



VI SOKONAPONSKI KABE LI
64/110(123) kV

ver. listopad / 2009

UVOD:

Elka je osnovana 1927. godine i danas je u Republici Hrvatskoj jedini proizvođač energetskih kabela srednjeg i visokog napona (1 kV do 110 kV). Visokonaponski kabele sa XLPE izolacijom se u svijetu i kod nas sve više koriste, naročito u prijenosu energije kroz gusto naseljena područja. Razloga za to ima mnogo, npr:

- kabele sa XLPE izolacijom su ekološki prihvatljivi;
- širina kabela trase je uska i nije vidljiva tako da se zemljište može koristiti i za druge namjene;
- nema štetnog utjecaja magnetskog i električnog polja kao kod dalekovoda;
- kabelski sustavi su puno sigurniji za ljude (za radnike kod montaže i za javnost u slučaju nesreća);
- pouzdanost opskrbe preko kabelskih sustava je bolja, manje su izloženi raznim oštećenjima;
- jeftiniji su za održavanje;
- kabelski sustavi imaju manje gubitke u prijenosu.

Visokonaponski kabele sa XLPE izolacijom se proizvode korištenjem najsuvremenije tehnologije izoliranja u trostrukom brizganju istovremenim nanošenjem izolacije i poluvodljivih slojeva u istoj glavi (triple extrusion). Pri tome se koriste specijalni materijali naročite čistoće, a manipulacija sa njima se obavlja u posebno čistoj atmosferi.

U proizvodnji se posebno pazi da žila kabela ne dođe u kontakt sa vodom, odnosno da je tijekom čitavog proizvodnog procesa izolacija suha. Na taj način se onemogućuje pojava elektrokemijskog treeig efekta za vrijeme cijelog životnog vijeka kabela. To znači da je očekivani životni vijek ovakvih kabela jako veliki. Da bi se to moglo ostvariti ELKA koristi posebnu suhu metodu umreženja i hlađenja izolacije (CDCC metoda – Completely Dry Curing and Cooling method). Pri tome se koristi inertni plin dušik.

Sustav osiguranja kvalitete potvrđen je Certifikatom ISO 9001 izdanim 1997, a Sustav upravljanja okolišem Certifikatom ISO 14001 izdanim 2002. godine od tvrtke SGS International Certification Services AG iz Švicarske.

IZVEDBA KABELA

Vodiči

Vodiči kabela se izrađuju prema zahtjevima standarda IEC 60228. Koriste se okrugli bakreni i aluminijski vodiči klase 2, kompaktirani, a za veće presjeke segmentni (Milliken). Prema zahtjevu vodiči mogu biti u vodonepropusnoj izvedbi koja se postiže ugradnjom materijala koji u dodiru s vodom nabubre i na taj način spriječavaju uzdužno prodiranje vode kroz vodič.

Žile

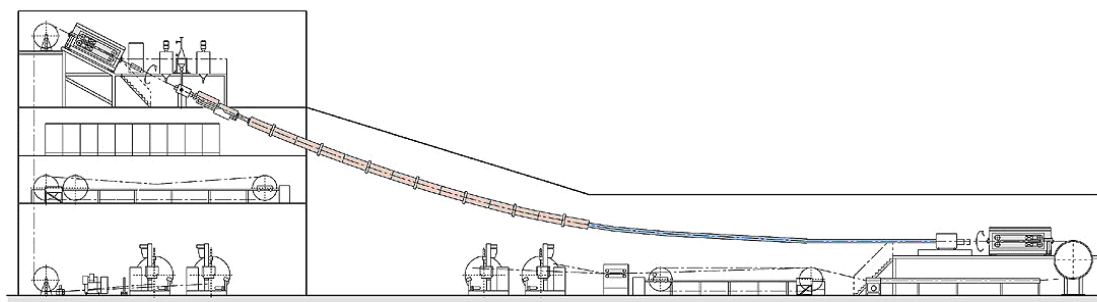
Žile kabela se izrađuju istovremenim ekstrudiranjem tri sloja XLPE na vodiče, u jednoj glavi (triple extrusion) – poluvodljivog sloja na vodič, izolacije, poluvodljivog sloja na izolaciju. Ti slojevi su međusobno čvrsto zalijepljeni. Pri tome prostor između njih niti u jednom trenutku tijekom proizvodnje nije izložen u smislu onečišćenja. Materijali visoke čistoće, postupanje s tim materijalima u super čistom okruženju, trostruka ekstruzija, suhi postupak umrežavanja i hlađenja garantiraju proizvod visoke kvalitete.

Električna zaštita (ekran)

Standardne je izvedbe – izvodi se helikoidalno omotanim bakrenim žicama sa kontra spiralom od bakrene trake. Da bi se postigla uzdužna vodonepropusnost, ispod i iznad žica omataju se trake sa materijalom bubrivim u vodi ili se u tu svrhu koriste drugi materijali. Poprečna vodonepropusnost postiže se polaganjem aluminijske trake sa slojem kopolimera koja se zalijepi za plašt. U području ekrana mogu se ugraditi svjetlovodne niti za prijenos podataka ili mjerenje temperature u kabeleu tijekom rada.

Plašt

Obično se izrađuje ekstrudiranjem PE. Prema zahtjevu, mogu se koristiti i drugi materijali tako da kabel može biti bezhalogen i vatrootporan. Debljina plašta se određuje prema preporuci IEC 60502 ($t=0,035xD+1$ mm, gdje je D promjer ispod plašta), ali za korištenje kabela u težim uvjetima preporučuje se da plašt bude deblji. Plašt može biti izveden i sa dodatnim ekstrudiranim tankim slojem poluvodljivog materijala (skin). To omogućuje ispitivanje plašta naponom, u tvornici, nakon transporta, odmah nakon polaganja ili kod periodičkih ispitivanja.



Shematski prikaz linije za izoliranje VN kabela

XHE 49, XHE 49-A

ENERGETSKI KABELI S XLPE IZOLACIJOM I PE PLAŠTOM S UZDUŽNOM VODONEPROPUSNOM IZVEDBOM ELEKTRIČNE ZAŠTITE

Tipaska oznaka po HRN HD 632: N2XS(F)2Y, NA2XS(F)2Y

Standardi i norme: IEC 60 840; HRN HD 632

Nazivni napon: U/U: 64/110 kV

Najviši napon mreže: 123 kV

MJESTO I PODRUČJE UPORABE

Kabel je namijenjen za polaganje u zemlju, vlažne terene, kanale, na konzole, gdje se ne očekuju mehanička oštećenja i gdje kabel nije izložen vlačnim naprezanjima.

OPIS KONSTRUKCIJE



Vodič

1. - bakreno ili aluminijsko kompaktirano ili segmentno uže klase 2.
2. **Ekran vodiča**
- ekstrudirani poluvodljivi XLPE
3. **Izolacija**
- XLPE
4. **Ekran izolacije**
- ekstrudirani poluvodljivi XLPE
5. **Separator**
- bubriva traka, poluvodljiva
6. **Metalni ekran**
- bakrene žice i kontraspirala od bakrene trake
7. **Separator**
- bubriva traka
8. **Vanjski plašt**
- crni HDPE

Tablica 1: IZMJERE XHE 49

Presjek vodiča i el. zaštite	Promjer vodiča	Debljina izolacije	Promjer preko izolacije	Promjer kabela cca.	Masa kabela cca.	Min. polumjer savijanja pri polaganju	Maksimalna sila povlačenja
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	m	kN
1x150/95	14,1	18	54,5	71,6	5490	1,43	7,5
1x185/95	15,7	17	53,4	70,4	5640	1,41	9,2
1x240/95	18	16	53,7	71	6130	1,42	12
1x300/95	20	15	53,6	70,9	6600	1,42	15
1x400/95	23,8	15	57,3	74	7600	1,48	20
1x500/95	26,7	15	60,3	77,9	8840	1,56	25
1x630/95	30,3	15	65	82,7	10430	1,65	31,5
1x800/95	34,6	15	69,4	87,5	12280	1,75	40

Tablica 2: IZMJERE XHE 49-A

Presjek vodiča i el. zaštite	Promjer vodiča	Debljina izolacije	Promjer preko izolacije	Promjer kabela cca.	Masa kabela cca.	Min. polumjer savijanja pri polaganju	Maksimalna sila povlačenja
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	m	kN
1x150/95	14,1	18	54,5	71,6	4610	1,43	4,5
1x185/95	15,7	17	53,4	70,4	4550	1,41	5,5
1x240/95	18	16	53,7	71	4640	1,42	7,2
1x300/95	20	15	53,6	70,9	4750	1,42	9
1x400/95	23,8	15	57,3	74	5030	1,48	12
1x500/95	26,7	15	60,3	77,9	5650	1,56	15
1x630/95	29,5	15	64,3	82	6420	1,64	18,9
1x800/95	33	15	67,7	85,7	7150	1,71	24
1x1000/95	38	15	72,8	91,7	8130	1,83	30
1x1200/95	41	15	76	94,8	8960	1,9	36

XH(A)E 49, XH(A)E 49-A

ENERGETSKI KABELI S XLPE IZOLACIJOM I PE PLAŠTOM S UZDUŽNOM I POPREČNOM VODONEPROPUSNOM IZVEDBOM ELEKTRIČNE ZAŠTITE

Tipaska oznaka po HRN HD 632: N2XS(FL)2Y, NA2XS(FL)2Y

Standardi i norme: IEC 60 840; HRN HD 632

Nazivni napon: U/U: 64/110 kV

Najviši napon mreže: 123 kV

MJESTO I PODRUČJE UPORABE

Kabel je namijenjen za polaganje u zemlju, osobito vlažne terene, kanale, na konzole, gdje se ne očekuju mehanička oštećenja i gdje kabel nije izložen vlačnim naprezanjima.

OPIS KONSTRUKCIJE



Vodič

1. - bakreno ili aluminijsko kompaktirano ili segmentno uže klase 2.
2. **Ekran vodiča**
- ekstrudirani poluvodljivi XLPE
3. **Izolacija**
- XLPE
4. **Ekran izolacije**
- ekstrudirani poluvodljivi XLPE
5. **Separator**
- bubriva traka, poluvodljiva
6. **Metalni ekran**
- bakrene žice i kontraspirala od bakrene trake
7. **Separator**
- bubriva traka, poluvodljiva
8. **Laminirani plašt**
- Al ili Cu traka sa kopolimerom
9. **Plašt**
- crni HDPE

Tablica 3: IZMJERE XH(A)E 49

Presjek vodiča i el. zaštite	Promjer vodiča	Debljina izolacije	Promjer preko izolacije	Promjer kabela cca.	Masa kabela cca.	Min. polumjer savijanja pri polaganju	Maksimalna sila povlačenja
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	m	kN
1x150/95	14,1	18	54,5	72,1	5600	1,59	7,5
1x185/95	15,7	17	53,4	70,9	5750	1,56	9,2
1x240/95	18	16	53,7	71,5	6250	1,57	12
1x300/95	20	15	53,6	71,4	6720	1,57	15
1x400/95	23,8	15	57,3	74,5	7740	1,64	20
1x500/95	26,7	15	60,3	78,4	8990	1,72	25
1x630/95	30,3	15	65	83,2	10590	1,83	31,5
1x800/95	34,6	15	69,4	88	12450	1,94	40

Tablica 4: IZMJERE XH(A)E 49-A

Presjek vodiča i el. zaštite	Promjer vodiča	Debljina izolacije	Promjer preko izolacije	Promjer kabela cca.	Masa kabela cca.	Min. polumjer savijanja pri polaganju	Maksimalna sila povlačenja
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	m	kN
1x150/95	14,1	18	54,5	72,1	4710	1,59	4,5
1x185/95	15,7	17	53,4	70,9	4660	1,56	5,5
1x240/95	18	16	53,7	71,5	4740	1,57	7,2
1x300/95	20	15	53,6	71,4	4850	1,57	9
1x400/95	23,8	15	57,3	74,5	5300	1,64	12
1x500/95	26,7	15	60,3	78,4	5800	1,72	15
1x630/95	29,5	15	64,3	82,5	6600	1,81	18,9
1x800/95	33	15	67,7	86,2	7310	1,89	24
1x1000/95	38	15	72,8	91,8	8300	2,01	30
1x1200/95	41	15	76	95,3	9140	2,1	36

STRUJNA OPTEREĆENJA

Veličinu jakosti električne struje u kabelu je potrebno ograničiti zbog topline koja se pri tome oslobađa. Pogonom kabela pri većim temperaturama (jakostima struje) od dopuštenih dolazi do smanjenja životnog vijeka kabela. U Tablici 5 nalaze se dopuštene vrijednosti jakosti struja izračunate prema standardu IEC 60287 za maksimalnu temperaturu vodiča 90°C i druge uobičajene parametre polaganja u našim krajevima:

- temperatura zemlje 20°C
- specifični otpor zemlje 1,0 Km/W
- temperatura zraka 30 °C
- dubina polaganja 1 m
- razmak kabela 0,07 m

Tablica 5: STRUJNA OPTEREĆENJA

Vrsta vodiča	Bakreni vodič								Aluminijski vodič							
	Mjesto polaganja				Mjesto polaganja				Mjesto polaganja				Mjesto polaganja			
Način polaganja	Polaganje u zemlju		Polaganje u zraku		Polaganje u zemlju		Polaganje u zraku		Polaganje u zemlju		Polaganje u zraku		Polaganje u zemlju		Polaganje u zraku	
	linija	trokut	linija	trokut	linija	trokut	linija	trokut	linija	trokut	linija	trokut	linija	trokut	linija	trokut
Način uzemljenja	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
Presjek vodiča mm ²	JAKOST STRUJE (A)															
150	435	406	410	406	551	515	478	473	335	325	320	320	431	415	373	373
185	490	448	465	453	630	574	546	538	380	363	360	358	494	465	425	423
240	570	505	540	519	740	659	645	628	445	416	420	416	583	541	504	499
300	640	535	610	580	805	685	710	685	495	445	475	460	625	565	550	540
400	720	595	690	650	915	775	820	785	565	500	540	525	715	640	640	625
500	825	650	785	730	1060	860	945	895	645	555	620	595	835	725	745	720
630	940	705	890	810	1235	950	1085	1010	740	610	710	670	975	820	865	830
800	1055	755	995	885	1415	1040	1235	1130	845	665	805	745	1130	910	995	940
1000									950	720	900	820	1295	1005	1135	1055
1200									1025	755	970	870	1420	1070	1235	1140

* preplitanje uzemljenja (crossbonding)

** oba kraja uzemljena



Priprema VN kabela za spajanje

ELEKTRIČNI PODACI

U Tablici 6 i Tablici 7 napisani su osnovni električni podaci kabela.

Struje kratkog spoja za vodiče izračunate su za graničnu dozvoljenu temperaturu vodiča koja za kabele sa XLPE izolacijom iznosi 250°C, a pretpostavljeno je da je temperatura vodiča u trenutku početka kratkog spoja 90°C. Prikazane su vrijednosti struje kratkog spoja u trajanju 1 s. Za određivanje struja kratkog spoja različitog trajanja potrebno je navedenu vrijednost pomnožiti sa $1/(t)^{-1/2}$, pri tome je maksimalno vrijeme trajanja 5 s.

Struje kratkog spoja za električnu zaštitu (ekran) izračunate su za najvišu dozvoljenu temperaturu bakrenih žica 350 °C, uz pretpostavljenu temperaturu u početku kratkog spoja 70 °C. Određivanje struja kratkog spoja različitog trajanja određuje se na isti način kao i za struje vodiča.

Tablica 6: XHE 49; XH(A)E 49

Presjek vodiča i ekrana	Otpor vodiča		Otpor ekrana DC 20°C	Maks. iznos el. polja	Kapa-citet	Induktivitet trokut / 2D	Maksimalna struja KS	
	DC 20°C	AC 80°C					Vodič	Ekran
mm ²	Ω/km		Ω/km	kV/mm	μF/km	mH/km	kA/1s	
1x150/95	0,124	0,1586	0,215	6,4	0,11	0,50/0,68	21,45	19,29
1x185/95	0,0991	0,1272	0,215	6,5	0,12	0,48/0,67	26,5	19,29
1x240/ 95	0,0754	0,0972	0,215	6,5	0,14	0,47/0,65	34,3	19,29
1x300/95	0,0601	0,078	0,215	6,5	0,15	0,44/0,62	42,9	19,29
1x400/95	0,047	0,0618	0,215	6,3	0,17	0,42/0,61	57,2	19,29
1x500/95	0,0366	0,0492	0,215	6,1	0,18	0,40/0,58	71,5	19,29
1x630/95	0,0283	0,0393	0,215	5,9	0,2	0,39/0,57	90,1	19,29
1x800/95	0,0221	0,0323	0,215	5,7	0,22	0,38/0,56	114,5	19,29

Tablica 7: XHE 49-A; XH(A)E 49-A

Presjek vodiča i ekrana	Otpor vodiča		Otpor ekrana DC 20°C	Maks. iznos el. polja	Kapa-citet	Induktivitet trokut / 2D	Maksimalna struja KS	
	DC 20°C	AC 80°C					Vodič	Ekran
mm ²	Ω/km		Ω/km	kV/mm	μF/km	mH/km	kA/1s	
1x150/95	0,206	0,2644	0,215	6,4	0,11	0,50/0,68	14,2	19,29
1x185/95	0,164	0,2105	0,215	6,5	0,12	0,48/0,67	17,5	19,29
1x240/ 95	0,125	0,1607	0,215	6,5	0,14	0,47/0,65	22,7	19,29
1x300/95	0,100	0,1289	0,215	6,5	0,15	0,44/0,62	28,4	19,29
1x400/95	0,0778	0,101	0,215	6,3	0,17	0,42/0,61	37,8	19,29
1x500/95	0,0605	0,0794	0,215	6,1	0,18	0,40/0,58	47,3	19,29
1x630/95	0,0469	0,0624	0,215	5,9	0,2	0,39/0,57	59,5	19,29
1x800/95	0,0367	0,0501	0,215	5,7	0,21	0,38/0,56	75,6	19,29
1x1000/95	0,0291	0,412	0,215	5,6	0,23	0,36/0,55	94,5	19,29
1x1200/95	0,0247	0,0362	0,215	5,4	0,26	0,35/0,54	113,4	19,29

