

ZDRAVKO PAMIĆ , dipl. ing.
ELKA d.d. - Zagreb, Žitnjak bb

**ELKALEX - SN
SAMONOSIVI KABELSKI SNOP ZA IZOLIRANE
ZRAČNE MREŽE NAZIVNOG NAPONA
od 6/10 kV do 20/35 kV**

**ELKALEX – MV
SELF – SUPPORTING CABLE BUNDLE FOR
OVERHEAD INSULATED LINES RATED VOLTAGE
from 6/10 kV up to 20/35 kV**

SAŽETAK

U referatu se obrađuju nove konstrukcije samonosivih kablinskih snopova za nazivne napone od 6/10 kV do 20/35 kV.

SUMMARY

The paper deals with new constructions of self-supporting cable bundle for overhead insulated lines rated voltage from 6/10 kV up to 20/35 kV.

KLJUČNE RIJEČI: srednjenaponski samonosivi kablinski snop za izolirane zračne mreže

KEY WORDS: medium voltage self-supporting cable bundle for overhead insulated lines.

1. UVOD

Samonosivi kablinski snop ELKALEX - SN za naponski nivo 6/10kV, 12/20kV i 20/35kV zamjenjuje goli zračni vod u gradskim ili prigradskim mrežama, kao i u svim sistemima razdiobe električne energije gdje to zahtijevaju sigurnosni ili ekološki uvjeti u primorskim, šumskim, planinskim i drugim mjestima polaganja.

Izvođenje sistema izolirane SN zračne mreže, u odnosu na goli vod, ima značajnu prednost u pogledu polaganja kablinskog snopa zavješanjem na stupove uz jednostavnu montažu i spajanje, već dokazano na primjeru 1kV izolirane zračne mreže.

Dok su izolirani nadzemni vodovi tipa ELKALEX - 1 općenito obješeni o jednom, odnosno za sva četiri vodiča, za srednjenaponski kabelski snop je predviđen poseban nosivi element, oko kojeg su obavijene tri pojedinačne žile (tri jednožilna kabela).

2. PRIMJENA

ELKALEX - SN se primjenjuje za izvedbu:

- izolirane distributivne zračne mreže: polaganje na stupovima ili uz fasade zgrada,
- golih zračnih mreža ugroženih od posolice i požara,
- prolaza kroz šumske komplekse uz minimalno prosijecanje,
- napajanje objekata u planinskim, turističkim ili drugim objektima (polaganje na stupove)
- napajanja industrijskih i drugih objekata kao stalno ili privremeno rješenje (polaganje moguće i na stupovima višeg naponskog reda, npr. 110kV) i
- svih drugih privremenih i trajnih rješenja provoda električne energije.

Tip kabela XHP 48/0-A namijenjen je za polaganje u područjima izrazito ugroženim od požara.

Tip kabela XHE 49/0-A namijenjen je za polaganje u svim ostalim slučajevima.

U određenim slučajevima ELKALEX - SN se može polagati i u zemlju npr.: kod ulaza/izlaza iz elektroenergetskih postrojenja na zračni vod.

3. TEHNIČKI OPIS ELKALEX-SN

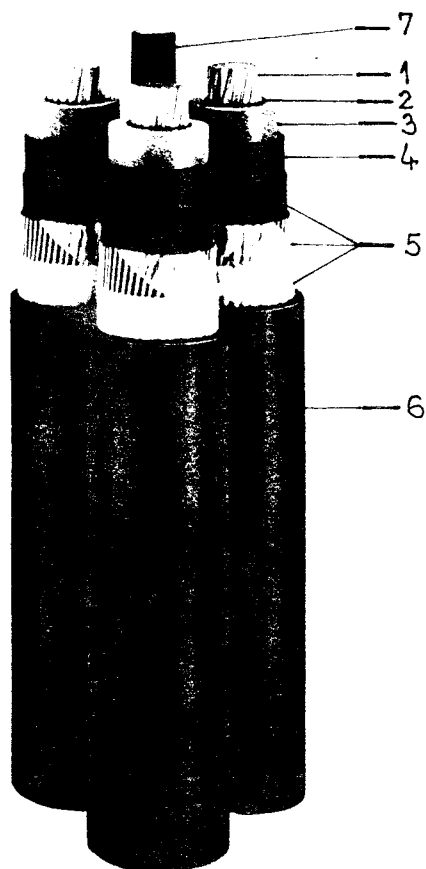
ELKALEX-SN sastoji se od tri fazne žile jednožilnih SN kabela použenih oko posebnog nosivog elementa, prema Slici 1. Fazne žile izrađene su u skladu sa zahtjevima za poznate izvedbe podzemnih jednožilnih kabela tipa XHP 48-A ili XHE 49-A (prema HRN N.C5.230, VDE 0276/Teil 620, IEC 60502-2 odnosno HD 620 S1, 3C, 4C, 5C, i 6C).

3.1. Vodič

Vodič je izrađen od aluminija, okruglog oblika, izvedeno kao uže klase 2 – kompaktirano. Osnovni konstruktivni i električni podaci nalaze se u Tablicama I-VI.

3.2. Poluvodljivi sloj oko vodiča

Poluvodljivi sloj je brizgani poluvodljivi umreženi polietilen (XLPE-PV). Njegova debljina se kreće od 0,3 – 0,6 mm.



1. Vodič: aluminijsko uže
2. Poluvodljivi sloj: XLPE-PV
3. Izolacija: XLPE-VN
4. Poluvodljivi sloj: XLPE-PV
5. Ekran: sloj bakrenih žica, bakrena vrpca protuspirala i separaciona poliester vrpca*
6. Plašt: PVC – za XHP 48/0-A
PE – za XHE 49/0-A
7. Nosivi element: izolirano čelično pocinčano uže

Slika 1: Konstrukcija ELKALEX-SN kabela

* Kabeli tipa XHE 49/0-A imaju vodonepropusnu izvedbu ekrana izvedenu od poluvodljive bubrive vrpce ispod ekrana i bubrive vrpce iznad ekrana.

3.3. Izolacija

Izolacija je brizgani sloj visokonaponskog umreženog polietilena (XLPE-VN). Nominalne debljine određene su nazivnim naponom kabela i to:

za nominalni napon 6/10kV → $\delta_{\text{nom}} = 3,4\text{mm}$

za nominalni napon 12/20kV → $\delta_{\text{nom}} = 5,5\text{mm}$

za nominalni napon 20/35kV → $\delta_{\text{nom}} = 8,0\text{mm}$

3.4. Poluvodljivi sloj oko izolacije

Poluvodljivi sloj je brizgani poluvodljivi umreženi polietilen (XLPE-PV). Njegova debljina se kreće od 0,3 – 0,6 mm.

3.5. Ekran oko svake žile

Ekran se postavlja oko svake žile i to za kabele tipa XHP 48/0-A od sloja bakrenih žica i bakrene vrpce kao protuspirale te separatora od poliester vrpce, a za kabele tipa XHE 49/0-A (sa vodonepropunom izvedbom ekrana) od poluvodljive bubrive vrpce, sloja bakrenih žica i bakrene vrpce kao protuspirale te separatora od bubrive vrpce. Nominalni presjek ekrana iznosi 16mm^2 za fazne vodiče presjeka do 120mm^2 , odnosno 25mm^2 za presjek faznog vodiča 150mm^2 .

3.6. Plašt

Plašt se izrađuje od ubrizganog sloja PVC-a za kabele tipa XHP 48/0-A odnosno PE za kabele tipa XHE 49/0-A. Nominalne debljine su u zavisnosti o promjeru kabela ispod plašta i nalaze se u Tablicama I-VI.

3.7. Nosivi element

Nosivi element je čelično pocinčano uže, tip ST IV prema DIN 48201/Teil 3 , konstrukcije 19x1,8mm. Prekidna čvrstoća iznosi najviše 72,11kN, modul elastičnosti 17500daN/mm², dok je koeficijent linearnog istezanja $11 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$. Izolacija se sastoji od sloja PVC-a (za tip XHP 48/0-A), odnosno PE (za tip XHE 48/0-A), nominalne debljine 1,0mm. Na izolaciju se utiskuje oznaka metraže.

3.8. Gotov kabelski snop

Oko izoliranog nosivog elementa pouzavaju se tri pojedinačne žile, korakom použenja ne manjim od 25D (D – promjer kabelskog snopa). Duljine pakiranja u zavisnosti su od promjera kabelskog snopa i nalaze se u Tablicama I-VI kao najveće duljine pakirane na drveni bubanj ϕ 3m. Na istom mjestu nalaze se i sve ostale konstrukcijske i električne značajke snopova ELKALEX – SN.

4. ISPITIVANJE

Samonosivi kabelski snop se ispituje prema:

- žile prema normama pod 1
- nosivi element prema normi pod 3.7.

5. PRIBOR ZA SPAJANJE I OVJEŠENJE KABELA

Za spajanje ELKALEX - SN mogu se koristiti konfekcionirane spojnice i kabelski završetci ili tehnologije omatanja vrpcama.. Izvedba spojnica je moguća na stupovima kao i u rasponu. Za ovješnje ELKALEX - SN može se koristiti pribor hrvatskih poduzeća.

Tablica I. Konstrukcijske značajke za ELKALEX - 10

Nazivni presjek kabela	POJEDINAČNI KABEL						NOSIVO UŽE					S K S		
	ϕ vodiča	Debjina izolacije	ϕ preko izolacije	ϕ kabela	Nazivni presjek užeta	ϕ užeta	ϕ izoliranog užeta	ϕ snopa	Težina snopa	Bubanj	Dužina pakiranja $\pm 5\%$	Ukupna težina bubnja		
	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	kg/km		m		kg	
3x1x25/16+1x50	6,1	3,4	15,7	23,0	50	9,0	12,0	58	2282	SD-30	1650	5965		
3x1x35/16+1x50	7,2	3,4	16,8	24,1	50	9,0	12,0	60	2400	SD-30	1600	6040		
3x1x50/16+1x50	8,3	3,4	17,9	25,2	50	9,0	12,0	62	2575	SD-30	1500	6060		
3x1x70/16+1x50	10,3	3,4	19,9	27,2	50	9,0	12,0	66	2908	SD-30	1240	5800		
3x1x95/16+1x50	11,3	3,4	20,9	28,7	50	9,0	12,0	69	3313	SD-30	1200	6180		
3x1x120/16+1x50	12,7	3,4	22,3	30,0	50	9,0	12,0	72	3665	SD-30	1130	6340		
3x1x150/25+1x50	14,1	3,4	23,7	31,9	50	9,0	12,0	76	4459	SD-30	900	6215		

Tablica II. Električne značajke za ELKALEX - 10

Nazivni presjek kabela	Otpor vodiča Ω/km	Strujno opterećenje A	Pogonski kapacitet $\mu\text{F}/\text{km}$	Pogonski induktivitet mH/km	Kapacitivna struja A/km	Struja zemljospoja A/km	Dozvoljena struja kratkog spoja za 1 sek.	
							Vodiča (kA)	Ekрана (kA)
3x1x25/16+1x50	1,20	126	0,201	0,502	0,365	1,10	2,9	3,5
3x1x35/16+1x50	0,868	152	0,228	0,481	0,414	1,24	3,9	3,5
3x1x50/16+1x50	0,641	182	0,238	0,460	0,432	1,30	5,3	3,5
3x1x70/16+1x50	0,443	225	0,274	0,432	0,497	1,49	7,8	3,5
3x1x95/16+1x50	0,320	274	0,295	0,418	0,535	1,61	10,8	3,5
3x1x120/16+1x50	0,253	315	0,330	0,405	0,600	1,80	13,6	3,5
3x1x150/25+1x50	0,206	356	0,358	0,397	0,649	1,95	16,9	5,1

Tablica III. Konstrukcijske značajke za ELKALEX - 20

Nazivni presjek kabela	POJEDINAČNI KABEL						NOSIVO UŽE				S K S			
	ϕ vodiča	Debljina izolacije	ϕ preko izolacije	ϕ kabela	Nazivni presjek užeta	ϕ užeta	ϕ izoliranog užeta	ϕ snopa	Težina snopa	Bubanj	Dužina pakiranja $\pm 5\%$	Ukupna težina bubnja		
	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	kg/km		m	kg		
3x1x35/16+1x50	7,2	5,5	21,0	28,8	50	9,0	12,0	69	2985	SD-30	1200	5785		
3x1x50/16+1x50	8,3	5,5	22,1	29,8	50	9,0	12,0	71	3018	SD-30	1120	5580		
3x1x70/16+1x50	10,3	5,5	24,1	31,8	50	9,0	12,0	75	3462	SD-30	1090	5980		
3x1x95/16+1x50	11,3	5,5	25,1	32,9	50	9,0	12,0	78	3858	SD-30	870	5560		
3x1x120/16+1x50	12,7	5,5	26,5	34,4	50	9,0	12,0	81	4346	SD-30	830	5818		
3x1x150/16+1x50	14,1	5,5	27,9	36,1	50	9,0	12,0	85	5155	SD-30	840	6530		

Tablica IV. Električne značajke za ELKALEX - 20

Nazivni presjek kabela	Otpor vodiča Ω/km	Strujno opterećenje A	Pogonski kapacitet $\mu\text{F}/\text{km}$	Pogonski induktivitet mH/km	Kapacitivna struja A/km	Struja zemljospoja A/km	Dozvoljena struja kratkog spoja za 1 sek.	
							Vodiča (kA)	Ekрана (kA)
3x1x35/16+1x50	0,868	155	0,16	0,46	0,581	1,74	3,9	3,5
3x1x50/16+1x50	0,641	190	0,18	0,42	0,653	1,96	5,3	3,5
3x1x70/16+1x50	0,443	235	0,20	0,40	0,726	2,18	7,8	3,5
3x1x95/16+1x50	0,320	285	0,22	0,38	0,798	2,39	10,8	3,5
3x1x120/16+1x50	0,253	330	0,24	0,37	0,871	2,61	13,6	3,5
3x1x150/25+1x50	0,206	375	0,26	0,36	0,943	2,83	16,9	5,1

Tablica V. Konstrukcijske značajke za ELKALEX - 35

Nazivni presjek kabela	POJEDINAČNI KABEL					NOSIVO UŽE					SKS			
	ϕ vodiča	Debjina izolacije	ϕ preko izolacije	ϕ kabela	Nazivni presjek užeta	ϕ užeta	ϕ izoliranog užeta	ϕ snopa	Težina snopa	Bubanj	Dužina pakiranja $\pm 5\%$	Ukupna težina bubnja		
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	kg/km		m	kg		
3x1x50/16+50	8,3	8,0	27,1	35,0	50	9,0	12,0	83	4335	SD-30	840	5840		
3x1x70/16+1x50	10,3	8,0	29,1	37,7	50	9,0	12,0	89	4772	SD-30	800	6020		
3x1x95/16+1x50	11,3	8,0	30,1	38,5	50	9,0	12,0	90	5108	SD-30	800	6290		
3x1x120/16+1x50	12,7	8,0	31,5	39,7	50	9,0	12,0	93	5515	SD-30	620	5620		
3x1x150/25+1x50	14,1	8,0	32,9	41,7	50	9,0	12,0	97	6297	SD-30	590	5920		

Tablica VI. Električne značajke za ELKALEX - 35

Nazivni presjek kabela	Otpor vodiča Ω/km	Strujno opterećenje A	Pogonski kapacitet $\mu\text{F}/\text{km}$	Pogonski induktivitet mH/km	Kapacitivna struja A/km	Struja zemljospoja A/km	Dozvoljena struja kratkog spoja za 1 sek.	
							Vodiča (kA)	Ekрана (kA)
3x1x50/16+1x50	0,641	195	0,12	0,47	0,762	2,29	5,3	3,5
3x1x70/16+1x50	0,443	240	0,14	0,45	0,889	2,67	7,8	3,5
3x1x95/16+1x50	0,320	290	0,16	0,42	1,02	3,06	10,8	3,5
3x1x120/16+1x50	0,253	330	0,18	0,41	1,14	3,42	13,6	3,5
3x1x150/25+1x50	0,206	380	0,19	0,40	1,21	3,63	16,9	5,1

6. DOSADAŠNJA ISKUSTVA

U Hrvatskoj je pušten prvi DV sa ELKALEX-SN 03.06.1989. godine na otoku Čiovu, pored Trogira, tip XHP 48/0 10kV 3x1x95/16mm² u duljini cca. 7km. Tehnički pregled obavljen je 18.10.1989. kada je započeo eksperimentalni pogon sa programom praćenja za slijedeće 3 godine. Programom praćenja kontroliralo se: nagnutost stupova, stanje konstrukcije stupa, temelji, slijeganje tla, izgled i stanje snopa ELKALEX-SN, eventualna proklizavanja, stanje rastavljača, mostova, kablskih glava, spojnice. Do sada nije zabilježen ni jedan ispad ovog DV iz pogona za vrijeme njegovog rada, a havarije na DV, uslijed elementarnih nepogoda (orkanska bura, požar...), opisane su u L-2.

Drugi DV položen je i pušten u rad početkom 1997. godine u DP ELEKTRA ZAGREB, Pogon Velika Gorica.

U Republici Sloveniji izgrađena su dva DV sa ELKALEX-SN i to u Izoli i Slovengradecu istog tipa i konstrukcije kao na Čiovu. I na ovim DV nije do sada zabilježen ni jedan ispad iz pogona DV uzrokovan greškom na ELKALEX-SN.

7. ZAKLJUČAK

Dosadašnja pogonska iskustva pokazala su da je ELKALEX-SN proizvođača ELKA-Zagreb u potpunosti zadovoljio tehničkim zahtjevima HEP-a.

Potrebno je nastaviti na izradi norme HRN N.C5.231 , započete još 1990. godine.

8. LITERATURA

1. Proizvodne informacije: **ELKALEX SN (Samonosivi kablanski snop za izolirane zračne mreže nazivnog napona od 6/10kV do 20/35kV)**, ELKA- Zagreb,1996.
2. M.Bem: **10kV samonosivi kablanski snop nakon 4 godine rada**, CIGRE – Prvo Savjetovanje, Zagreb,10.-13.listopada 1993.

9. PITANJA ZA DISKUSIJU

1. Kakva su daljnja zapažanja u radu DV na Čiovu nakon 18.10.1992.- dana isteka obaveznog programa praćenja?
2. Kakva su dosadašnja jednogodišnja iskustva u radu drugog DV sa ELKALEX-SN položenog i poštenog u pogon početkom 1997. u DP ELEKTRA ZAGREB, Pogon VELIKA GORICA ?
3. Do kuda su stigli domaći proizvođači spojne i ovjesne opreme za ovaj tip kabela?