNSKS} \times L_n &= k_{wp} \times p_v \times S_{SKS} \times (L_n - h_{kNNSKS}) = \\ &= k_{wp} \times p_v \times a_{sr} \times d_{NNSKS} \times 10^{-3} \times (L_n - h_{kNNSKS}) \Rightarrow \\ F_{rwNNSKS} &= k_{wp} \times p_v \times a_{sr} \times d_{NNSKS} \times 10^{-3} \times [(L_n - h_{kNNSKS}) / L_n] \end{aligned} \quad (5)$$

$$F_{\text{rwNNSKS}} = 1 \times 50 \times 40 \times 40 \times 10^{-3} \times [(12 - 1,9) / 12] = 67,3 \text{ daN}$$

Резултантна сила од притиска ветра на СН СКС F_{rwSNSKS} [daN] сведена на врх стабла произилази из једначине (4), а у свему према слици 2, је:

$$F_{\text{rwSNSKS}} = 1 \times 50 \times 40 \times 66 \times 10^{-3} \times [(12 - 1,8) / 12] = 112,2 \text{ daN}$$

Резултантна сила од притиска ветра на голе проводнике од алучелика $F_{\text{rWAŁĉ}}$ [daN] сведена на врх стабла произилази из једначине (4), а у свему према слици 2, је:

$$F_{\text{rWAŁĉ}} \times L_n = k_{\text{wp}} \times \rho_v \times a_{\text{sr}} \times d_{\text{AŁĉ}} \times 10^{-3} \times [L_n + 2 \times (L_n - h_k)] \Rightarrow$$

$$F_{\text{rWAŁĉ}} = k_{\text{wp}} \times \rho_v \times a_{\text{sr}} \times d_{\text{AŁĉ}} \times 10^{-3} \times \{[L_n + 2 \times (L_n - h_k)] / L_n\} \quad (6)$$

$$F_{\text{rWAŁĉ}} = 1 \times 60 \times 40 \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[12 + 2 \times (12 - 0,6)] / 12\} = 81,4 \text{ daN}$$

На "чистом" делу трасе једносистемског вода 10 kV са средњим распоном: $a_{\text{sr}} = 120 \text{ m}$ и $h_k = 1 \text{ m}$, се добија:

$$F_{\text{rWAŁĉ}} = 1 \times 60 \times 120 \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[12 + 2 \times (12 - 1)] / 12\} = 238,7 \text{ daN}$$

6.2) Сила од притиска ветра на стабло

Дејство ветра на део стабла изнад тла, по Прописима, је равномерно по целој површини.

Резултантна сила од притиска ветра на стабло сведена на врх стабла F_{rwst} [daN] према јеначини 2.1 [L.6], а у свему према слици 3, је:

$$F_{rwst} = (1 / L_n) \times k_{wst} \times \rho_v \times 10^{-3} \times \int_{t_u}^{L_n} z \times [D - z \times (D - d) / (L_n \times 10^{-3})] dz \Rightarrow$$

$$F_{rwst} = (1 / L_n) \times k_{wst} \times \rho_v \times 10^{-9} \times \{[(L_n^2 - t_u^2) \times 10^6 \times (D / 2)] - [(L_n^3 - t_u^3) \times 10^9 \times (D - d) / (3 \times L_n \times 10^3)]\} \quad (7)$$

где је:

k_{wst} – коефицијент дејства ветра на стабло и за стабло попречног пресека у облику круга износи: $k_{wp} = 0,7$ [-];

ρ_v – притисак ветра [daN/m²];

d – пречник стабла у врху [mm];

D – пречник стабла у дну [mm];

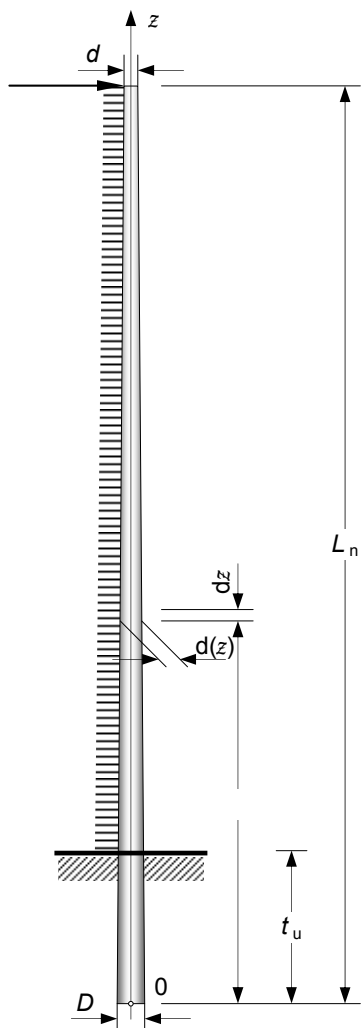
L_n – номинална дужина стабла [m];

t_u – дужина укљештења стабла [m].

Вредности резултантних сила од притиска ветра на стабло од бетона сведена на врх стабла F_{rwst} [daN] за најчешће коришћене мере стабала су дате у табели 1.

Табела 1 – Резултантна сила од притиска ветра на стабло од бетона сведена на врх стабла

	L_n m	D cm	d cm	F_{rwst} daN
$F_n \leq 400$ daN	12	31	13	46
400 daN < $F_n \leq 1\,000$ daN	12	40	22	68
$1\,000$ daN < $F_n \leq 2\,000$ daN	12	50	26	82



Слика 3 – Прорачун силе од притиска ветра на стабло

6.3) Вредност резултантне силе од притиска ветра сведена на врх стабла

Вредност резултантне силе од притиска ветра сведена на врх стабла F_{rw} [daN] према једначини (3) износи:

$$F_{rw} = 67,3 + 112,2 + 81,4 + 55 = 315,9 \text{ daN}$$

Ако се овој сили дода и сила од затезања водова кућног прикључка чији је спољашњи део изведен надземно у износу од 80 daN према Примеру 7.6.2.2 Прилога ТП – 10 б, добија се укупна сила сведена на врх стабла у износу од 395,9 daN, тако да се за ову силу изабера тип стабла 12/400.

У делу трасе једносистемског 10 kV надземног вода ван насељеног места са средњим распоном: $a_{sr} = 120 \text{ m}$ и $h_k = 1 \text{ m}$, вредност резултантне силе од притиска ветра сведена на врх стабла F_{rw} [daN] према једначини (3) износи:

$$F_{rw} = 238,7 + 55 = 293,7 \text{ daN}$$

За ову силу изабера се тип стабла 12/315.

Пример 3

Пројектује се 10 kV НВ са голим проводницима од алучелика 70-AL1/11-ST1A¹⁰ са хоризонталним распоредом проводника у глави стуба. Номиналне дужине стабала треба да су: кроз насељено место: $L_n = 11 \text{ m}$, а за дужине распоне преко $a_{sr} = 100 \text{ m}$: $L_n = 12 \text{ m}$ због ограничења на сигурносне висине.

На делу трасе кроз насељено место вод је мешовит, зато што се по истим упориштима поставља и један НН СКС X00/O-A $3 \times 70 + 54,6 \text{ mm}^2$, а треба да се предвиде на сваком упоришту и постављање спољашњег дела кућног прикључка изведеног надземно.

На траси вода доминира тло која је у површинском слоју мешавина глине и песка.

- а) Одредити оптерећења упоришта према ПТН ВН [L.2] и према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4].
- а.1) носеће упориште (Н);
 - а.2) крајње упориште (К);
 - а.3) упориште за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова, ако је угао скретања трасе вода: $\alpha = 30^\circ$, односно $\alpha = 60^\circ$, у делу трасе ван насељеног места, ако је највеће рачунско напрезање голих проводника у оба распона једнако ($\sigma_{mAlc1} = \sigma_{mAlc2}$).
 - а.4) упориште за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова, у делу трасе ван насељеног места, ако је највеће рачунско напрезање голих проводника: у једном распону: $\sigma_{mAlc1} = 9 \text{ daN/mm}^2$, а у другом распону: $\sigma_{mAlc2} = 7 \text{ daN/mm}^2$;
- б) Изабрати тип стабла и тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата.

¹⁰ Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

Решење:**а) Одређивање оптерећења упоришта према ПТН ВН [L.2] и према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]**

Према ПТН ВН [L.2] случајеви оптерећења су следећи:

Случај 1.а: резултанта пуне силе затезања свих проводника с обе стране упоришта;

Случај 1.б: резултанта од две трећине силе затезања свих проводника с обе стране упоришта, плус притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе;

Случај 1.в: резултанта од две трећине силе затезања свих проводника с обе стране упоришта, плус притисак ветра на стабло и на све проводнике у правцу вода, односно управно на симетралу угла трасе;

Случај 2.а: две трећине силе затезања проводника с једне стране упоришта.

Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] случајеви оптерећења су следећи:

- 1) додатно оптерећење од притиска ветра на упориште заједно са додатним оптерећењем од притиска ветра на проводнике без редукције с обзиром на нападни угао ветра;
- 2) резултанта оптерећења највеће рачунске силе проводника свих праваца;
- 3) две трећине највеће рачунске силе проводника најоптерећенијег правца са затезним прихватањем.

За примену случајева оптерећења сматра се да су стабла упоришта потпуно крута односно не узима се у обзир њихова еластичност.

а.1) Одређивање оптерећења носећег упоришта (Н)**а.1.1) Према ПТН ВН [L.2]**

Одређивање оптерећења носећег упоришта (Н) према ПТН ВН [L.2] је према следећем случају оптерећења¹¹:

Случај 1.б: резултанта од две трећине силе затезања свих проводника с обе стране упоришта, плус притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе.¹²

Вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1.б, у делу који се односи на резултанту од две трећине силе затезања свих проводника с обе стране упоришта, износи: $F_r = 0 \text{ daN}$

Одређивање оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе, у делу трасе кроз насељено место, је према следећој једначини:

$$F_{rw} = F_{rwNNSKS} + F_{rwAtc} + F_{rwst}$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од притиска ветра на стабло сведена на врх стабла F_{rwst} [daN] се израчунава из једначине (7) Примера 2 овог Прилога, за номиналну дужину стабла $L_n = 11 \text{ m}$, и износи:

$$F_{rwst} = (1 / 11) \times 0,7 \times 60 \times 10^{-9} \times \{[(11^2 - 1,8^2) \times 10^6 \times (295 / 2)] - [(11^3 - 1,8^3) \times 10^9 \times (295 - 130) / (3 \times 11 \times 10^3)]\} = 41,0 \text{ daN}$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од притиска ветра на голе проводнике од алучелика сведена на врх стабла F_{rwAtc} [daN] се израчунава из једначине (5) Примера 2 овог Прилога, за највећи дозвољени распон $a_{sr} = 40 \text{ m}$ и распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0 \text{ m}$, и износи:

$$F_{rwAtc} = 1 \times 60 \times 40 \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[11 + 2 \times (11 - 0,0)] / 11\} = 84,2 \text{ daN}$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од притиска ветра на НН СКС сведена на врх стабла $F_{rwNNSKS}$ [daN] се израчунава из једначине (6) Примера 2 овог Прилога, за највећи дозвољени распон $a_{sr} = 40 \text{ m}$ и распоред проводника у глави стуба у равни $h_{kNNSKS} = 1,2 \text{ m}$, и износи:

$$F_{rwNNSKS} = 1 \times 50 \times 40 \times 40 \times 10^{-3} \times [(11 - 1,2) / 11] = 71,3 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе у делу трасе кроз насељено место, износи:

$$F_{rw} = 71,3 + 84,2 + 41,0 = 196,5 \text{ daN}$$

Ако се овој сили дода и сила од затезања водова кућног прикључка чији је спољашњи део изведен надземно у износу од 80 daN према Примеру 7.б.2.2 Прилога ТП – 10 б, добија се укупна сила сведена на врх стабла у износу од 276,5 daN.

¹¹ Случај оптерећења 1.в нема смисла код стабала попречног пресека у облику круга.

¹² Случај оптерећења 1.б у делу: Плус притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе; нема смисла код стабала попречног пресека у облику круга зато што еластичност стабла смањује ефекте силе притиска ветра (а и затезања проводника).

Одређивање оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе, у делу трасе ван насељеног места, је према следећој једначини:

$$F_{rw} = F_{rwAt\check{c}} + F_{rwst}$$

У делу ван насељеног места вредност силе од притиска ветра на стабло сведена на врх стабла F_{rwst} [daN] се израчунава из једначине (7) Примера 2 овог Прилога, за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, и износи:

$$F_{rwst} = (1/12) \times 0,7 \times 60 \times 10^{-9} \times \{[(12^2 - 2,0^2) \times 10^6 \times (310/2)] - [(12^3 - 2,0^3) \times 10^9 \times (310 - 130)/(3 \times 12 \times 10^3)]\} = 45,9 \text{ daN}$$

У делу трасе ван насељеног места вредност силе од притиска ветра на голе проводнике од алучелика сведена на врх стабла $F_{rwAt\check{c}}$ [daN] се израчунава из једначине (5) Примера 2 овог Прилога, за највећи дозвољени распон $a_{sr} = 120$ m и распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, и износи:

$$F_{rwAt\check{c}} = 1 \times 60 \times 120 \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[12 + 2 \times (12 - 0,0)] / 12\} = 252,7 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе у делу трасе кроз насељено место, износи:

$$F_{rw} = 252,7 + 45,9 = 298,6 \text{ daN}$$

а.1.2) Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]

Одређивање оптерећења носећег упоришта (Н) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] је према следећем случају оптерећења:

- 1) додатно оптерећење од притиска ветра на упориште заједно са додатним оптерећењем од притиска ветра на проводнике без редукције с обзиром на нападни угао ветра.

Одређивање оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1), у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе, у делу трасе кроз насељено место, је према следећој једначини:

$$F_{rw} = F_{rwNNSKS} + F_{rwAt\check{c}} + F_{rwst}$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од притиска ветра на стабло сведена на врх стабла F_{rwst} [daN] се израчунава из једначине (7) Примера 2 овог Прилога, за номиналну дужину стабла $L_n = 11$ m, и износи:

$$F_{rwst} = (1/11) \times 0,7 \times 60 \times 10^{-9} \times \{[(11^2 - 1,8^2) \times 10^6 \times (295/2)] - [(11^3 - 1,8^3) \times 10^9 \times (295 - 130)/(3 \times 11 \times 10^3)]\} = 41,0 \text{ daN}$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од притиска ветра на голе проводнике од алучелика сведена на врх стабла $F_{rwAt\check{c}}$ [daN] се израчунава из једначине (5) Примера 2 овог Прилога, за највећи дозвољени распон $a_{sr} = 40$ m и распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, и износи:

$$F_{rwAt\check{c}} = 1 \times 60 \times 40 \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[11 + 2 \times (11 - 0,0)] / 11\} = 84,2 \text{ daN}$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од притиска ветра на НН СКС сведена на врх стабла F_{rwNNSKS} [daN] се израчунава из једначине (6) Примера 2 овог Прилога, за највећи дозвољени распон $a_{\text{sr}} = 40$ m и распоред проводника у глави стуба у равни $h_{\text{KNNSKS}} = 1,2$ m, и износи:

$$F_{\text{rwNNSKS}} = 1 \times 50 \times 40 \times 40 \times 10^{-3} \times [(11 - 1,2) / 11] = 71,3 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе у делу трасе кроз насељено место, износи:

$$F_{\text{rw}} = 71,3 + 84,2 + 41,0 = 196,5 \text{ daN}$$

Ако се овој сили дода и сила од затезања водова кућног прикључка чији је спољашњи део изведен надземно у износу од 80 daN према Примеру 7.б.2.2 Прилога ТП– 10 б, добија се укупна сила сведена на врх стабла у износу од 276,5 daN.

Одређивање оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1), у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе, у делу трасе ван насељеног места, је према следећој једначини:

$$F_{\text{rw}} = F_{\text{rwAtč}} + F_{\text{rwst}}$$

У делу ван насељеног места вредност силе од притиска ветра на стабло сведена на врх стабла F_{rwst} [daN] се израчунава из једначине (7) Примера 2 овог Прилога, за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, и износи:

$$F_{\text{rwst}} = (1 / 12) \times 0,7 \times 60 \times 10^{-9} \times \{[(12^2 - 2,0^2) \times 10^6 \times (310 / 2)] - [(12^3 - 2,0^3) \times 10^9 \times (310 - 130) / (3 \times 12 \times 10^3)]\} = 45,9 \text{ daN}$$

У делу трасе ван насељеног места вредност силе од притиска ветра на голе проводнике од алучелика сведена на врх стабла $F_{\text{rwAtč}}$ [daN] се израчунава из једначине (5) Примера 2 овог Прилога, за највећи дозвољени распон $a_{\text{sr}} = 120$ m и распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, и износи:

$$F_{\text{rwAtč}} = 1 \times 60 \times 120 \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[12 + 2 \times (12 - 0,0)] / 12\} = 252,7 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе у делу трасе кроз насељено место, износи:

$$F_{\text{rw}} = 252,7 + 45,9 = 298,6 \text{ daN}$$

а.1.3) Закључак

Одређивање оптерећења носећег упоришта (Н) према ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] дају исте резултате.

а.2) Одређивање оптерећења крајњег упоришта (К)**а.2.1) Према ПТН ВН [L.2]**

Одређивање оптерећења крајњег упоришта (К) према ПТН ВН [L.2] је према следећем случају оптерећења:

Случај 1.а: резултанта пуне силе затезања свих проводника с обе стране упоришта.

Одређивање оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према Случају 1.а, у делу трасе кроз насељено место, је према следећој једначини:

$$F_r = \sigma_{\text{мАлџ}} \times S_{\text{уАлџ}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] + \sigma_{\text{мННСКС}} \times S_{\text{уННСКС}} \times [(L_n - h_{\text{кННСКС}}) / L_n] \quad (16)$$

где је:

$S_{\text{уАлџ}}$ – рачунски пресек проводника од алучелика [mm^2];

$S_{\text{уННСКС}}$ – рачунски пресек носећег проводника НН СКС [mm^2].

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од затезања голих проводника од алучелика сведена на врх стабла $F_{\text{рАлџ}}$ [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 11$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m и $\sigma_{\text{мАлџ}} = 5$ daN/ mm^2 , и износи:

$$F_{\text{рАлџ}} = 5 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (11 - 0) / 11] = 1\,219,5 \text{ daN}$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од затезања носећег проводника НН СКС сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 11$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_{\text{кННСКС}} = 1,2$ m и $\sigma_{\text{мННСКС}} = 10$ daN/ mm^2 , и износи:

$$F_{\text{рННСКС}} = 10 \times 54,55 \times [(11 - 1,2) / 11] = 486 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према Случају 1.а, у делу трасе кроз насељено место, износи:

$$F_r = 1\,219,5 + 486 = 1\,705,5 \text{ daN}$$

Одређивање оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према Случају 1.а, у делу трасе ван насељеног места, је према следећој једначини:

$$F_r = \sigma_{\text{мАлџ}} \times S_{\text{уАлџ}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] \quad (17)$$

где је:

$S_{\text{уАлџ}}$ – рачунски пресек проводника од алучелика [mm^2].

У делу трасе ван насељеног места вредност силе од затезања голих проводника од алучелика сведена на врх стабла $F_{\text{рАлџ}}$ [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m и $\sigma_{\text{мАлџ}} = 9$ daN/ mm^2 , и износи:

$$F_{\text{рАлџ}} = 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 2\,195,1 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према Случају 1.а, у делу трасе ван насељеног места, износи:

$$F_r = 2\,195,1 \text{ daN}$$

а.2.2) Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]

Одређивање оптерећења крајњег упоришта (К) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] је према следећем случају оптерећења:

2) резултанта оптерећења највеће рачунске силе проводника свих праваца.

Одређивање оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према Случају 2), у делу трасе кроз насељено место, је према једначини (16) Примера 3 овог Прилога:

$$F_r = \sigma_{\text{мАтс}} \times S_{\text{уАтс}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] + \sigma_{\text{мННСКС}} \times S_{\text{уННСКС}} \times [(L_n - h_{\text{кННСКС}}) / L_n]$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од затезања голих проводника од алучелика сведена на врх стабла $F_{\text{рАтс}}$ [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 11$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m и $\sigma_{\text{мАтс}} = 5$ daN/mm², и износи:

$$F_{\text{рАтс}} = 5 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (11 - 0) / 11] = 1\,219,5 \text{ daN}$$

У делу трасе кроз насељено место вредност силе од затезања носећег проводника НН СКС сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 11$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_{\text{кННСКС}} = 1,2$ m и $\sigma_{\text{мННСКС}} = 10$ daN/mm², и износи:

$$F_{\text{рННСКС}} = 10 \times 54,55 \times [(11 - 1,2) / 11] = 486 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према Случају 1.а, у делу трасе кроз насељено место, износи:

$$F_r = 1\,219,5 + 486 = 1\,705,5 \text{ daN}$$

Одређивање оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према Случају 1.а, у делу трасе ван насељеног места, је према једначини (17) Примера 3 овог Прилога:

$$F_r = \sigma_{\text{мАтс}} \times S_{\text{уАтс}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n]$$

У делу трасе ван насељеног места вредност силе од затезања голих проводника од алучелика сведена на врх стабла $F_{\text{рАтс}}$ [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m и $\sigma_{\text{мАтс}} = 9$ daN/mm², и износи:

$$F_{\text{рАтс}} = 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 2\,195,1 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према Случају 1.а, у делу трасе ван насељеног места, износи:

$$F_r = 2\,195,1 \text{ daN}$$

а.2.3) Закључак

Одређивање оптерећења крајњег упоришта (К) према ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] дају исте резултате.

а.3) Одређивање оптерећења упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова

а.3.1) Према ПТН ВН [L.2]

Одређивање оптерећења упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2] је према следећим случајевима оптерећења¹³:

Случај 1.а: резултанта пуне силе затезања свих проводника с обе стране упоришта;

Случај 1.б: резултанта од две трећине силе затезања свих проводника с обе стране упоришта, плус притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе;¹⁴

Случај 2.а: две трећине силе затезања проводника с једне стране упоришта.

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, у делу трасе ван насељеног места, је према следећој једначини¹⁵:

$$F_r = (2 \times \sin \alpha / 2) \times \sigma_{\text{мАтс}} \times S_{\text{уАтс}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] \quad (18)$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$ и $\sigma_{\text{мАтс}} = 9$ daN/mm², износи:

$$F_r = (2 \times \sin 30 / 2) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1\,136,3 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$ и $\sigma_{\text{мАтс}} = 9$ daN/mm², износи:

$$F_r = (2 \times \sin 60 / 2) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 2\,195,1 \text{ daN}$$

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.б, у делу који се односи на резултанту од две трећине силе затезања свих проводника с обе стране упоришта, у делу трасе ван насељеног места, је према следећој једначини¹⁶:

$$F_r = (2 \times \sin \alpha / 2) \times (2/3) \times \sigma_{\text{мАтс}} \times S_{\text{уАтс}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] \quad (19)$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$ и $\sigma_{\text{мАтс}} = 9$ daN/mm², износи:

$$F_r = (2 \times \sin 30 / 2) \times (2/3) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 757,5 \text{ daN}$$

¹³ Случај оптерећења 1.в нема смисла код стабала попречног пресека у облику круга.

¹⁴ Случај оптерећења 1.б у делу: Плус притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе; нема смисла код стабала попречног пресека у облику круга зато што еластичност стабла смањује ефекте силе притиска ветра (а и затезања проводника).

¹⁵ Погледати слику 4.

¹⁶ Погледати слику 4.

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$ и $\sigma_{mAt\check{c}} = 9$ daN/mm², износи:

$$F_r = (2 \times \sin 60 / 2) \times (2 / 3) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1463,4 \text{ daN}$$

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе, у делу трасе ван насељеног места, је према следећој једначини¹⁷:

$$F_{rw} = k_{wp} \times p_v \times a_{sr} \times (\cos \alpha / 2) \times d_{At\check{c}} \times 10^{-3} \times \{[L_n + 2 \times (L_n - h_k)] / L_n\} + F_{rwst} \quad (20)$$

Вредност силе од притиска ветра на стабло сведена на врх стабла F_{rwst} [daN] се израчунава из једначине (7) Примера 2 овог Прилога, за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, и износи:

$$F_{rwst} = (1 / 12) \times 0,7 \times 60 \times 10^{-9} \times \{[(12^2 - 2,0^2) \times 10^6 \times (500 / 2)] - [(12^3 - 2,0^3) \times 10^9 \times (500 - 260) / (3 \times 12 \times 10^3)]\} = 82,4 \text{ daN}$$

Вредност силе од притиска ветра на голе проводнике од алучелика сведена на врх стабла $F_{rwAt\check{c}}$ [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m и угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, износи:

$$F_{rwAt\check{c}} = k_{wp} \times p_v \times a_{sr} \times (\cos \alpha / 2) \times d_{At\check{c}} \times 10^{-3} \times \{[L_n + 2 \times (L_n - h_k)] / L_n\} = 1 \times 60 \times 120 \times (\cos 30 / 2) \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[12 + 2 \times (12 - 0)] / 12\} = 244,1 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, износи:

$$F_{rw} = 244,1 + 82,4 = 326,5 \text{ daN}$$

Вредност силе од притиска ветра на голе проводнике од алучелика сведена на врх стабла $F_{rwAt\check{c}}$ [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m и угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$, износи:

$$F_{rwAt\check{c}} = k_{wp} \times p_v \times a_{sr} \times (\cos \alpha / 2) \times d_{At\check{c}} \times 10^{-3} \times \{[L_n + 2 \times (L_n - h_k)] / L_n\} = 1 \times 60 \times 120 \times (\cos 60 / 2) \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[12 + 2 \times (12 - 0)] / 12\} = 218,9 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.б, у делу који се односи на притисак ветра на стабло и на све проводнике управно на вод, односно у правцу симетрале угла трасе, у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$, износи:

$$F_{rw} = 218,9 + 82,4 = 301,3 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.б, у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, износи:

$$F_r = 757,5 + 326,5 = 1084,0 \text{ daN}$$

¹⁷ Погледати слику 4.

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.б, у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$, износи:

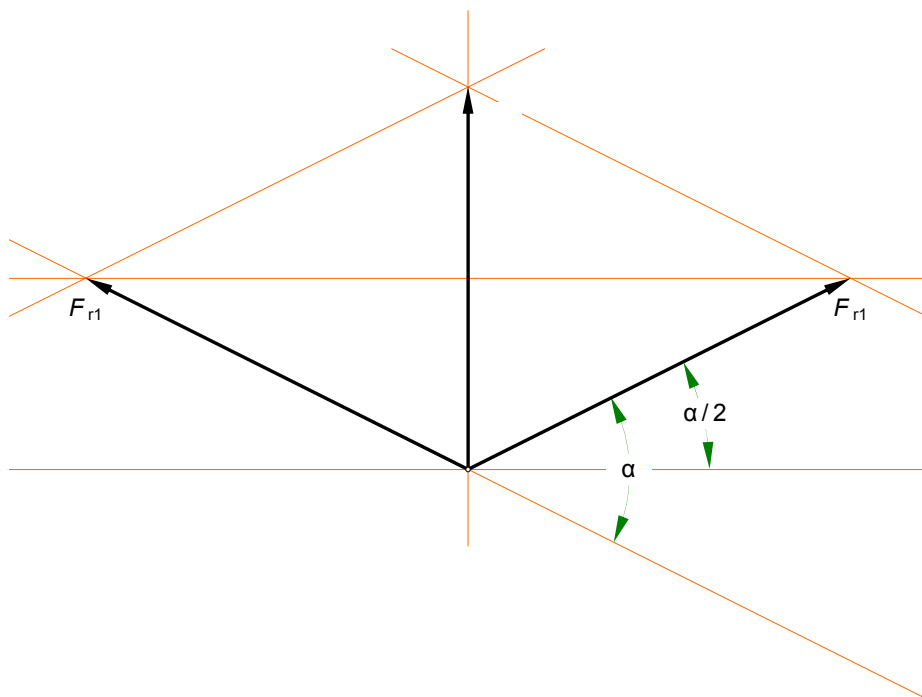
$$F_r = 1\,463,4 + 301,3 = 1\,764,7 \text{ daN}$$

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 2.а, у делу трасе ван насељеног места, је према следећој једначини¹⁸:

$$F_r = (2/3) \times \sigma_{\text{мале}} \times S_{\text{уале}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] \quad (21)$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 2.а, у делу трасе ван насељеног места, износи:

$$F_r = (2/3) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1\,463,4 \text{ daN}$$



Слика 4 – Слагање сила угаоног упоришта

¹⁸ Погледати слику 4.

а.3.2) Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]

Одређивање оптерећења упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] је према следећим случајевима оптерећења:

- 1) додатно оптерећење од притиска ветра на упориште заједно са додатним оптерећењем од притиска ветра на проводнике без редукције с обзиром на нападни угао ветра;
- 2) резултанта оптерећења највеће рачунске силе проводника свих праваца;
- 3) две трећине највеће рачунске силе проводника најоптерећенијег правца са затезним прихватањем.

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1), у делу трасе ван насељеног места, је према следећој једначини:

$$F_{rw} = F_{rwa\check{c}} + F_{rwt}$$

Вредност силе од притиска ветра на стабло сведена на врх стабла F_{rwt} [daN] се израчунава из једначине (7) Примера 2 овог Прилога, за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, и износи:

$$F_{rwt} = (1/12) \times 0,7 \times 60 \times 10^{-9} \times \{[(12^2 - 2,0^2) \times 10^6 \times (500/2)] - [(12^3 - 2,0^3) \times 10^9 \times (500 - 260) / (3 \times 12 \times 10^3)]\} = 82,4 \text{ daN}$$

Вредност силе од притиска ветра на голе проводнике од алучелика сведена на врх стабла $F_{rwa\check{c}}$ [daN] се израчунава из једначине (5) Примера 2 овог Прилога, за распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, и износи:

$$F_{rwa\check{c}} = 1 \times 60 \times 120 \times 11,7 \times 10^{-3} \times \{[12 + 2 \times (12 - 0,0)] / 12\} = 252,7 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1), у делу трасе ван насељеног места, износи:

$$F_{rw} = 252,7 + 82,4 = 335,1 \text{ daN}$$

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 2), у делу трасе ван насељеног места, је према једначини (18) Примера 4 овог Прилога¹⁹:

$$F_r = (2 \times \sin \alpha / 2) \times \sigma_{mA\check{c}} \times S_{uA\check{c}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n]$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$ и $\sigma_{mA\check{c}} = 9$ daN/mm², износи:

$$F_r = (2 \times \sin 30 / 2) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1\,136,3 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12$ m, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0$ m, угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$ и $\sigma_{mA\check{c}} = 9$ daN/mm², износи:

$$F_r = (2 \times \sin 60 / 2) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 2\,195,1 \text{ daN}$$

¹⁹ Погледати слику 4.

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 3, у делу трасе ван насељеног места, је према једначини (21) Примера 3 овог Прилога²⁰:

$$F_r = (2/3) \times \sigma_{\text{max}} \times S_{\text{uA}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n]$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 2, у делу трасе кроз насељено место, износи:

$$F_r = (2/3) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1\,463,4 \text{ daN}$$

а.3.3) Закључак

Одређивање оптерећења упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] дају исте резултате.

²⁰ Погледати слику 4.

а.4) Одређивање оптерећења упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова

а.4.1) Према ПТН ВН [L.2]

Одређивање оптерећења упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2] је према следећим случајевима оптерећења²¹:

Случај 1.а: резултанта пуне силе затезања свих проводника с обе стране упоришта;

Случај 2.а: две трећине силе затезања проводника с једне стране упоришта.

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, у делу трасе ван насељеног места, када је највеће рачунско напрезање голих проводника: у једном распону: $\sigma_{\text{мАтс1}} = 9 \text{ daN/mm}^2$, а у другом распону: $\sigma_{\text{мАтс2}} = 7 \text{ daN/mm}^2$, је према следећој једначини:

$$F_r = (\sigma_{\text{мАтс1}} - \sigma_{\text{мАтс2}}) \times S_{\text{уАтс}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] \quad (22)$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12 \text{ m}$, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0 \text{ m}$, $\sigma_{\text{мАтс1}} = 9 \text{ daN/mm}^2$, износи:

$$F_r = (9 - 7) \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 487,8 \text{ daN}$$

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 2, у делу трасе ван насељеног места, је према једначини (21) Примера 3 овог Прилога:

$$F_r = (2/3) \times \sigma_{\text{мАтс}} \times S_{\text{уАтс}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n]$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 2, у делу трасе ван насељеног места, за први распон: износи:

$$F_r = (2/3) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1\,463,4 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 2, у делу трасе ван насељеног места, за други распон: износи:

$$F_r = (2/3) \times 7 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1\,138,2 \text{ daN}$$

²¹ Случај оптерећења 1.в нема смисла код стабала попречног пресека у облику круга.

а.4.2) Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]

Одређивање оптерећења упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] је према следећим случајевима оптерећења:

- 2) резултанта оптерећења највеће рачунске силе проводника свих праваца;
- 3) две трећине највеће рачунске силе проводника најоптерећенијег правца са затезним прихватањем.

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 2), у делу трасе ван насељеног места, када је највеће рачунско напрезање голих проводника: у једном распону:

$\sigma_{\text{мАтс}1} = 9 \text{ daN/mm}^2$, а у другом распону: $\sigma_{\text{мАтс}2} = 7 \text{ daN/mm}^2$, је према једначини (22)
Примера 3 овог Прилога:

$$F_r = (\sigma_{\text{мАтс}1} - \sigma_{\text{мАтс}2}) \times S_{\text{уАтс}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n]$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 1.а, сведена на врх стабла F_r [daN], за номиналну дужину стабла $L_n = 12 \text{ m}$, распоред проводника у глави стуба у равни $h_k = 0 \text{ m}$, $\sigma_{\text{мАтс}1} = 9 \text{ daN/mm}^2$, износи:

$$F_r = (9 - 7) \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 487,8 \text{ daN}$$

Одређивање оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 3), у делу трасе ван насељеног места, је према једначини (21) Примера 3 овог Прилога:

$$F_r = (2/3) \times \sigma_{\text{мАтс}} \times S_{\text{уАтс}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n]$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 3), у делу трасе ван насељеног места, за први распон: износи:

$$F_r = (2/3) \times 9 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1\,463,4 \text{ daN}$$

Вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према Случају 3), у делу трасе ван насељеног места, за други распон: износи:

$$F_r = (2/3) \times 7 \times 81,3 \times [1 + 2 \times (12 - 0) / 12] = 1\,138,2 \text{ daN}$$

а.4.3) Закључак

Одређивање оптерећења упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] дају исте резултате.

б) Избор типа стабла и тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата

Поступак за избор типа стабла је следећи:

- према поглављу а), за сваки тип упоришта посебно према ПТН ВН [L.2] и посебно према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], се одреди највећа вредност оптерећења стабла према случајевима оптерећења;
- према највећој вредности оптерећења стабла, а према Техничкој препоруци број 10 а, се одреди тип стабла.

Поступак за избор типа темеља је следећи:

- према опису тла: мешавина глине и песка, а према Техничкој препоруци број 10 г, се одреде карактеристике тла: $\sigma = 1,5 \text{ daN/cm}^2$ и $C = 5 \text{ daN/cm}^3$.
- према типу стабла и према врсти тла, а према Техничкој препоруци 10 г, се одреди тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата.

б.1) Носеће упориште (Н)

б.1.1) Избор типа стабла носећег упоришта (Н)

б.1.1.1) Према ПТН ВН [L.2]

Највећа вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према ПТН ВН [L.2], у делу трасе кроз насељено место, је одређена према поглављу а.1.1) Примера број 4 овог Прилога и износи: 276,5 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према ПТН ВН [L.2], у делу трасе кроз насељено место, изабира се следећи тип стабла: **11/315**.

Највећа вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, је одређена према поглављу а.1.1) Примера број 4 овог Прилога и износи: 298,6 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, изабира се следећи тип стабла: **12/315**.

б.1.1.2) Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]

Највећа вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе кроз насељено место, је одређена према поглављу а.1.2) Примера број 4 овог Прилога и износи: 276,5 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе кроз насељено место, се изабира следећи тип стабла: **11/315**.

Највећа вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, је одређена према поглављу а.1.2) Примера број 4 овог Прилога и износи: 298,6 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла носећег упоришта (Н) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, се изабира следећи тип стабла: **12/315**.

б.1.1.3) Закључак

Избор типа стабла носећег упоришта (Н) према ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] даје исте резултате.

б.1.2) Избор типа блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата стабла носећег упоришта (Н)

Јединствени тип стабла носећег упоришта (Н), у делу трасе кроз насељено место, је одређен према поглављима б.1.1.1) и б.1.1.2) је: 11/315.

За тип стабла носећег упоришта (Н): 11/315, се изабира следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК11**.

Јединствени тип стабла носећег упоришта (Н), у делу трасе ван насељеног места, је одређен према поглављима б.1.1.1) и б.1.1.2) је: 12/315.

За тип стабла носећег упоришта (Н): 12/315, се изабира следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК17**.

6.2) Крајње упориште (К)

6.2.1) Избор типа стабла крајњег упоришта (К)

6.2.1.1) Према ПТН ВН [L.2]

Највећа вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према ПТН ВН [L.2], у делу трасе кроз насељено место, је одређена према поглављу а.2.1) Примера број 4 овог Прилога и износи: 1 705,5 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према ПТН ВН [L.2], у делу трасе кроз насељено место, изабара се следећи тип стабла: **11/2 000**.

Највећа вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, је одређена према поглављу а.2.1) Примера број 4 овог Прилога и износи: 2 195,1 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, изабара се следећи тип стабла: **12/2 500**.

6.2.1.2) Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]

Највећа вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе кроз насељено место, је одређена према поглављу а.2.2) Примера број 4 овог Прилога и износи: 1 705,5 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе кроз насељено место, се изабара следећи тип стабла: **11/2 000**.

Највећа вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, је одређена према поглављу а.2.2) Примера број 4 овог Прилога и износи: 2 195,1 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, се изабара следећи тип стабла: **12/2 500**.

6.2.1.3) Закључак

Избор типа стабла крајњег упоришта (К) према ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] даје исте резултате.

6.2.2) Избор типа блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата стабла крајњег упоришта (К)

Јединствени тип стабла крајњег упоришта (К), у делу трасе кроз насељено место, је одређен према поглављима б.2.1.1) и б.2.1.2) је: 11/2 000.

За тип стабла крајњег упоришта (К): 11/2 000, се изабара следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК20**.

Јединствени тип стабла крајњег упоришта (К), у делу трасе ван насељеног места, је одређен према поглављима б.2.1.1) и б.2.1.2) је: 12/2 500.

За тип стабла крајњег упоришта (К): 12/2 500, се изабра следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК22**.

6.3) Упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова**6.3.1) Избор типа стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова****6.3.1.1) Према ПТН ВН [L.2]**

Највећа вредност оптерећења стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, је одређена према поглављу а.3.1) Примера број 4 овог Прилога и износи: 1 463,4 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, изабара се следећи тип стабла: **12/1 600**.

Највећа вредност оптерећења стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$, је одређена према поглављу а.3.1) Примера број 4 овог Прилога и износи: 2 195,1 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$, изабара се следећи тип стабла: **12/2 500**.

6.3.1.2) Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]

Највећа вредност оптерећења стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, је одређена према поглављу а.3.2) Примера број 4 овог Прилога и износи: 1 463,4 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, се изабара следећи тип стабла: **12/1 600**.

Највећа вредност оптерећења стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$, је одређена према поглављу а.3.2) Примера број 4 овог Прилога и износи: 2 195,1 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$, се изабара следећи тип стабла: **12/2 500**.

6.3.1.3) Закључак

Избор типа стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] даје исте резултате.

б.3.2) Избор типа блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова

Јединствени тип стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова, у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, је одређен према поглављима б.3.1.1) и б.3.1.2) је: 12/1 600.

За тип стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова: 12/1 600, се изабара следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК19**.

Јединствени тип стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова, у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 60^\circ$, је одређен према поглављима б.3.1.1) и б.3.1.2) је: 12/2 500.

За тип стабла упоришта за растеређење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова: 12/2 500, се изабара следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК22**.

6.4) Упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова**6.4.1) Избор типа стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова****6.4.1.1) Према ПТН ВН [L.2]**

Највећа вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, када је највеће рачунско напрезање голих проводника: у једном распону: $\sigma_{\text{мАтс}1} = 9 \text{ daN/mm}^2$, а у другом распону: $\sigma_{\text{мАтс}2} = 7 \text{ daN/mm}^2$, је одређена према поглављу а.4.1) Примера број 4 овог Прилога и износи: 1 463,4 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, изабира се следећи тип стабла: **12/1 600**.

6.4.1.2) Према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4]

Највећа вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, када је највеће рачунско напрезање голих проводника: у једном распону: $\sigma_{\text{мАтс}1} = 9 \text{ daN/mm}^2$, а у другом распону: $\sigma_{\text{мАтс}2} = 7 \text{ daN/mm}^2$, је одређена према поглављу а.4.2) Примера број 4 овог Прилога и износи: 1 463,4 daN.

За највећу вредност оптерећења стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], у делу трасе ван насељеног места, за угао скретања трасе вода $\alpha = 30^\circ$, се изабира следећи тип стабла: **12/1 600**.

6.4.1.3) Закључак

Избор типа стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова према ПТН ВН [L.2], ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] даје исте резултате.

6.4.2) Избор типа блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова


Јединствени тип стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова, у делу трасе ван насељеног места, када је највеће рачунско напрезање голих проводника: у једном распону: $\sigma_{\text{мАтс}1} = 9 \text{ daN/mm}^2$, а у другом распону: $\sigma_{\text{мАтс}2} = 7 \text{ daN/mm}^2$, је одређен према поглављима б.4.1.1) и б.4.1.2) је: 12/1 600.

За тип стабла упоришта за растерећење и гранање (РГ) са затезним прихватањем водова: 12/1 600, се изабира следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК19**.

Закључак

Овим примером кроз веома компликован поступак доказано је да се као коначан резултат одређивања оптерећења упоришта према случајевима оптерећења према ПТН ВН [L.2] и према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] добијају исти резултати, према томе потпуно је све једно да ли ће се оптерећења упоришта одредити према ПТН ВН [L.2] или према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4].

Што се тиче одређивања оптерећења упоришта дистрибутивних надземних водова препоручује се примена случајевима оптерећења према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4], зато што су за стручњаке из дистрибутивних предузећа далеко једноставнији за примену и разумевање.



Пример 4

Једносистемски 10 kV НВ изведен голим проводницима од алучелика 51-AL1/30-ST1A²².

Тип стабла носећих упоришта (Н) је 12/400.

Распоред проводника у глави стуба је делта (Δ), са удаљењем доње конзоле од врха стабла: $h_k = 1$ m.

Просечна дужина средњег распона је: $a_{sr} = 80$ m.

На траси вода доминира тло које је мешавина глине и песка.

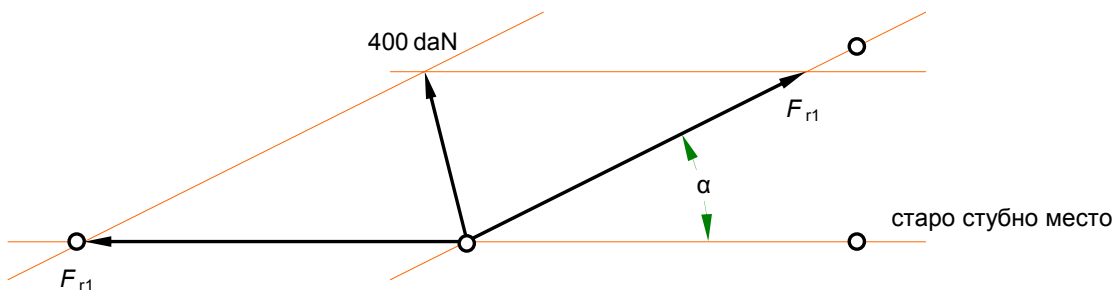
- а) Одредити могућност искоришћења постојећих типова табала 12/400, због потребе делимичног измештања стубних места ради изградње мањег објекта.*
- б) Одабрати тип стабла и одговарајући темељ за стабло које треба да се уметне између два носећа упоришта (Н) главног вода да би се прихватио одвојни вод изведен:
 - б.1) 10 kV СКС ХНЕ 48/О – А 3 × 1 × 70/16 + 50;*
 - б.2) једносистемски 10 kV НВ изведен голим проводницима од алучелика 51-AL1/30-ST1A²³.**

²² Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

²³ Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

Решење:**а) Одређивање могућност искоришћења постојећих типова стабала 12/400**

Одређује се колико је могуће скретање трасе вода на постојећем типу стаблу 12/400. Ситуациони план могућности искоришћења постојећих типова стабала 12/400 за угаона упоришта (У) дат је на слици 6.



Слика 6 – Ситуациони план могућности искоришћења постојећих типова стабала 12/400 за угаона упоришта (У)

Одређивање оптерећења стабла угаоног упоришта (У) од пуне силе затезања вода је према једначини (18) Примера 3 овог Прилога²⁴:

$$400 = (2 \times \sin \alpha / 2) \times \sigma_{\text{мАлџ}} \times S_{\text{уАлџ}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n] \Rightarrow$$

$$\sin \alpha / 2 = 400 / \{2 \times \sigma_{\text{мАлџ}} \times S_{\text{уАлџ}} \times [1 + 2 \times (L_n - h_k) / L_n]\}$$

Угао могућег скретања трасе вода на постојећем типу стаблу 12/400 износи:

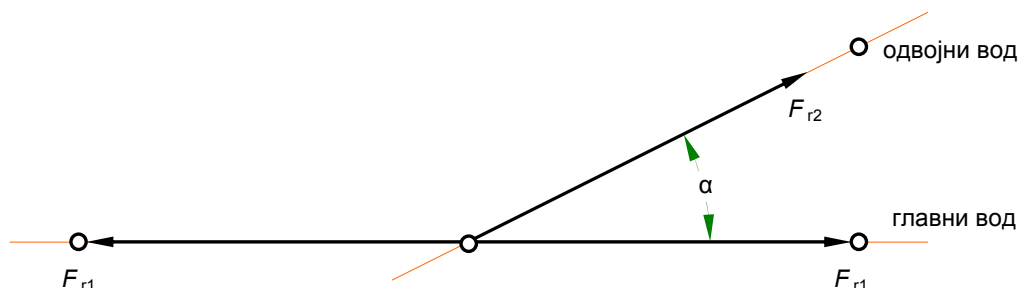
$$\sin \alpha / 2 = 400 / \{2 \times 9 \times 56,3 \times [1 + 2 \times (12 - 1) / 12]\} = 0,139$$

Према томе могући угао скретања трасе вода према ПТН СНСКС [L.3] и ПТН НН [L.4] је $\alpha = 16^\circ$.

²⁴ Погледати слику 4.

б) Избор типа стабла и одговарајућег темеља за стабло које треба да се уметне између два носећа упоришта (Н) главног вода да би се прихватио одвојни вод изведен надземно²⁵

Ситуациони план уметања упоришта између два носећа упоришта (Н) главног вода да би се прихватио одвојни вод изведен надземно дат је на слици 7.



Слика 7 – Ситуациони план уметања упоришта између два носећа упоришта (Н) главног вода да би се прихватио одвојни вод изведен надземно

Меродаван случај оптерећења одвојног упоришта је случај оптерећења крајњег упоришта (К) – Случају 2) – резултанта пуне силе затезања са обе старне упоришта.

Поступак за избор типа темеља је следећи:

- према опису тла: мешавина глине и песка, а према Техничкој препоруци број 10 г, се одреде карактеристике тла: $\sigma = 1,5 \text{ daN/cm}^2$ и $C = 5 \text{ daN/cm}^3$.
- према типу стабла и према врсти тла, а према Техничкој препоруци 10 г, се одреди тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата.

²⁵ Проблем уметања упоришта између два постојећа је много сложенији проблем од избора типа стабла и типа темеља, зато што се поделом распона на два дела смањују угиби и знатно повећава идеално затезања проводника у целом затезном пољу. Ови проблеми детаљно су анализирана у Примеру број 5 Прилога ТП– 10 б. Као решење насталог проблема је постављање проводника целог затезног поља на котураче и прецизно подешавање угиба у сваком распону затезног поља, према утврђеном поступку датом у истом примеру.

6.1) Одвојни вод изведен 10 kV СКС ХНЕ 48/О – А 3 × 1 × 70/16 + 50

За одвојни вод изведен 10 kV СКС ХНЕ 48/О – А 3 × 1 × 70/16 + 50 упориште треба да је стабло номиналне дужине $L_n = 12$ m као на осталом делу вода са распоредом проводника главног вода у глави стуба делта (Δ) са удаљењем доње конзоле од врха стабла: $h_k = 1$ m, а удаљење конзоле 10 kV СКС од врха стабла:

$$h_{k10SKS} = h_k + 1,2 \text{ m} = 2,2 \text{ m}.$$

Одређивање оптерећења стабла крајњег упоришта (К) од пуне силе затезања носећег ужета 10 kV СКС сведена на врх стабла F_r [daN] је према следећој једначини:

$$F_r = \sigma_{m10SKS} \times S_{u10SKS} \times [(L_n - h_{k10SKS}) / L_n]$$

Вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К), за $L_n = 12$ m, $h_{k10SKS} = 2,2$ m, $S_{u10SKS} = 48,35 \text{ mm}^2$ и $\sigma_{m10SKS} = 20 \text{ daN/mm}^2$, износи:

$$F_r = 20 \times 48,35 \times [(12 - 2,2) / 12] = 789,7 \text{ daN}$$

За највећу вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) изабира се следећи тип стабла: **12/1 000**.

За тип стабла крајњег упоришта (К) и тло следећи: 12/1 000, се изабира следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК17**.

6.2) Одвојни вод једносистемски 10 kV НВ изведен голим проводницима од алучелика 51-AL1/30-ST1A²⁶

За одвојни вод изведен голим проводницима од алучелика 51-AL1/30-ST1A²⁷ упориште треба да је стабло номиналне дужине $L_n = 11$ m са распоредом проводника главног вода у глави стуба у равни и одвојном конзолном са распоредом проводника у са удаљењем одвојне конзоле од врха стабла: $h_{kAlc} = 1,4$ m.

Одређивање оптерећења стабла крајњег упоришта (К) од пуне силе затезања голих проводника од алучелика 51-AL1/30-ST1A²⁸ сведене на врх стабла F_r [daN] је према следећој једначини:

$$F_r = 3 \times \sigma_{mAlc} \times S_{uAlc} \times [(L_n - h_{kAlc}) / L_n]$$

Вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К), за $L_n = 11$ m, $h_{kAlc} = 1,4$ m, $S_{uAlc} = 56,3 \text{ mm}^2$ и $\sigma_{mAlc} = 9 \text{ daN/mm}^2$, износи:

$$F_r = 3 \times 9 \times 56,3 \times [(11 - 1,4) / 11] = 1326,6 \text{ daN}$$

За највећу вредност оптерећења стабла крајњег упоришта (К) изабира се следећи тип стабла: **11/1 600**.

За тип стабла крајњег упоришта (К) и тло следећи: 11/1 600, се изабира следећи тип блок темеља призматичног облика са основом у облику квадрата: **ТПК19**.

²⁶ Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

²⁷ Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

²⁸ Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [7] која је дата на старници број 4 овог Прилога.

Литература

- [L.1] *Техничке препоруке ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију електричне енергије* www.eps.rs.
- [L.2] *Правилник о техничким нормативима за изградњу надземних електроенергетских водова називног напона од 1 kV до 400 kV* ("Сл. лист СФРЈ", бр. 65/88 и "Сл. лист СРЈ", бр. 18/92).
- [L.3] *Правилник о техничким нормативима за изградњу средњенапонских надземних водова самонесећим кабловским снопом* ("Сл. лист СРЈ", бр. 20/92).
- [L.4] *Правилник о техничким нормативима за изградњу нисконапонских надземних водова* ("Сл. лист СФРЈ", бр. 6/92).
- [L.5] *Главни грађевински пројекат типских блок темеља за армирано бетонске стубове за надземне водове 10 kV и 35 kV, Институт за саобраћајнице и геотехнику, Грађевински факултет у Београду.*
- [L.6] *Срачунавање силе притиска ветра на стуб* ("Електродистрибуција", бр. 2/85).
- [L.7] *SRPS EN 50182:2012, Проводници за надземне водове – Округла, концентрично постављена жица са поуженим проводницима*

САДРЖАЈ

	Страна
Увод	1
Пример 1	5
Пример 2	9
Пример 3	21
Пример 4	43
Литература	47

