

**ПРИЛОГ ТЕХНИЧКЕ ПРЕПОРУКЕ број 10 в**

**МЕХАНИЧКИ ПРОРАЧУН  
СРЕДЊЕНАПОНСКИХ ДИСТРИБУТИВНИХ НАДЗЕМНИХ ВОДОВА  
ИЗВЕДЕНИХ СЛАБОИЗОЛОВАНИМ ПРОВОДНИЦИМА**

**– ПРИМЕРИ СА КОМЕНТАРОМ –**

**II издање  
октобар 2013.**

---

---

**Напомене уз II издање Прилога ТП– 10 в**

*Предлог текста за овај Прилог Техничке препоруке број 10 в израдио је Ђорђе Глишић, дипл.инж.ел. Електродистрибуција – Београд.*

*Овај Прилог је намењен свим лицима која почињу да се баве проблематиком пројектовања и изградње средњенапонских дистрибутивних надземних водова изведених слабоизолованим проводницима.*

*Потреба за новим издањем овог Прилога Техничке препоруке број 10 в је настала због објављивања нових српских стандарда који регулишу предмет Техничке препоруке број 10 в.*

*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](http://www.eps.rs).*

*II издањем Прилога ТП– 10 в престаје да важи I издање Прилога Техничке препоруке број 10 в од децембра 2005.*

**Радна група за израду ТП– 10 в**

**октобар 2013.**

---

На основу предлога Радне групе Технички савет ЕПС – Дирекције за дистрибуцију електричне енергије је, на 198. састанку који је одржан 2013-10-29 у Зајечару, донео одлуку: усваја се

**ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА број 10 в**  
**ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА**  
**СРЕДЊЕНАПОНСКЕ ДИСТРИБУТИВНЕ НАДЗЕМНЕ ВОДОВЕ**  
**ИЗВЕДЕНЕ СЛАБОИЗОЛОВАНИМ ПРОВОДНИЦИМА**

II издање

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

**Чланови Техничког савета:**

- 1 Бранислав Вујанац, ПД "Електродистрибуција – Београд" Београд, председник
- 2 Павел Зима, ПД "Електровојводина" Нови Сад, члан
- 3 Милан Вучковић, ПД "Електросрбија" Краљево, члан
- 4 Александар Крстић, ПД ЕД "Југоисток" Ниш, члан
- 5 Слободан Кујовић, ЈП ЕПС – Дирекција за стратегију и инвестиције, члан
- 6 Драган Радовић, ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију, члан
- 7 др Бојан Ивановић, ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију, члан
- 8 Владимир Јоковић, ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију, члан

**Чланови Радне групе:**

- 1 Федора Лончаревић, ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију
- 2 Ненад Торбица, ПД "Електровојводина" Нови Сад, члан
- 3 Ђорђе Глишић, ПД "Електродистрибуција – Београд"
- 4 Душан Мајсторовић, ПД "Електросрбија" Краљево
- 5 Сениша Митић, ПД ЕД "Југоисток" Ниш
- 6 мр Драшко Новаковић, ПД ЕД "Центар" Крагујевац

**Из архиве**

На основу предлога Радне групе Технички савет ЕПС – Дирекција за трговину и дистрибуцију електричне енергије је, на 181. састанку који је одржан 2005-12-06 у Београду, донео одлуку: усваја се

**ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА број 10 в**  
**ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ**  
**И ГРАДЊУ 10 kV, 20 kV и 35 kV НАДЗЕМНИХ ВОДОВА**  
**ИЗВЕДЕНИХ СЛАБОИЗОЛОВАНИМ ПРОВОДНИЦИМА**

**I издање**

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

**Чланови Техничког савета:**

- 1 др Миладин Танасковић, Председник Техничког савета, "Електродистрибуција" Београд
- 2 Миломир Белчевић, "Електросрбија" Краљево
- 3 мр Драган Балкоски, ЕПС Београд
- 4 мр Слободан Максимовић, "Електродистрибуција" Београд
- 5 Владимир Љубичић, "Електродистрибуција" Лесковац
- 6 Андрија Вукашиновић, "Електродистрибуција" Ниш
- 7 мр Миодраг Ристић, "Електроморава" Пожаревац
- 8 Жарко Мићин, "Електровојводина" Нови Сад
- 9 Владимир Доганџић, "Електродистрибуција" Ужице
- 10 Станислав Јесенко, "Електротимок" Зајечар
- 11 Бране Нијемчевић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 12 Владица Алексић, "Електродистрибуција" Врање
- 13 Миодраг Анђелковић, "Електрокосмет" Приштина
- 14 Душан Мутић, "Електровојводина" Нови Сад
- 15 Бранко Јакшић, "Електросрбија" Шабац
- 16 Федора Лончаревић, ЕПС – Дирекција за дистрибуцију Београд
- 17 Слободан Кујовић, ЕПС – Дирекција за дистрибуцију Београд.

**Чланови Радне групе:**

- 1 мр Миодраг Ристић, "Електроморава" Пожаревац
- 2 Ђорђе Глишић, "Електродистрибуција" Београд
- 3 Бранислав Симић, "Електродистрибуција" Београд
- 4 мр Душан Чомић, "Електровојводина" Нови Сад
- 5 Бранислав Стевановић, "Електросрбија", Јагодина
- 6 Крсто Жижич, ЕПС – Дирекција за трговину и дистрибуцију Београд
- 7 Томислав Бојковић, ЕПС – пензионер сарадник.

**Напомене:** Прорачун за поглавље 11: "Струјна преносна моћ СИП" извео: др Драган Тасић, "Електронски Факултет" Ниш.  
Стручни консултант за структуру СИП: Соња А. Колева, Фабрика каблова "Неготино", Македонија.  
Рачунарске програме за механички прорачун надземних водова до 35 kV (А/џ, СКС, СИП) развили: Т. Бојковић, Ђ. Глишић и Б. Симић.

**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

I издање Прилога ТП – 10 в

мај 2009.

---

---

## УВОД

Највећа предност СН НВ изведеног слабоизолованим проводницима<sup>1</sup> у односу на СН НВ изведен голим проводницима од алучелика је велика поузданост: при краткотрајном међусобном додиру СИП или са граном дрвећа и другим објектима у окружењу зато што нема прескока и квара СН НВ.

Међутим, присуство изолације преко проводника повећава спољашњи пречник и подужну масу СИП, а то повећава нападну површину променљивих дејстава од ветра и обледа.

Вредности спољашњег пречника ( $d_u$ ), запреминске масе без обледа ( $\gamma_u$ ) и запреминске масе са обледом ( $\gamma_{du}$ ) голог проводника од алучелика<sup>2</sup> и спољашњег пречника ( $d_{uSIP}$ ), запреминске масе без обледа ( $\gamma_{uSIP}$ ) и запреминске масе са обледом ( $\gamma_{duSIP}$ ) 10 kV СИП или 20 kV СИП<sup>3</sup> за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дати у табели 1.

Табела 1 Спољашњи пречник ( $d_u$ ), запреминска маса без обледа ( $\gamma_u$ ) и запреминска маса са обледом ( $\gamma_{du}$ ) голог проводника од алучелика и спољашњи пречник ( $d_{uSIP}$ ), запреминска маса без обледа ( $\gamma_{uSIP}$ ) и запреминска маса са обледом ( $\gamma_{duSIP}$ ) 10 kV СИП или 20 kV СИП за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

Ознака голог проводника од алучелика <sup>4</sup>	$d_u$		$\gamma_u$		$\gamma_{du}$	
	mm	%	daN/m mm <sup>2</sup>	%	daN/m mm <sup>2</sup>	%
48-AL1/8-ST1A	9,6	100	0,00348	100	0,0193	100
70-AL1/11-ST1A	11,7	100	0,00349	100	0,0156	100
94-AL1/15-ST1A	13,6	100	0,00349	100	0,0132	100
Ознака СИП <sup>5</sup> CCSX	$d_{uSIP}$		$\gamma_{uSIP}$		$\gamma_{duSIP}$	
	mm	%	daN/m mm <sup>2</sup>	%	daN/m mm <sup>2</sup>	%
48-AL1/8-ST1A W 10 kV W 20 kV	14,6	152	0,0051	147	0,025	129
70-AL1/11-ST1A W 10 kV W 20 kV	16,7	143	0,0048	138	0,019	122
94-AL1/15-ST1A W 10 kV W 20 kV	18,6	137	0,0046	132	0,016	121
48-AL3 W 10 kV W 20 kV	14,0	146	0,0045	129	0,0260	135
66-AL3 W 10 kV W 20 kV	15,7	134	0,0043	123	0,0216	138
93-AL3 W 10 kV W 20 kV	17,5	129	0,0040	115	0,0169	128

<sup>1</sup> У даљем тексту СИП.

<sup>2</sup> Подаци су према табели 6.6.а ТП – 10 б.

<sup>3</sup> Подаци су према табелама у поглављу 5.2 ТП – 10 в.

<sup>4</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>5</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Процент повећања спољашњег пречника, односно запреминске масе, из табеле 1, у истим осталим условима (дужина средњег распона<sup>6</sup>, назначени пресек, облед, распоред проводника у глави стуба итд.) директно или приближно одговара проценту повећања свих параметара који зависе од променљивих оптерећења.

Зато 10 kV НВ изведен СИП или 20 kV НВ изведен СИП, у односу на СН НВ изведен проводницима од алучелика има:

- веће угибе, па ту треба очекивати тешкоће у испуњавању захтева с обзиром на сигурносне висине, имајући у виду да се са становишта заштите на раду СИП третира као голи проводник;
- веће оптерећење линијско носећа упоришта, пошто је код ових упоришта за избор номиналне силе стабла меродавно оптерећење од ветра;
- веће вертикалне силе, које су меродавне код избора конзола;
- мање оптерећење затезних упоришта, пошто се код СН НВ изведен СИП, због ограничења на еолске вибрације, бирају нешто ниже вредности максималног радног напрезања ( $\sigma_{mSIP}$ ).

Изразиту предност СН НВ изведен СИП има у односу на СН НВ изведен проводницима од алучелика с обзиром на критеријум дозвољених размака између проводника у средини распона, па могу да се користе конзоле са два до три пута мањом дужином крака, да се заузме ужи коридор, да се 10 kV НВ заменом изолатора користи као 20 kV НВ или 35 kV НВ.

Вредности максималних угиба голог проводником од алучелика ( $f_{mA\check{c}}$ ) и максималних угиба 10 kV СИП са проводником од алучелика или 20 kV СИП са проводником од алучелика ( $f_{mSIP}$ ) за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дате у табели 2.

Према вредностима максималних угиба голог проводником од алучелика ( $f_{mA\check{c}}$ ) и максималних угиба 10 kV СИП са проводником од алучелика или 20 kV СИП са проводником од алучелика ( $f_{mSIP}$ ) за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 датим у табели 2 повећање угиба 10 kV СИП са проводником од алучелика или 20 kV СИП са проводником од алучелика ( $f_{mSIP}$ ) у односу на угибе голог проводником од алучелика ( $f_{mA\check{c}}$ ) је: у границама између 20% до 30%.

Вредности максималних угиба голог проводника од алучелика ( $f_{mA\check{c}}$ ) и максималних угиба 35kV СИП ( $f_{mSIP}$ ) за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дате у табели 3.

Према вредностима максималних угиба голог проводником од алучелика ( $f_{mA\check{c}}$ ) и максималних угиба 35 kV СИП ( $f_{mSIP}$ ) за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 датим у табели 3 повећање угиба 35 kV СИП ( $f_{mSIP}$ ) у односу на угибе голог проводником од алучелика ( $f_{mA\check{c}}$ ) је: у границама између 35% до 55%.

<sup>6</sup> Уместо термина: средњи распон често се стручној литератури користи термин: ветровни распон.



Табела 2 Максимални угиби голог проводника од алучелика ( $f_{mAl\check{c}}$ ) и максимални угиби 10 kV СИП са проводником од алучелика или 20 kV СИП са проводником од алучелика ( $f_{mSIP}$ ) за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

	Дужина распона									
	$a$					$m$				
	60	80	100	120	150	60	80	100	120	150
Ознака голог проводника од алучелика <sup>7</sup>	Максимални угиби голог проводника $f_{mAl\check{c}}$ cm									
	Максимално радно напрезање голог проводника $\sigma_{mp}$ daN/mm <sup>2</sup>									
	8					7				
48-AL1/8-ST1A	111	196	305	439	687	132	229	354	507	786
70-AL1/11-ST1A	90	159	247	354	553	108	186	288	412	640
94-AL1/15-ST1A	80	138	213	304	470	96	162	248	351	543
Ознака СИП <sup>8</sup>  CCSX	Максимални угиби СИП $f_{mSIP}$ cm									
	Максимално радно напрезање СИП $\sigma_{mSIP}$ daN/mm <sup>2</sup>									
	8					7				
48-AL1/8-ST1A W 10 kV W 20 kV	142	251	389	561	873	165	290	447	644	1 009
70-AL1/11-ST1A W 10 kV W 20 kV	113	197	306	440	685	133	229	354	507	789
94-AL1/15-ST1A W 10 kV W 20 kV	97	167	257	366	570	114	195	298	423	654
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.										

<sup>7</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>8</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Табела 3 Максимални угиби голог проводника од алучелика ( $f_{mAlc}$ ) и максимални угиби 35kV СИП ( $f_{mSIP}$ ) за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

	Дужина распона									
	a m									
	60	80	100	120	150	60	80	100	120	150
Ознака голог проводника од алучелика <sup>9</sup>	Максимални угиби голог проводника $f_{mAlc}$ cm									
	Максимално радно напрезање голог проводника $\sigma_{mp}$ daN/mm <sup>2</sup>									
	9					8				
70-AL1/11-ST1A	78	106	217	312	488	90	159	247	354	553
94-AL1/15-ST1A	66	117	183	263	412	80	138	213	304	470
Ознака СИП <sup>10</sup>  CCSX	Максимални угиби СИП $f_{mSIP}$ cm									
	Максимално радно напрезање СИП $\sigma_{mSIP}$ daN/mm <sup>2</sup>									
	9					8				
70-AL1/11-ST1A W 35 kV	110	195	305	440	688	128	225	348	499	777
94-AL1/15-ST1A W 35 kV	93	162	252	362	564	108	187	289	413	640
66-AL3 W 35 kV	123	219	344	495	775	139	247	387	558	874
93-AL3 W 35 kV	96	170	266	384	601	108	192	300	432	676
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.										

### Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика

Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>9</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>10</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

EN 50182:2001

- 44 -

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

Code	Old code	Areas		No. of wires		Wire diameter		Diameter		Mass per unit length kg/km	Rated strength kN	DC resistance Ω/km	Final modulus of elasticity N/mm <sup>2</sup>	Coefficient of linear expansion 1/K	Current carrying capacity
		Al	Steel	Al	Steel	Core	Cond.	Al	Steel						
15-AL1/3-ST1A	162/5	15,3	2,54	1,80	1,80	1,80	5,40	81,6	5,80	1,876,9	1,92E-05	81 000	105		
24-AL1/4-ST1A	25/4	23,9	3,98	2,25	2,25	2,25	6,75	86,3	8,95	1,201,2	1,92E-05	81 000	140		
34-AL1/6-ST1A	35/6	34,4	5,73	2,70	2,70	2,70	8,10	138,7	12,37	0,854,2	1,92E-05	81 000	170		
44-AL1/8-ST1A	44/32	44,0	31,7	2,00	2,40	2,40	7,20	11,2	369,3	0,657,4	1,50E-05	110 000	-		
48-AL1/8-ST1A	50/8	48,3	8,04	3,20	3,20	3,20	9,60	194,8	16,81	0,593,9	1,92E-05	81 000	210		
51-AL1/8-ST1A	50/30	51,2	29,8	2,33	2,33	2,33	6,99	11,7	374,7	42,98	0,564,4	107 000	-		
70-AL1/11-ST1A	70/12	69,9	11,4	1,85	1,44	4,32	11,7	282,2	26,27	0,413,2	1,88E-05	77 000	290		
94-AL1/15-ST1A	95/15	94,4	15,3	1,67	5,01	13,6	380,6	34,93	34,93	0,308,0	1,88E-05	77 000	350		
97-AL1/16-ST1A	99/55	96,5	56,3	3,20	3,20	3,20	9,60	160	70,88	0,299,2	1,53E-05	107 000	-		
106-AL1/16-ST1A	105/75	105,7	75,5	3,10	2,25	11,3	17,5	885,3	105,82	0,274,2	1,50E-05	110 000	-		
122-AL1/20-ST1A	120/20	121,6	19,8	2,44	1,90	5,70	15,5	491,0	44,50	0,237,6	1,88E-05	77 000	410		
122-AL1/20-ST1A	120/70	122,1	71,3	3,60	3,60	10,8	18,0	894,5	97,92	0,236,4	1,53E-05	107 000	-		
128-AL1/20-ST1A	125/30	127,9	29,8	2,33	2,33	6,99	16,3	587,0	58,41	0,226,0	1,78E-05	82 000	425		
149-AL1/24-ST1A	150/25	148,9	24,2	2,70	2,10	6,30	17,1	600,8	53,67	0,184,0	1,88E-05	77 000	470		
172-AL1/40-ST1A	170/40	171,8	40,1	2,10	2,70	8,10	18,9	788,2	74,89	0,169,3	1,78E-05	82 000	520		
184-AL1/40-ST1A	185/30	183,8	29,8	2,70	2,70	8,10	18,9	788,2	74,89	0,169,3	1,88E-05	77 000	535		
209-AL1/24-ST1A	210/35	209,1	34,1	2,49	2,49	7,47	20,3	844,1	73,36	0,139,1	1,88E-05	77 000	590		
212-AL1/49-ST1A	210/50	212,1	49,5	3,00	3,00	9,00	21,0	973,1	92,46	0,139,1	1,78E-05	82 000	610		
230-AL1/30-ST1A	230/30	230,9	29,8	3,50	2,33	6,99	21,0	870,9	72,13	0,125,0	1,96E-05	74 000	630		
243-AL1/36-ST1A	240/40	243,1	38,5	3,45	2,68	8,04	21,8	980,1	85,12	0,118,8	1,88E-05	77 000	645		
264-AL1/54-ST1A	265/35	263,7	34,1	2,70	3,74	2,49	7,47	22,4	994,4	0,109,5	1,96E-05	74 000	680		
304-AL1/49-ST1A	300/50	304,3	49,5	3,86	3,00	9,00	24,4	1227,3	105,09	0,094,9	1,88E-05	77 000	740		
305-AL1/39-ST1A	305/40	304,6	39,5	3,44	2,68	8,04	24,1	1151,2	96,80	0,094,9	1,93E-05	70 000	740		
339-AL1/30-ST1A	340/30	339,3	29,8	3,99	3,00	2,33	6,99	25,0	1171,2	0,085,2	2,05E-05	62 000	790		
382-AL1/49-ST1A	380/50	381,7	49,5	4,31	2,54	3,00	9,00	27,0	121,30	0,075,8	1,93E-05	70 000	840		
386-AL1/34-ST1A	385/35	386,0	34,1	4,20	1,48	7,47	26,7	1333,6	102,56	0,074,9	2,05E-05	62 000	850		
434-AL1/56-ST1A	435/55	434,3	56,3	4,90	5,4	3,20	9,60	1641,3	133,59	0,066,6	1,93E-05	70 000	900		
449-AL1/39-ST1A	450/40	448,7	39,5	4,88	2,48	3,45	2,68	8,04	28,7	154,9	2,05E-05	62 000	920		
490-AL1/34-ST1A	490/65	490,3	63,6	5,53	5,4	3,40	10,2	30,6	1852,9	0,059,0	1,93E-05	70 000	960		
494-AL1/24-ST1A	495/35	494,4	34,1	5,28	4,5	7,47	29,9	1632,6	117,96	0,059,4	2,09E-05	61 000	985		
511-AL1/45-ST1A	510/45	510,5	45,3	5,55	4,8	3,68	2,87	8,61	30,7	1765,3	2,05E-05	62 000	995		
560-AL1/171-ST1A	560/70	549,7	71,3	6,20	5,4	3,60	3,60	10,8	2077,2	166,32	1,93E-05	70 000	1020		
562-AL1/49-ST1A	560/50	561,7	49,5	6,11	4,8	3,86	3,00	9,00	32,2	1939,5	2,05E-05	62 000	1040		
571-AL1/39-ST1A	570/40	571,2	39,5	6,10	4,5	4,02	2,68	8,04	32,2	1887,1	2,08E-05	61 000	1050		
653-AL1/45-ST1A	650/45	653,5	45,3	6,98	4,5	4,30	2,87	8,61	34,4	2159,9	2,09E-05	61 000	1120		
679-AL1/36-ST1A	680/35	678,6	36,0	7,64	5,4	4,00	2,40	12,0	2549,7	206,56	1,94E-05	68 000	1150		
1046-AL1/45-ST1A	1045/45	1045,6	45,3	10,90	7,2	4,30	2,87	8,61	43,0	3248,2	2,17E-05	60 000	1580		

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 61597

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 9**

Реконструисати 10 kV НВ изведен голим проводницима од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>11</sup> који на делу трасе пролази кроз младу шуму, тако да с,е у три затезна поља са 21 распоним између стубних места број 13 и 34, уграђује СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>12</sup>. Подаци о делу трасе постојећег 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика која пролази кроз младу шуму су следећи:

- стабла и конзоле су од бетона;
- максимално радно напрезање проводника:  $\sigma_{mp} = 9 \text{ daN/mm}^2$ ;
- тип стабла линијско носећих упоришта је 12/315 са распоредом проводника у глави стуб у делта ( $\Delta$ ) и номиналном дужином крака доње конзоле од 100 см или 125 см на удаљењу доње конзоле од врха стабла ( $h_k$ ) од 1 м;
- тип стабла угаоно затезних упоришта за за угао скретања трасе вода ( $\alpha$ ) мањи или једнак  $20^\circ$  је 11/1250 са распоредом проводника у глави стуб у равни;
- вредност најмање дужине распона је:  $a_{13} = 42 \text{ m}$ , а највећа:  $a_{31} = 85 \text{ m}$ ;
- вредност највеће дужине ветровног распона линијско носећих упоришта је код стубног места N23 износи:  $a_{sr} = 80 \text{ m}$ ;
- вредност номиналне дужине крака конзоле на доњој конзоли са удаљењем од врха стабла ( $h_k$ ) од 1 м износи:  $L_{kn} = 125 \text{ cm}$ ;
- вредност притиска ветра ( $p_v$ ) је  $60 \text{ daN/m}^2$ ;
- вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) је 1,6.

Проверити да ли је могућа замена голог проводника од алучелика са СИП од алучелика без адаптације стубова. Резултате прорачуна посебно приказати за затезном пољу ZP 2 са 6 распона са следећим дужинама распона:  $a_{20} = 57 \text{ m}$ ,  $a_{21} = 65 \text{ m}$ ,  $a_{22} = 81 \text{ m}$ ,  $a_{23} = 79 \text{ m}$ ,  $a_{24} = 67 \text{ m}$  и  $a_{25} = 60 \text{ m}$ .

<sup>11</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>12</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

**Решење**

Провера могућности замене голог проводника од алучелика са СИП од алучелика без адаптације стубова мора да се је по следећим критеријумима:

- а) Одређивање вредности максималног радног напрезања СИП;
- б) Провера сигурносних висина;
- в) Провера носивости стубова;
- г) Провера дужине крака конзола.

**а) Одређивање вредности максималног радног напрезања СИП по основи избегавања појаве еолских вибрација**

Одређивање вредности максималног радног напрезања СИП је на основу избегавања појаве еолских вибрација.

Избегавање појаве еолских вибрација СИП је одређивањем вредности максималног радног напрезања СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) такве да радно напрезање СИП на  $0^{\circ}C$  ( $\sigma_{SIP0}$ ) није веће од  $4 \text{ daN/mm}^2$ .

Интересантно је да је могућност појаве еолских вибрација СИП, под једнаким осталим условима, већа код распона са мањим дужинама распона ( $a$ ) него код распона са већим дужинама распона ( $a$ ).

Избор максималног радног напрезања СИП по основи избегавања појаве еолских вибрација је на основу критичног распона (13) дела трасе постојећег 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика која пролази кроз младу шуму са најмањом дужином распона ( $a_{13}$ ) од 42 m.

Вредност максималног радног напрезања СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>13</sup> ( $\sigma_{mSIP}$ ) под условом да је радно напрезање СИП на  $0^{\circ}C$  ( $\sigma_{SIP0}$ ) једако  $4 \text{ daN/mm}^2$  је  $8,6 \text{ daN/mm}^2$ . Према томе за вредност максималног радног напрезања СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>14</sup> ( $\sigma_{mSIP}$ ) за део трасе постојећег 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика која пролази кроз младу шуму се изабира први нижи цели број  $8 \text{ daN/mm}^2$  као типска вредност.

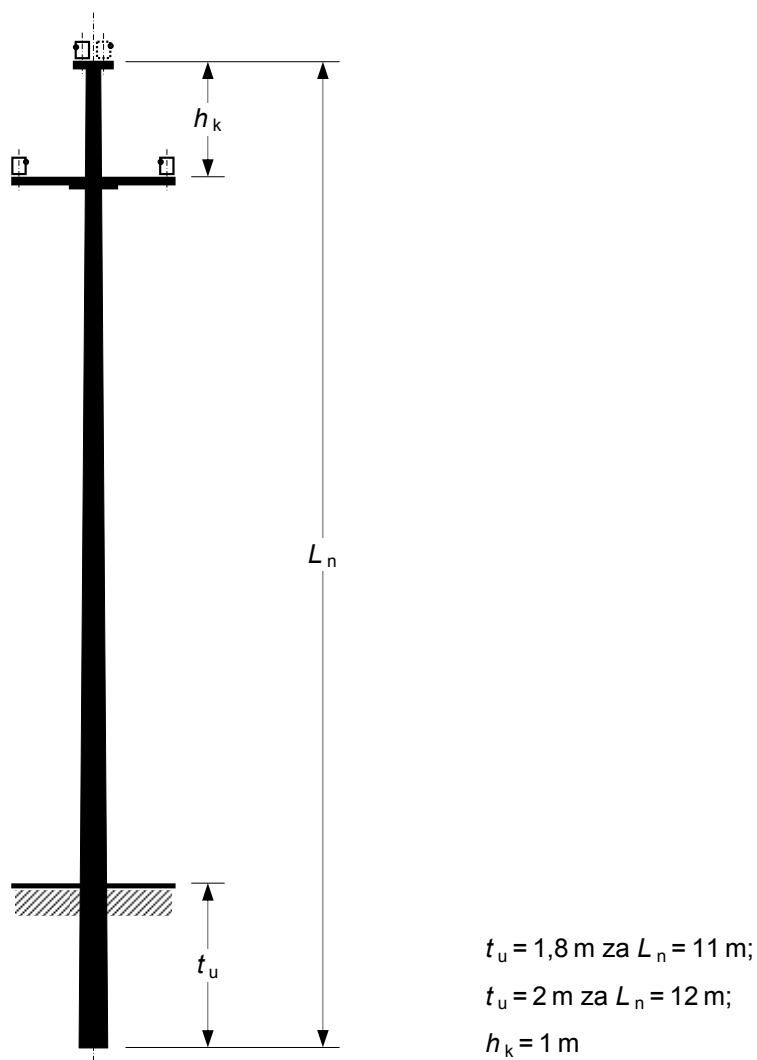
<sup>13</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>14</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

**б) Провера сигурносних висина**

Због повећане запреминске масе СИП у односу на голи проводник од алучелика, погледати табелу 1 овог Прилога максимални угиби СИП са проводником од алучелика у односу на максималне угибе голог проводника од алучелика су већи за око 27%.

Имајући у виду да се и за СИП усвајају исте сигурносне висине ( $h_{sv}$ ) као и за голе проводнике, зато што са становишта заштите на раду СИП се третира као и голи проводник, теоретски није могуће да се без посебне провере угиба и сигурносних висина у распонима по истим стаблима и конзолама са распоредом СИП у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) према слици Пр.9.



**Слика Пр.9 Делта ( $\Delta$ ) распоред СИП у глави стуба**

Постојећи распоред проводника у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) технички не одговара распореду СИП у глави стуба који би требало да је у равни. Техничко решење распореда СИП у глави стуба у равни захтевало би механичко скидање постојећих конзола и постављање нових конзола на врх стабла чиме би се на угибу добила резерва од 1 m. Међутим, пошто је реч о бетонским конзолама чија демонтажа или "отсецање" кракова би била доста компликована и скупа (реконструише се деонице кроз шуму, па не треба рачунати ни на приступ тешке механизације), тако да преостаје изнуђено решење да се за сваки распон појединачно прорачунају угиби и на основу снимљене трасе вода провере сигурносне висине.

Провера сигурносних висина је прорачуном угиба СИП за критични распон (31) дела трасе постојећег 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика која пролази кроз младу шуму са највећом дужином распона ( $a_{31}$ ) од 85 m.

Да би се у средини распона обезбедила потребна сигурносна висина ( $h_{sv}$ ) према слици Пр.9 треба да буде испуњен следећи услов:

$$h_{tlo} = L_n - h_k - t_u - f_{doz} + L_{iz} \geq h_{sv}$$

где је:

$h_{tlo}$  - геометријска висина СИП у средини распона у m;

$L_n$  - номинална дужина стабла у m;

$h_k$  - удаљење конзоле од врха стабла у m;

$t_u$  - дужина укљештења стабла у темељу у m;

$f_{doz}$  - максимални дозвољени угиб у m;

$L_{iz}$  - дужина изолатора у m.

Дужина изолатора <sup>15</sup> ( $L_{iz}$ ) је са знаком "+" зато што се за прихватање носеће прихватање СИП користе линијски потпорни изолатори.

Уградбена висина 10 kV линијског потпорног изолатора са арматуром – вертикално постављање ( $L_{iz}$ ) је 0,15 m <sup>16</sup>.

За критични распон (31) највећа вредност максималног угиба ( $f_{max}$ ) голог проводника од алучелика 48-AL1/8-ST1A <sup>17</sup> за вредност максималног радног напрезања ( $\sigma_{mp}$ ) од 9 daN/mm<sup>2</sup> је 194 cm, а за СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A <sup>18</sup> за вредност максималног радног напрезања ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup> је 281 cm, што значи да је угиб СИП у односу на голи проводник већи за 87 cm.

Потребна сигурносна висина у делу трасе постојећег 10 kV НВ која пролази кроз младу шуму према табели 4.2.10 ТП – 10 в за места приступачна возилима сигурносна висина ( $h_{sv}$ ) је 6 m.

Геометријска висина СИП у средини распона постојећег 10 kV НВ са распоредом проводника у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) ( $h_{tlo}$ ) према слици Пр.9 износи:

$$h_{tlo} = L_n - h_k - t_u - f_{doz} + L_{iz} = 12 - 1 - 2 - 2,81 + 0,15 = 6,34 \text{ m}$$

Тако да је задовољен услов  $h_{tlo} \geq h_{sv}$ .

<sup>15</sup> Уместо термина: дужина изолатора често се стручној литератури користи термин: уградбена висина изолатора.

<sup>16</sup> Уградбена висина 20 kV линијског потпорног изолатора са арматуром – вертикално постављање ( $L_{iz}$ ) је 0,3 m.

<sup>17</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>18</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.



Уколико се део трасе постојећег 10 kV НВ који пролази кроз младу шуму у неком распону укршта са неким путем, мора да се из снимљеног профила трасе вода провери да ли је задовољена сигурносна висина ( $h_{sv}$ ) изнад пута од 7 m. Према табели Пр.10.б.2 овог Прилога сигурносна висина ( $h_{sv}$ ) изнад пута од 7 m је задовољена ако дужина распона ( $a$ ) није већа од 74 m. У супротном, требало би да се примени неко од следећих решења: монтажа додатне металне двокраке конзоле непосредно испод постојеће вршне једнокраке конзоле (постојећа доња двокрака конзола, само на овом стубном месту, би остала гола ако би се показало да је демонтажа или отсецање кракова ове конзоле нерационално), или да се, као крајња мера, уметне ново упориште.

### в) Провера носивости стубова

Провера носивости стубова дела трасе постојећег 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика која пролази кроз младу шуму је провером носивости линијско носећих упоришта и упоришта са затезним прихватањем.

Провера носивости линијско носећих упоришта је провером носивости критичног стуба на стубном месту N23 са највећим ветровним распонем ( $a_{sr}$ ) од 80 m.

Вредност спољашњег пречника голог проводника од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>19</sup> ( $d_u$ ) према табели 1 овог Прилога је 9,6 mm.

Вредност спољашњег пречника СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>20</sup> ( $d_{uSIP}$ ) према табели 1 овог Прилога је 14,6 mm.

Очигледно је да је вредност спољашњег пречника СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>21</sup> за 52% већа од вредности спољашњег пречника голог проводника од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>22</sup>, па се за толико и повећава дејство од ветра на проводнике у ветровном распону.

Вредности дејстава од дејства ветра сведена на врх стуба ( $F_{rv}$ ) стубног места N23 на стабло и проводнике, за величину ветровног распона ( $a_{sr}$ ) од 80 m и вредност притиска ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> износи:

- за постојећи 10 kV НВ изведен голим проводницима од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>23</sup> са распоредом проводника у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) ( $F_{rv}$ ) 176,4 daN;
- за постојећи 10 kV НВ изведен СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>24</sup> после замене:
  - са распоредом СИП у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) ( $F_{rv}$ ) 244,4 daN што је мање од номиналне силе стабла ( $F_n$ ) од 315 daN;
  - са распоредом СИП у глави стуба у равни ( $F_{rv}$ ) 256 daN што је мање од од номиналне силе стабла ( $F_n$ ) од 315 daN.

<sup>19</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>20</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>21</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>22</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>23</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>24</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

Очигледно је да је вредност дејстава од дејства ветра сведена на врх стуба ( $F_{rv}$ ) стубног места N23 за постојећи 10 kV НВ изведен СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>25</sup> за око 40% већи од вредности резултанте дејстава од ветра сведених на врх стуба ( $F_{rv}$ ) стубног места N23 за постојећи 10 kV НВ изведен голим проводницима од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>26</sup>.

Провера носивости упоришта са затезним прихватањем је провером носивости стуба са затезним прихватањем.

Вредност максималног радног напрезања голог проводника од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>27</sup> ( $\sigma_{mp}$ ) је 9 daN/mm<sup>2</sup>.

Вредност максималног радног напрезања СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>28</sup> ( $\sigma_{mSIP}$ ) је 8 daN/mm<sup>2</sup>.

Очигледно је да је вредност максималног радног напрезања СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>29</sup> мања од вредности максималног радног напрезања голог проводника од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>30</sup>, а како су вредности површина попречног пресека голог проводника и проводника СИП једнаки, зато сви стубови са затезним прихватањем задовољавају и за затезно прихватање СИП.

#### г) Провера дужине крака конзола

Провера дужине крака конзола дела трасе постојећег 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика која пролази кроз младу шуму је провером дозвољеног размака у средини распона између СИП.

Дозвољени размак у средини распона између СИП са проводником од алучелика или између СИП са проводником од легуре алуминијума AL3 треба да је 1/3 размака између голих проводника од алучелика или између голих проводника од легуре алуминијума AL3 истог типа и пресека проводника израчунатих према ПТН за надземне водове високог напона<sup>31</sup>.

Вредности граничних дужина с обзиром на дозвољене размаке у глави стуба ( $a_{gusr}$ )<sup>32</sup> 10 kV НВ и 20 kV НВ изведени СИП и голим проводницима за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 и вредност притиска ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> су дати у табели Пр.9.

<sup>25</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>26</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>27</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>28</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>29</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>30</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>31</sup> Правилник о техничким нормативима за изградњу надземних електроенергетских водова називног напона од 1 kV до 400 kV.

<sup>32</sup> Под условом да размак у средини распона између СИП са проводником од алучелика или између СИП са проводником од легуре алуминијума AL3 треба да је 1/3 размака између голих проводника од алучелика или између голих проводника од легуре алуминијума AL3 истог типа и пресека проводника израчунатих према Правилнику о техничким нормативима за изградњу надземних електроенергетских водова називног напона од 1 kV до 400 kV.

Очигледно је према вредностима датим у табели Пр.9 да ако номинална дужина крака конзола ( $L_{kn}$ ) задовољава потребне размаке у средини распона између голих проводника од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>33</sup> сигурно задовољава и потребне размаке у средини распона између СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>34</sup>.

Табела Пр.9 Граничне дужине распона с обзиром на дозвољене размаке у глави стуба ( $a_{gusr}$ ) 10 kV НВ и 20 kV НВ изведени СИП и голим проводницима за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 и вредност притиска ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup>

		Гранична дужина распона с обзиром на дозвољене размаке у глави стуба $a_{gusr}$ m							
		Номиналне дужине крака конзоле $L_{kn}$ cm							
		40	63	80	100	40	63	80	100
Ознака голог проводника од алучелика <sup>35</sup>		Максимално радно напрезање голог проводника $\sigma_{mp}$ daN/mm <sup>2</sup>							
		8				9			
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV	–	43	57	75	–	48	63	80
	W 20 kV	–	34	49	66	–	39	54	72
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV	–	49	65	85	–	55	72	92
	W 20 kV	–	38	56	75	–	43	62	82
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV	–	53	72	93	–	59	78	101
	W 20 kV	–	39	61	82	–	44	67	89
Ознака СИП <sup>36</sup> CCSX		Максимално радно напрезање СИП $\sigma_{mSIP}$ daN/mm <sup>2</sup>							
		8				9			
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV	80	131	169	–	86	140	178	–
	W 20 kV	73	124	162	–	78	132	172	–
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV	93	152	195	–	99	162	207	–
	W 20 kV	84	143	186	–	90	153	198	–
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV	103	169	218	–	111	181	232	–
	W 20 kV	93	160	209	–	100	171	222	–
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.									

<sup>33</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>34</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>35</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>36</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

### **Закључак**

На основу изведеног упоредног механичког прорачуна и анализе, може да се закључи: на делу трасе постојећег 10 kV НВ изведеног голим проводницима од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>37</sup> која пролази кроз младу шуму могу да се замене голи проводници са СИП са проводником од алучелика 48-AL1/8-ST1A<sup>38</sup> по истим стубовима, под условом:

- да је максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{\text{mSIP}}$ ) 8 daN/mm<sup>2</sup>;
- да највећа дужина распона ( $a$ ) не пређе 89 m ако је сигурносна висина ( $h_{\text{sv}}$ ) 6 m (када вод не иде кроз насељено место и не укршта се са путем), односно не пређе 74 m ако је сигурносна висина ( $h_{\text{sv}}$ ) 7 m;
- да се постојећи распоред проводника у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) не мења осим ако се код неког стубног места покаже да није задовољен критеријум дозвољене сигурносне висине, тада могу да се примене следеће мере: дизање СИП у врх стуба или уметање новог упоришта.

<sup>37</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

<sup>38</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

**Пример 10**

Извршити оптимизацију параметара за механички прорачун и типизацију облика главе стуба 10 kV НВ изведен СИП или 20 kV НВ изведен СИП, и то: максималног радног напрезања ( $\sigma_{\text{mSIP}}$ ), номиналне дужине стабла ( $L_n$ ), номиналне силе стабла ( $F_n$ ) и номиналне дужине крака конзоле ( $L_{\text{kn}}$ ).

Параметри за прорачун:

- вредност коефицијента обледа ( $k_{\text{do}}$ ) је 1 и 1,6;
- вредност притиска ветра ( $p_v$ ) је 60 daN/m<sup>2</sup>.

За носеће прихватање проводника користе се:

- стабла номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) 11 m и 12 m;
- линијски потпорни изолатори са арматуром – вертикално постављање.

За затезно прихватање проводника користе се:

- стабла номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) 11 m;
- затезни изолаторски ланци.

**Решење**

Оптимизацију параметара је за упоришта са носећим прихватањем за распоред СИП у глави стуба у равни и делта ( $\Delta$ ), са становишта:

- а) максималног радног напрезања;
- б) номиналних дужина стабала;
- в) номиналних сила стабала линијско носећих упоришта;
- г) номиналних дужина крака конзоле.

**а) Оптимизација са становишта максималног радног напрезања**

Оптимизација са становишта максималног радног напрезања СИП је одређивање вредности максималног радног напрезања СИП је на основу избегавања појаве еолских вибрација и дужина распона.

Избегавање појаве еолских вибрација СИП је одређивањем вредности максималног радног напрезања СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) такве да радно напрезање СИП на  $0^{\circ}\text{C}$  ( $\sigma_{SIP0}$ ) није веће од  $4 \text{ daN/mm}^2$ .

Дужине распона ( $a$ ) треба да су веће од граничних дужина распона преко којих је мања вероватноћа појаве еолских вибрација под условом да радно напрезање СИП на  $0^{\circ}\text{C}$  ( $\sigma_{0SIP}$ ) није веће од  $4 \text{ daN/mm}^2$  ( $a_{geol}$ ).

Вредности граничних дужина распона СИП преко којих је мања вероватноћа појаве еолских вибрација под условом да радно напрезање СИП на  $0^{\circ}\text{C}$  ( $\sigma_{0SIP}$ ) није веће од  $4 \text{ daN/mm}^2$  ( $a_{geol}$ ) су дате у табели Пр.10.а.

Табела Пр.10.а Граничне дужине распона СИП преко којих је мања вероватноћа појаве еолских вибрација под условом да радно напрезање СИП на 0°C ( $\sigma_{OSIP}$ ) није веће од 4 daN/mm<sup>2</sup> ( $a_{geol}$ )

		Гранична дужина распона преко којих је мања вероватноћа појаве еолских вибрација					
		$a_{geol}$ m					
		Коефицијент обледа					
		$k_{do}$					
		1,6			1		
		Максимално радно напрезање СИП					
		$\sigma_{mSIP}$ daN/mm <sup>2</sup>					
Ознака СИП <sup>39</sup>							
CCSX		9	8	7	9	8	7
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV W 20 kV	46	34	24	79	55	38
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV W 20 kV	64	47	33	119	80	53
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV W 20 kV	85	64	42	194	111	69
48-AL3	W 10 kV W 20 kV	48	37	26	78	58	41
66-AL3	W 10 kV W 20 kV	62	47	34	104	76	52
93-AL3	W 10 kV W 20 kV	83	69	45	150	104	72

Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.

Према вредностима граничних дужина распона СИП преко којих је мања вероватноћа појаве еолских вибрација под условом да радно напрезање СИП на 0°C ( $\sigma_{OSIP}$ ) није веће од 4 daN/mm<sup>2</sup> ( $a_{geol}$ ) за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су веће од 80 m одређује се оптимална вредност максималног радног напрезања СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>.

<sup>39</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

## б) Оптимизација са становишта номиналних дужина стабала

Оптимизација са становишта номиналних дужина стабала је одређивање вредности номиналне дужине стабла на основу потребне сигурносне висине у средини распона.

Да би се у средини распона обезбедила потребна сигурносна висина СИП ( $h_{sv}$ ) према слици Пр.9 треба да буде испуњен следећи услов:

$$h_{tlo} = L_n - h_k - t_u - f_{doz} + L_{iz} \geq h_{sv}$$

где је:

$h_{tlo}$  - геометријска висина СИП у средини распона у м;

$L_n$  - номинална дужина стабла у м;

$h_k$  - удаљење конзоле од врха стабла у м;

$t_u$  - дужина укљештења стабла у темељу у м;

$f_{doz}$  - максимални дозвољени угиб СИП у м;

$L_{iz}$  - дужина изолатора у м.

Дужина изолатора<sup>40</sup> ( $L_{iz}$ ) је са знаком "+" зато што се за прихватање носеће прихватање СИП користе линијски потпорни изолатори.

Уградбена висина 10 kV линијског потпорног изолатора са арматуром – вертикално постављање ( $L_{iz}$ ) је 0,15 m, а уградбена висина 20 kV линијског потпорног изолатора са арматуром – вертикално постављање ( $L_{iz}$ ) је 0,3 m.

Вредности максималних угиба СИП са проводником од алучелика ( $f_{max}$ )<sup>41</sup> су дате у табели Пр.10.б.1.

Вредности граничних дужина распона СИП с обзиром на сигурносне висине СН НВ ( $a_{gf}$ )<sup>42</sup> за коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дате у табели Пр.10.б.2.

<sup>40</sup> Уместо термина: дужина изолатора често се стручној литератури користи термин: уградбена висина изолатора.

<sup>41</sup> Вредност максималних угиба СИП са проводником од алучелика датих у табели Пр.10.б.1 могу да се користе и као вредности максималних угиба СИП са проводником од легуре алуминијума AL3 умањене за око 3%.

<sup>42</sup> На основу критеријума сигурносних висина СН НВ примена распореда СИП у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) није рационално решење.



Табела Пр.10.6.1 Максимални угиби СИП са проводником од алучелика

		Максимални угиби СИП са проводником од алучелика						
		$f_{\max\text{SIP}}$ cm						
		Коефицијент обледа						
		$k_{\text{do}}$ — 1,6   1						
Ознака СИП <sup>43</sup> CCSX	Распон a m	Максимално радно напрезање СИП						
		$\sigma_{\text{mSIP}}$ daN/mm <sup>2</sup>						
		9	8	7	9	8	7	
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV W 20 kV	40	54	65	77	45	51	61
		60	122	142	165	91	107	124
		80	218	251	290	159	183	211
		100	341	389	447	252	281	324
		120	492	561	644	353	401	460
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV W 20 kV	150	774	873	1 009	548	622	712
		40	42	52	63 *	42	48	54 *
		60	95	113	133	74	88	103
		80	170	197	229	129	150	174
		100	267	306	354	198	228	263
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV W 20 kV	120	285	440	507	283	323	372
		150	602	685	789	438	497	571
		40	41	48	55	41	47	54
		60	81	97	114	72	81	93
		80	144	167	195	113	132	153
		100	224	257	298	173	199	229
		120	321	366	423	245	280	321
		150	500	570	654	375	427	488

\* - односи се на мешовит 10 kV НВ изведен СИП или 20 kV НВ изведен СИП.  
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.

<sup>43</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Табела Пр.10.6.2 Граничне дужине распона СИП с обзиром на сигурносне висине СН НВ ( $a_{gf}$ ) за вредност коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

		Гранична дужина распона СИП с обзиром на сигурносне висине СН НВ $a_{gf}$ m							
		Номинална дужина стабла $L_n$ m							
		Сигурносне висине $h_{sv}$ m							
Ознака СИП <sup>44</sup> CCSX		Максимално радно напрезање СИП $\sigma_{mSIP}$ daN/mm <sup>2</sup>							
		Распоред СИП у глави стуба у равни							
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV	77	72	92	86	89	83	103	96
	W 20 kV	79	74	94	88	92	85	105	97
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV	87	80	104	97	101	94	116	108
	W 20 kV	90	83	107	99	103	96	118	110
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV	95	88	114	106	111	103	127	118
	W 20 kV	98	91	117	108	113	105	129	121
48-AL3	W 10 kV	75	70	90	84	87	81	100	93
	W 20 kV	77	72	92	85	89	83	102	95
66-AL3	W 10 kV	83	77	99	92	96	89	110	103
	W 20 kV	86	80	101	94	98	92	112	105
93-AL3	W 10 kV	94	87	112	104	109	101	125	116
	W 20 kV	97	90	115	106	111	103	127	118
		Распоред СИП у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) са удаљењем доње конзоле од врха стабла ( $h_k$ ) од 1 m							
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV	–	–	–	–	74	68	89	83
	W 20 kV	–	–	–	–	76	71	92	85
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV	–	–	–	–	83	77	101	94
	W 20 kV	–	–	–	–	86	80	103	96
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV	–	–	–	–	91	84	111	103
	W 20 kV	–	–	–	–	94	87	113	105
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.									

<sup>44</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Према вредностима граничних дужина распона СИП с обзиром на сигурносне висине СН НВ ( $a_{gf}$ ) за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су веће од 80 m за вредност максималног радног напрезања СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од  $8 \text{ daN/mm}^2$  одређује се распоред СИП у глави стуба у равни и вредност номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) од 11 m на делу трасе вода где је вредност потребне сигурносне висине ( $h_{sv}$ ) од 6 m и вредност номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) од 12 m на делу трасе вода где је вредност потребне сигурносне висине ( $h_{sv}$ ) од 7 m.

**в) Оптимизација са становишта номиналних сила стабала линијско носећих упоришта**

Оптимизација са становишта номиналних сила стабала је одређивање вредности номиналне силе стабала линијско носећих упоришта на основу дејства ветра на стуб и СИП.

Вредности граничних дужина средњег распона линијско носећих упоришта ( $a_g$ ) за притисак ветра ( $p_v$ ) од  $60 \text{ daN/m}^2$  су дате у табели Пр.10.в.1.

Вредности граничних дужина средњег распона линијско носећих упоришта ( $a_g$ ) за притисак ветра ( $p_v$ ) од  $75 \text{ daN/m}^2$  су дате у табели Пр.10.в.2.

Табела Пр.10.в.1 Граничне дужине средњег распона линијско носећих упоришта ( $a_g$ ) за притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup>

		Граничне дужине средњег распона линијско носећих упоришта							
		$a_g$ m							
		Номинална дужина стабла							
		$L_n$ m							
		11				12			
		Номинална сила стабла							
		$F_n$ daN							
Ознака СИП <sup>45</sup> CCSX		250 *	315	400	630	250 *	315	400	630
		Распоред СИП у глави стуба у равни							
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV W 20 kV	79	104	136	224	77	102	134	222
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV W 20 kV	69	91	119	195	67	89	117	194
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV W 20 kV	62	81	107	175	60	80	105	174
48-AL3	W 10 kV W 20 kV	82	108	142	233	81	106	140	231
66-AL3	W 10 kV W 20 kV	73	96	127	208	72	95	125	206
93-AL3	W 10 kV W 20 kV	66	86	113	186	64	85	112	185
		Распоред СИП у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) са удаљењем доње конзоле од врха стабла ( $h_k$ ) од 1 m							
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV W 20 kV	-	-	-	-	82	108	142	235
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV W 20 kV	-	-	-	-	71	94	124	205
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV W 20 kV	-	-	-	-	64	85	112	184
48-AL3	W 10 kV W 20 kV	-	-	-	-	85	113	148	245
66-AL3	W 10 kV W 20 kV	-	-	-	-	76	100	132	218
93-AL3	W 10 kV W 20 kV	-	-	-	-	68	90	119	196

\* - само за стабла која могу да се затекну у постојећој надземној мрежи.  
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.

<sup>45</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Табела Пр.10.в.2 Граничне дужине средњег распона линијско носећих упоришта ( $a_g$ ) за притисак ветра ( $p_v$ ) од 75 daN/m<sup>2</sup>

		Граничне дужине средњег распона линијско носећих упоришта							
		$a_g$ m							
		Номинална дужина стабла							
		$L_n$ m							
		11				12			
		Номинална сила стабла							
		$F_n$ daN							
Ознака СИП <sup>46</sup> CCSX		250 *	315	400	630	250 *	315	400	630
		Распоред СИП у глави стуба у равни							
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV W 20 kV	60	80	106	176	58	78	104	174
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV W 20 kV	52	70	92	154	51	68	91	152
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV W 20 kV	47	63	84	138	46	61	81	136
48-AL3	W 10 kV W 20 kV	63	83	110	183	61	81	108	181
66-AL3	W 10 kV W 20 kV	56	74	98	163	54	72	97	162
93-AL3	W 10 kV W 20 kV	50	66	88	146	48	65	87	145
		Распоред СИП у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) са удаљењем доње конзоле од врха стабла ( $h_k$ ) од 1 m							
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV W 20 kV	–	–	–	–	62	83	110	184
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV W 20 kV	–	–	–	–	54	72	96	161
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV W 20 kV	–	–	–	–	48	64	86	144
48-AL3	W 10 kV W 20 kV	–	–	–	–	64	86	115	192
66-AL3	W 10 kV W 20 kV	–	–	–	–	57	77	102	171
93-AL3	W 10 kV W 20 kV	–	–	–	–	51	69	92	153

\* - само за стабла која могу да се затекну у постојећој надземној мрежи.  
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.

<sup>46</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Према вредностима граничних дужина средњег распона линијско носећих упоришта ( $a_g$ ) за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су веће од 80 m за распоред СИП у глави стуба у равни и вредност номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) од 11 m, за притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> одређују се номиналне силе стабала ( $L_n$ ) од 315 daN, а за притисак ветра ( $p_v$ ) од 75 daN/m<sup>2</sup> одређују се номиналне силе стабала ( $L_n$ ) од 400 daN.

**г) Оптимизација са становишта номиналних дужина крака конзоле**

Оптимизација са становишта номиналних дужина крака конзоле је одређивање вредности номиналне дужине крака конзоле на основу размака између СИП у средини распона.

Вредности максималног угиба у средини распона ( $f_m$ ), размака између СИП у средини распона ( $D_{us}$ ), номиналне дужине крака конзоле ( $L_{kn}$ ), резултантног оптерећења сведеног на врх стуба ( $F_{rv}$ ) и номиналне силе стабла ( $F_n$ ) за линијско носећа упоришта 10 kV НВ изведен СИП и 20 kV НВ изведен СИП са номиналном дужином стабла ( $L_n$ ) од 11 m распоредом СИП у глави стуба у равни за максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дати у табели Пр.10.г.1.

Вредности максималног угиба у средини распона ( $f_m$ ), размака између СИП у средини распона ( $D_{us}$ ), номиналне дужине крака конзоле ( $L_{kn}$ ), резултантног оптерећења сведеног на врх стуба ( $F_{rv}$ ) и номиналне силе стабла ( $F_n$ ) за линијско носећа упоришта 10 kV НВ изведен СИП и 20 kV НВ изведен СИП са номиналном дужином стабла ( $L_n$ ) од 11 m распоредом СИП у глави стуба у равни за максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дати у табели Пр.10.г.2.



Табела Пр.10.г.1 Максимални угиб у средини распона ( $f_m$ ), размак између СИП у средини распона ( $D_{usr}$ ), номинална дужина крака конзоле ( $L_{kn}$ ), резултанта оптерећења сведена на врх стуба ( $F_{rv}$ ) и номинална сила стабла ( $F_n$ ) за линијско носећа упоришта 10 kV НВ изведен СИП и 20 kV НВ изведен СИП са номиналном дужином стабла ( $L_n$ ) од 11 m распоредом СИП у глави стуба у равни за максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

Ознака СИП <sup>47</sup> CCSX	Распон a m						
		$f_m$ cm	$D_{usr}$ cm	$L_{kn}$ cm	$F_{rv}$ daN	$F_n$ daN	
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV	80	251	40	40	251	315
	W 20 kV			43			
	W 10 kV	100	389	49	63	303	400
	W 20 kV			52			
	W 10 kV	110	471	53	63	330	400
	W 20 kV			57			
W 10 kV	120	561	58	63	356	400	
W 20 kV			61				
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV	80	197	40	40	282	315
	W 20 kV			40			
	W 10 kV	100	306	43	63	342	400
	W 20 kV			46			
	W 10 kV	110	370	47	63	372	400
	W 20 kV			50			
W 10 kV	120	440	51	63	402	400 *	
W 20 kV			54				
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV	80	167	40	40	309	315
	W 20 kV			40			
	W 10 kV	100	257	40	63	376	400
	W 20 kV			42			
	W 10 kV	110	309	42	63	410	630
	W 20 kV			46			
W 10 kV	120	366	46	63	443	630	
W 20 kV			49				

\* - може али дужине распона не сме да је већа од 119 m.  
 Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.

<sup>47</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.


Табела Пр.10.г.2      Максимални угиб у средини распона ( $f_m$ ), размак између СИП у средини распона ( $D_{usr}$ ), номинална дужина крака конзоле ( $L_{kn}$ ), резултанта оптерећења сведена на врх стуба ( $F_{rv}$ ) и номинална сила стабла ( $F_n$ ) за линијско носећа упоришта 10 kV НВ изведен СИП и 20 kV НВ изведен СИП са номиналном дужином стабла ( $L_n$ ) од 11 m распоредом СИП у глави стуба у равни за максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

Ознака СИП <sup>48</sup> CCSX	Распон $a$ m							
		$f_m$ cm	$D_{usr}$ cm	$L_{kn}$ cm	$F_{rv}$ daN	$F_n$ daN		
48-AL1/8-ST1A	W 10 kV W 20 kV	110	471	53	63	335	400	
				57				
	W 10 kV W 20 kV	120	561	58		361		
				61				
70-AL1/11-ST1A	W 10 kV W 20 kV	110	370	47	63	377	400	
				50				
	W 10 kV W 20 kV	120	440	51		407		400*
				54				
94-AL1/15-ST1A	W 10 kV W 20 kV	110	309	42	63	414	630	
				46				
	W 10 kV W 20 kV	120	366	46		445		
				49				

\* - може али дужине распона не сме да је већа од 117 m.  
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.

<sup>48</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Према вредностима размака између СИП у средини распона ( $D_{us}$ ) за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су веће од 80 m за распоред СИП у глави стуба у равни, максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 одређују се номиналне дужине крака конзоле ( $L_{kn}$ ) од 63 cm.





**Пример 11**

Извршити оптимизацију параметара за механички прорачун и типизацију облика главе стуба 35 kV НВ изведен СИП, и то: максималног радног напрезања ( $\sigma_{\text{mSIP}}$ ), номиналне дужине стабла ( $L_n$ ), номиналне силе стабла ( $F_n$ ) и номиналне дужине крака конзоле ( $L_{\text{kn}}$ ).

Параметри за прорачун:

- вредност коефицијента обледа ( $k_{\text{do}}$ ) је 1 и 1,6;
- вредност притиска ветра ( $p_v$ ) је  $60 \text{ daN/m}^2$  и  $p_v = 75 \text{ daN/m}^2$ .

За носеће прихватање проводника користе се:

- стабла номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) 12 m, 15 m и 18 m;
- линијски потпорни изолатори са арматуром – вертикално постављање.

За затезно прихватање проводника користе се:

- стабла номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) 12 m, 15 m и 18 m;
- затезни изолаторски ланци.

**Решење**

Оптимизацију параметара је за упоришта са носећим прихватањем за распоред СИП у глави стуба у равни и делта ( $\Delta$ ), са становишта:

- а) максималног радног напрезања;
- б) номиналних дужина стабала;
- в) номиналних сила стабала линијско носећих упоришта;
- г) номиналних дужина крака конзоле.

**а) Оптимизација са становишта максималног радног напрезања**

Оптимизација са становишта максималног радног напрезања СИП је одређивање вредности максималног радног напрезања СИП је на основу избегавања појаве еолских вибрација и дужина распона.

Избегавање појаве еолских вибрација СИП је одређивањем вредности максималног радног напрезања СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) такве да радно напрезање СИП на  $0^{\circ}C$  ( $\sigma_{SIP0}$ ) није веће од  $4 \text{ daN/mm}^2$ .

Дужине распона ( $a$ ) треба да су веће од граничних дужина распона преко којих је мања вероватноћа појаве еолских вибрација под условом да радно напрезање СИП на  $0^{\circ}C$  ( $\sigma_{0SIP}$ ) није веће од  $4 \text{ daN/mm}^2$  ( $a_{geol}$ ).

Према вредностима граничних дужина распона СИП преко којих је мања вероватноћа појаве еолских вибрација под условом да радно напрезање СИП на  $0^{\circ}C$  ( $\sigma_{0SIP}$ ) није веће од  $4 \text{ daN/mm}^2$  ( $a_{geol}$ ) према табели 10.1.9 ТП – 10 в за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су веће од 80 m одређује се оптимална вредност максималног радног напрезања СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од  $8 \text{ daN/mm}^2$ .

**б) Оптимизација са становишта номиналних дужина стабала**

Оптимизација са становишта номиналних дужина стабала је одређивање вредности номиналне дужине стабла на основу потребне сигурносне висине у средини распона.

Да би се у средини распона обезбедила потребна сигурносна висина СИП ( $h_{sv}$ ) према слици Пр.9 треба да буде испуњен следећи услов:

$$h_{tlo} = L_n - h_k - t_u - f_{doz} + L_{iz} \geq h_{sv}$$

где је:

$h_{tlo}$  - геометријска висина СИП у средини распона у м;

$L_n$  - номинална дужина стабла у м;

$h_k$  - удаљење конзоле од врха стабла у м;

$t_u$  - дужина укљештења стабла у темељу у м;

$f_{doz}$  - максимални дозвољени угиб СИП у м;

$L_{iz}$  - дужина изолатора у м.

Дужина изолатора<sup>49</sup> ( $L_{iz}$ ) је са знаком "+" зато што се за прихватање носеће прихватање СИП користе линијски потпорни изолатори.

Вредности граничних дужина распона СИП с обзиром на сигурносне висине СН НВ ( $a_{gf}$ )<sup>50</sup> за распоред СИП у глави стуба у равни и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дате у табели Пр.11.б.

<sup>49</sup> Уместо термина: дужина изолатора често се стручној литератури користи термин: уградбена висина изолатора.

<sup>50</sup> На основу критеријума сигурносних висина СН НВ примена СИП са проводником од алучелика има предност у односу на СН НВ изведен СИП са проводником од легуре алуминијума AL3.

Табела Пр.11.6 Граничне дужине распона СИП с обзиром на сигурносне висине СН НВ ( $a_{gf}$ ) за распоред СИП у глави стуба у равни и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

		Гранична дужина распона СИП с обзиром на сигурносне висине СН НВ							
		$a_{gf}$ m							
		Номинална дужина стабла							
		$L_n$ m							
		12				15			
		Сигурносне висине							
		$h_{sv}$ m							
		7		6		7		6	
Ознака СИП <sup>51</sup>		Максимално радно напрезање СИП							
CCSX		$\sigma_{mSIP}$ daN/mm <sup>2</sup>							
		8	7	8	7	8	7	8	7
70-AL1/11-ST1A	W 35 kV	98	91	112	104	135	126	145	135
94-AL1/15-ST1A	W 35 kV	108	100	123	115	143	139	160	150
66-AL3	W 35 kV	93	97	106	99	128	119	137	128
93-AL3	W 35 kV	106	98	120	112	145	135	156	145
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.									

Према вредностима граничних дужина распона СИП с обзиром на сигурносне висине СН НВ ( $a_{gf}$ ) за вредност максималног радног напрезања СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup> и распоред СИП у глави стуба у равни за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су до 120 m одређују се и вредност номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) од 12 m и за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су преко 120 m вредност номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) од 15 m.

<sup>51</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.



**в) Оптимизација са становишта номиналних сила стабала линијско носећих упоришта**

Оптимизација са становишта номиналних сила стабала је одређивање вредности номиналне силе стабала линијско носећих упоришта на основу дејства ветра на стуб и СИП.

Вредности граничних дужина средњег распона линијско носећих упоришта 35 kV НВ изведен СИП ( $a_g$ )<sup>52</sup> за вредност притиска ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> су дате у табели Пр.11.в.1.

Вредности граничних дужина средњег распона линијско носећих упоришта 35 kV НВ изведен СИП ( $a_g$ )<sup>53</sup> за вредност притиска ветра ( $p_v$ ) од 75 daN/m<sup>2</sup> су дате у табели Пр.11.в.2.

Табела Пр.11.в.1 Граничне дужине средњег распона линијско носећих упоришта 35 kV НВ изведен СИП ( $a_g$ ) за вредност притиска ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup>

Граничне дужине средњег распона линијско носећих упоришта											
$a_g$ m											
Номинална дужина стабла											
$L_n$ m											
12				15				18			
Номинална сила стабла											
$F_n$ daN											
Ознака СИП <sup>54</sup> CCSX		315	400	630	315	400	630	1 000	400	630	1 000
Распоред СИП у глави стуба у равни											
70-AL1/11-ST1A	W 35 kV	74	97	161	57	80	144	246	72	136	238
94-AL1/15-ST1A	W 35 kV	67	89	147	52	73	131	225	66	124	218
66-AL3	W 35 kV	79	104	171	61	86	153	262	77	145	253
93-AL3	W 35 kV	71	94	155	55	77	138	237	70	131	229
Распоред СИП у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) са удаљењем доњих конзола од врха стабла ( $h_k$ ) од 1 m и 2 m											
70-AL1/11-ST1A	W 35 kV	78	103	170	–	84	151	–	–	–	–
94-AL1/15-ST1A	W 35 kV	71	94	156	–	77	138	–	–	–	–
66-AL3	W 35 kV	83	110	181	–	90	160	–	–	–	–
93-AL3	W 35 kV	75	99	164	–	81	145	–	–	–	–
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.											

<sup>52</sup> На основу критеријума граничних дужина средњег распона линијско носећих упоришта код СН НВ изведен СИП са проводником од алучелика јављају нешто већа оптерећења сведена на врх стуба у односу на СН НВ изведен СИП са проводником од легуре алуминијума AL3.

<sup>53</sup> На основу критеријума граничних дужина средњег распона линијско носећих упоришта код СН НВ изведен СИП са проводником од алучелика јављају нешто већа оптерећења сведена на врх стуба у односу на СН НВ изведен СИП са проводником од легуре алуминијума AL3.

<sup>54</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Табела Пр.11.в.2 Граничне дужине средњег распона линијско носећих упоришта 35 kV НВ изведен СИП ( $a_g$ ) за вредност притиска ветра ( $p_v$ ) од 75 daN/m<sup>2</sup>

		Граничне дужине средњег распона линијско носећих упоришта									
		$a_g$ m									
		Номинална дужина стабла									
		$L_n$ m									
		12			15				18		
Ознака СИП <sup>55</sup>		Номинална сила стабла									
CCSX		$F_n$ daN									
		400	630	1 000	315	400	630	1 000	400	630	1 000
		Распоред СИП у глави стуба у равни									
70-AL1/11-ST1A	W 35 kV	75	126	208	–	58	109	191	–	–	–
94-AL1/15-ST1A	W 35 kV	69	115	190	–	53	100	174	–	–	–
66-AL3	W 35 kV	80	134	221	–	62	116	203	–	–	–
93-AL3	W 35 kV	72	121	200	–	56	105	184	–	–	–
		Распоред СИП у глави стуба у делта ( $\Delta$ ) са удаљењем доњих конзола од врха стабла ( $h_k$ ) од 1 m и 2 m									
70-AL1/11-ST1A	W 35 kV	60	80	134	–	61	114	200	–	–	–
94-AL1/15-ST1A	W 35 kV	55	73	122	–	56	104	183	–	–	–
66-AL3	W 35 kV	64	85	142	–	65	121	213	–	–	–
93-AL3	W 35 kV	58	77	128	–	59	110	192	–	–	–
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.											

<sup>55</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Према вредностима граничних дужина средњег распона линијско носећих упоришта ( $a_g$ ) за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су веће од 120 m за распоред СИП у глави стуба у равни и вредност номиналне дужине стабла ( $L_n$ ) од 12 m и 15 m одређују се номиналне силе стабала ( $L_n$ ) од 630 daN.

**г) Оптимизација са становишта номиналних дужина крака конзоле**

Оптимизација са становишта номиналних дужина крака конзоле је одређивање вредности номиналне дужине крака конзоле на основу размака између СИП у средини распона.

Вредности граничних дужина распона с обзиром на дозвољене размаке у глави стуба ( $a_{gusr}$ ) 35 kV НВ изведен СИП са распоредом СИП у глави стуба у равни за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дати у табели Пр.11.г.

Табела Пр.11.г Граничне дужине распона с обзиром на дозвољене размаке у глави стуба ( $a_{gusr}$ ) 35 kV НВ изведен СИП са распоредом СИП у глави стуба у равни за вредност коефицијента обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

	Гранична дужина распона с обзиром на дозвољене размаке у глави стуба $a_{gusr}$ m									
	Притисак ветра $p_v$ daN/m <sup>2</sup>									
	60					75				
	Номиналне дужине крака конзоле $L_{kn}$ cm									
	63	80	63	80	63	80	63	80	63	80
Ознака голог проводника од алучелика <sup>56</sup>	Максимално радно напрезање СИП $\sigma_{mSIP}$ daN/mm <sup>2</sup>									
	8		9		8		9			
70-AL1/11-ST1A W 35 kV	127	168	135	178	124	164	132	174		
94-AL1/15-ST1A W 35 kV	142	188	152	200	138	183	147	195		
66-AL3 W 35 kV	118	155	125	165	115	152	123	162		
93-AL3 W 35 kV	135	178	144	190	132	174	141	186		
Напомена: Прорачун је урађен програмом UGIBI5.										

Према вредностима размака између СИП у средини распона ( $D_{us}$ ) за уобичајене дужине распона ( $a$ ) које су веће од 120 m за распоред СИП у глави стуба у равни, максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 одређују се номиналне дужине крака конзоле ( $L_{kn}$ ) од 63 cm.

<sup>56</sup> Ознаке и карактеристике голих проводника од алучелика су према табели F.19 SRPS EN 50182 [2] која је дата на старници број 5 овог Прилога.

**д) Типизација облика главе стуба 35 kV НВ изведен СИП са проводником од алучелика**

Вредности максималног угиба у средини распона ( $f_m$ ), размака између СИП у средини распона ( $D_{usr}$ ), номиналних дужина крака конзоле ( $L_{kn}$ ), резултанти оптерећења сведених на врх стуба ( $F_{rv}$ ) и номиналних сила стабла ( $F_n$ ) за линијско носећа упоришта 35 kV НВ изведен СИП са номиналном дужином стабла ( $L_n$ ) од 12 m и распоредом СИП у глави стуба у равни за максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дати у табели Пр.11.д.1.

Табела Пр.10.д.1      Максимални угиб у средини распона ( $f_m$ ), размак између СИП у средини распона ( $D_{usr}$ ), номинална дужина крака конзоле ( $L_{kn}$ ), резултанта оптерећења сведена на врх стуба ( $F_{rv}$ ) и номинална сила стабла ( $F_n$ ) за линијско носећа упоришта 35 kV НВ изведен СИП са номиналном дужином стабла ( $L_n$ ) од 12 m и распоредом СИП у глави стуба у равни за максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

Ознака СИП <sup>57</sup> CCSX	Распон a m					
		$f_m$ cm	$D_{usr}$ cm	$L_{kn}$ cm	$F_{rv}$ daN	$F_n$ daN
70-AL1/11-ST1A    W 35 kV	80	225	44	63	335	400
	100	348	52		408	400 *
	110	419	56		444	630
	120	499	60		480	
94-AL1/15-ST1A    W 35 kV	80	187	40		363	400
	100	289	47		442	400 **
	110	348	51		482	630
	120	413	55		521	
66-AL3                W 35 kV	80	247	46		318	400
	100	387	55		386	
	110	469	59		420	630
	120	558	64		454	
93-AL3                W 35 kV	80	192	41	347	400	
	100	300	49	422	400 ***	
	110	363	53	460	630	
	120	432	57	497		

\* - може али дужине распона не сме да је већа од 97 m.  
 \*\* - може али дужине распона не сме да је већа од 89 m.  
 \*\*\* - може али дужине распона не сме да је већа од 94 m.  
 Напомена:      Прорачун је урађен програмом UGIBI5.

<sup>57</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

Вредности максималног угиба у средини распона ( $f_m$ ), размака између СИП у средини распона ( $D_{us}$ ), номиналних дужина крака конзоле ( $L_{kn}$ ), резултанти оптерећења сведених на врх стуба ( $F_{rv}$ ) и номиналних сила стабла ( $F_n$ ) за линијско носећа упоришта 35 kV НВ изведен СИП са номиналном дужином стабла ( $L_n$ ) од 15 m и распоредом СИП у глави стуба у равни за максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6 су дати у табели Пр.11.д.2.

Табела Пр.10.д.2      Максимални угиб у средини распона ( $f_m$ ), размак између СИП у средини распона ( $D_{us}$ ), номинална дужина крака конзоле ( $L_{kn}$ ), резултанта оптерећења сведена на врх стуба ( $F_{rv}$ ) и номинална сила стабла ( $F_n$ ) за линијско носећа упоришта 35 kV НВ изведен СИП са номиналном дужином стабла ( $L_n$ ) од 15 m и распоредом СИП у глави стуба у равни за максимално радно напрезање СИП ( $\sigma_{mSIP}$ ) од 8 daN/mm<sup>2</sup>, притисак ветра ( $p_v$ ) од 60 daN/m<sup>2</sup> и коефицијент обледа ( $k_{do}$ ) од 1,6

Ознака СИП <sup>58</sup> CCSX	Распон <i>a</i> m					
		$f_m$ cm	$D_{usr}$ cm	$L_{kn}$ cm	$F_{rv}$ daN	$F_n$ daN
70-AL1/11-ST1A    W 35 kV	110	419	56	63	505	630
	120	490	60		542	
94-AL1/15-ST1A    W 35 kV	110	348	51		543	
	120	413	55		583	
66-AL3                W 35 kV	110	469	59		482	
	120	558	64		516	
93-AL3                W 35 kV	110	363	53		521	
	120	432	57		559	

Напомена:      Прорачун је урађен програмом UGIBI5.

<sup>58</sup> Ознака СИП је према SRPS EN 50397-1.

## Литература

- [L.1] *Техничке препоруке ЈП ЕПС – Дирекција за дистрибуцију електричне енергије*  
[www.eps.rs](http://www.eps.rs).
- [L.2] *SRPS EN 50182:2012, Проводници за надземне водове – Округла, концентрично постављена жица са поуженим проводницима*





**САДРЖАЈ**

Редни број		Страна
	Увод	1
	Пример 9	7
	Пример 10	15
	Пример 11	31
	Литература	41

