

ZDRAVKO PAMIĆ, *dipl.ing.*
»E L K A « d.d. - Zagreb

R 1.01

IZBOR KABELA ZA NISKONAPONSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE

CHOIS OF CABLES FOR LOWVOLTAGE DISTRIBUTION LINES

SAŽETAK

U referatu se daje izbor kabela za niskonaponske distributivne mreže, s osvrtnom na konstrukcije jednožilnih i višezilnih kabela za nazivne napone do 0,6/1 kV sa izolacijom od termostabilne mase na bazi umreženog polietilena, a prema biltenu HEP broj 22/93.

SUMMARY

The paper deals chois of cables for lowvoltage distribution lines, refer to the constructions of single-core and multicore cables for nominal voltage up to 0,6/1 kV, with insulations from thermoplastic materials on the basis of cross-linked polyethylene, acc. to HEP's Bilten no. 22/93.

KLJUCNE RIJEČI

FEV
Teško gorivi kabeli
Oksigent index
Vatro otporni kabeli
IEC 332-3
IEC 331

KEY WORDS

XLPE
Flame retardant cables
Oxigent index
Fire resisting cables
IEC 332-3
IEC 331

1. UVOD

HEP je objavio 5.3.1993. Odluku o utvrđivanju granske norme Direkcije za distribuciju, oznake N.03.01, klasifikacijskog broja 4.10/92, naziva "Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela niskonaponske distributivne mreže do 0,6/1 kV sa izolacijom od umreženog polietilena".

bama ovih granskih normi propisuju se tehnički uvjeti i osnovne smjernice za izbor, izvedbu, projektiranje, polaganje, spajanje, završavanje, ispitivanje i održavanje elektroenergetskih kablinskih vodova.

Prema Biltenu 22, izolacija može biti:

- namotana izolacija (obično od impregniranog papira ili naročito impregnirana izolacija od papira),
- ekstrudirana izolacija (izolacija od umjetnih masa kao primjerice od polivinil klorida, termoplastičnog polietilena, kopolimera itd.) i
- vulkanizirana izolacija (na temelju gume ili toploskidajućih materijala).

U daljnjem tekstu dat će se osvrt na izbor kabela za niskonaponske distributivne mreže do 0,6/1 kV sa izolacijom od umreženog polietilena.

2. OZNAČAVANJE KABELA

Označavanje kabela vrši se prema trenutno važećem standardu JUS N.C0.006/83. Oznake za vrstu materijala za izolaciju i plašt su:

P - polivinilklorid (PVC),

E - termoplastični polietilen (PE) i

Primjeri označavanja:

a) četverožilni kabel s izolacijom od PEX-a, plaštem od PE, bez posebne mehaničke zaštite, aluminijskim faznim vodičima sektorskog oblika 150 mm^2 i zaštitnim vodičem istog presjeka, za nazivni napon 0,6/1 kV, označava se:

XE 00 - YAS $4 \times 150 \text{ mm}^2$ 0,6/1 kV

b) peterožilni kabel s izolacijom od PEX-a, plaštem od PVC-a, s armaturom od pocinčanih čeličnih okruglih žica, bakrenim faznim vodičim 16 mm^2 i zaštitnim vodičem

istog presjeka, teško gorive izvedbe, za nazivni napon 0,6/1 kV označava se:

XP 44 - Y - ETG $5 \times 16 \text{ mm}^2$ 0,6/1 kV

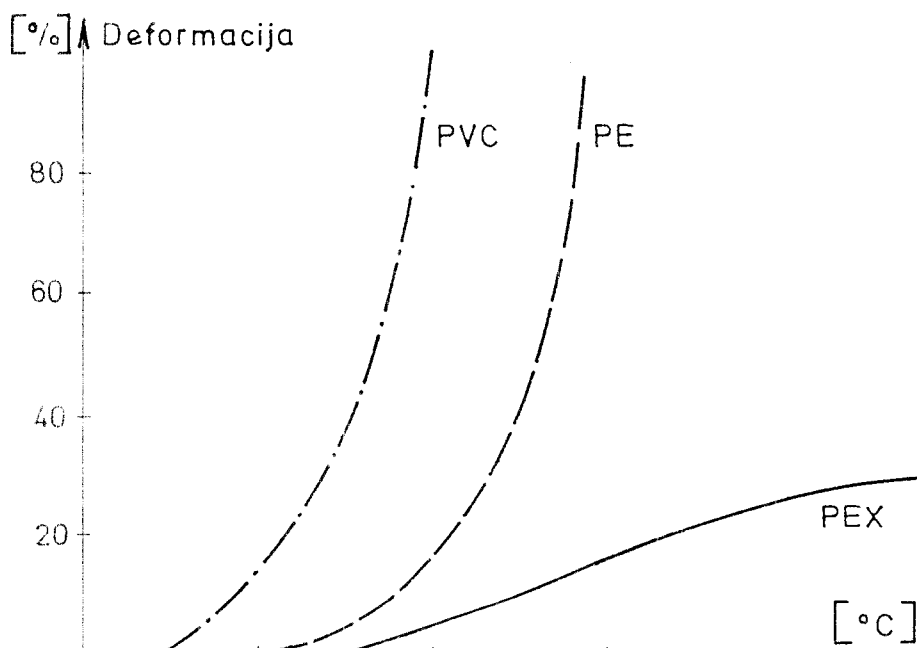
c) četverožilni kabel s izolacijom i plaštem od PEX-a, s armaturom od dviju čeličnih traka, aluminijskim faznim vodičima sektorskog oblika 185 mm^2 i zaštitnim vodičem istog presjeka, vatro otporne izvedbe, za nazivni napon 0,6/1 kV, označava se:

XX 41 - YAS - EVO $4 \times 185 \text{ mm}^2$ 0,6/1 kV

3. IZOLACIJA

PVC je bio prvi termoplastični materijal upotrebljen kao izolacioni materijal za instalacione vodove i energetske kabele. Sve veći zahtjevi za prijenosom električne energije i na naponskom nivou 0,6/1 kV dovode i do sve većih zahtjeva na izolacioni materijal. Poznato je da je maksimalna radna temperatura vodiča kod kabela sa PVC izolacijom 70°C . Obzirom da se uslijed prolaza električne struje vodič zagrijava, maksimalnom radnom temperaturom vodiča određeno je i strujno opterećenje pojedinog kabela. Za veću struju, a zbog nemogućnosti iz praktičnih (montažnih) razloga prelaska na veći i veći presjek vodiča postavljaju se sve veći zahtjevi na izolacioni materijal. Pokušalo se sa PVC-om te danas imamo razvijen tip PI 5 prema JUS N.C0.195 za maksimalnu radnu temperaturu vodiča do 90°C . Međutim, PVC na ovoj temperaturi nema zadovoljavajuće ostale termičke, mehaničke i električne značajke.

Nešto bolje značajke ima termoplastični polietilen, ali još uvijek ne dovoljne a da se zadovolje svi zahtjevi za izolacioni materijal za maksimalnu radnu temperaturu vodiča do 90°C . Bilo je potrebno povećati izolacionom materijalu trajno naponsko naprežanje, tj. naponsku životnu dob. Rješenje je pronađeno dodavanjem "naponskog stabilizatora" polietilenu pomoću procesa koji je sličan vulkanizaciji gume. Molekule PE mogu biti umrežene na taj način da dođe do pucanja pojedinih valencija između C i H atoma te da se slobodni atomi C, iz različitih kolona, međusobno povežu, dok se atomi H vežu sa atomima O u H_2O . Na slici 2 prikazan je izoleđ iz tog lanca umreženog polietilena.

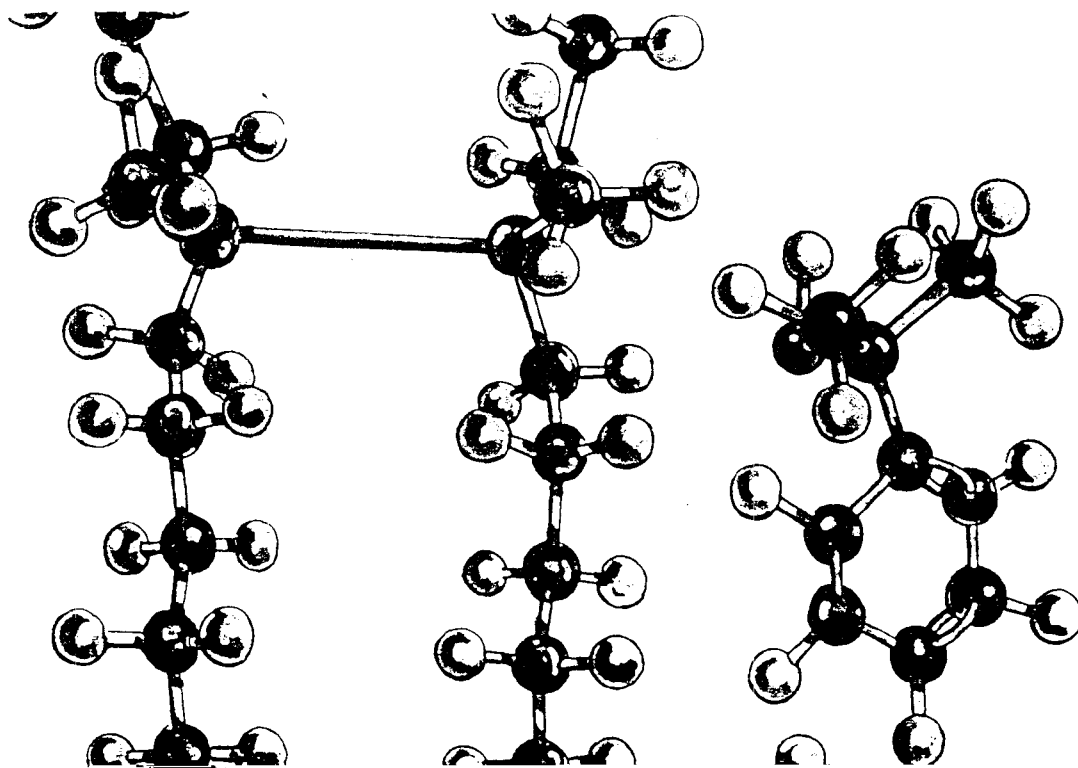


Slika 1.: Deformacija PVC, PE i PEX

U slijedećim tablicama dani su za PVC, PE i PEX usporedni podaci za električne, termičke, mehaničke i neke ostale značajke.

Tablica I: Mehaničke značajke PVC, PE i PEX izolacije

Mehaničke značajke		Jedinica	PVC	PE	PEX
1.	Prije starenja				
	- prekidna čvrstoća, min.	N/mm ²	12,5	10,0	12,5
	- prekidno istezanje, min.	%	125	300	200
2.	Starenje u sušnici				
	- temperatura	°C	80	100	135
	- vrijeme starenja	dan	7	10	7
3.	Poslije starenja				
	- prekidna čvrstoća, min.	N/mm ²	12,5	10,0	12,5
	- dozvoljeno odstupanje vrijednosti prekidne čvrstoće, max.	%	20	20	25
	- prekidno istezanje, min.	%	125	300	200
	- dozvoljeno odstupanje vrijednosti prekidnog istezanja, max.	%	20	20	25
4.	Tvrdoća (orientaciono 20°C)	Sha	85-88	86-92	92-96



Tablica II: Električne značajke PVC, PE i PEX izolacije

Električne značajke		Jedinica	PVC	PE	PEX
1.	Specifični izolacioni otpor pri 20°C, min.	Ohm x m	10 ¹¹	10 ¹³	10 ¹³
2.	Specifični izolacioni otpor na maksimalnoj radnoj temperaturi, min.	Ohm x m	10 ⁸	10 ¹²	10 ¹²
3.	Faktor dielektričnih gubitaka tg δ, pri 20°C, 1 MHz, max.	10 ⁻⁴	-	10	40
4.	Faktor dielektričnih gubitaka tg δ, na maksimalnoj radnoj temperaturi, max.	10 ⁻⁴	-	10	80

Tablica III: Termičke i ostale značajke PVC, PE i PEX izolacije

Termičke i ostale značajke		Jedinica	PVC	PE	PEX
1.	Radna temperatura vodiča, max.	°C	70	70	90
2.	Termoplastičnost, max.	%	50	-	-
	- pri temperaturi	°C	80	-	-
	- vrijeme opterećenja	sat	4	-	-
3.	Gustoća, orjentaciono	g/cm ³	1,4	0,95	1,11
4.	Savijanje, bez pucanja, na temperaturi	°C	-15	-30	-40
5.	Stupanj umreženja				
	temperatura	°C	-	-	200
	- vrijeme izlaganja, min	min	-	-	15
	- istezanje, max.	%	-	-	175
	- prekidno opterećenje, max.	N/mm ²	-	-	0,2

Iz navedenih tablica vidljive su prednosti PEX izolacionog materijala u odnosu na PVC i PE izolacione materijale. Smatram da nema dileme za projektante da se opredjele za tipove kabela XP(E,X) 00(41,44,...), u običnoj ili teško gorivoj ili vatro otpornoj izvedbi.

4. ZAŠTITNI SLOJEVI I PLAŠT

Zaštitni slojevi te izbor materijala za plašt ostaju jednaki prema važećem standardu JUS N.C5.230. Kod teško gorivih i vatro otpornih kabela upotrebljavaju se materijali sa povećanim oksigent indexsom (LOI), koji je u pravilu veći od 30.

5. ISPITIVANJA

Ispitivanja se provode prema JUS N.C5.235. Kod teško gorivih kabela primjenjuje se i IEC 332-3, kategorija A, B ili C a vatro otporni kabeli ispituju se i prema IEC 331.

6. STRUJNO OPTEREĆENJE

Obzirom da PEX ima puno bolje termičke, mehaničke i električne značajke od PVC-a i PE, bitno su različita i njihova strujna opterećenja. U tablicama IV i V data su strujna opterećenja za kabele sa PVC i PEX izolacijom položene u zemlji.

Tablica IV : Strujna opterećenja za kabele sa PVC i PEX izolacijom položene u zemlji

Izolacioni materijal	PVC						PEX						
	70°C						90°C						
Max. radna temperatura vodiča													
Tip kabela	PP 00		PP 00-A		XP 00		XP 00		XP 00-A		XP 00-A		
Način polaganja	○	⊗	⊗	⊗	○	⊗	⊗	○	⊗	⊗	○	⊗	⊗
Presjek vodiča u mm ²	Strujno opterećenje u zemlji u A												
1,5	41	27	30	—	—	—	48	31	33	—	—	—	
2,5	55	36	39	—	—	—	63	40	42	—	—	—	
4	71	46	50	—	—	—	82	52	54	—	—	—	
6	90	58	62	—	—	—	102	64	67	—	—	—	
10	124	78	83	—	—	—	136	86	89	—	—	—	
16	160	101	107	—	—	—	176	111	115	—	—	—	
25	208	132	138	160	102	106	229	145	148	177	112	114	
35	250	159	164	193	122	127	275	174	177	212	134	136	
50	296	188	195	230	144	151	326	206	209	252	158	162	
70	365	232	238	283	179	185	400	254	256	310	196	199	
95	438	280	286	340	215	222	480	305	307	372	234	238	
120	501	318	325	389	245	253	548	348	349	425	268	272	
150	563	350	355	426	275	284	616	390	390	476	300	305	

ZAKLJUČAK

1. ELKA ima razvijene materijale za izradu 0,6/1 kV kabela izoliranih PEX-om, u običnoj izvedbi, kao i u teško gorivoj i vatro otpornoj izvedbi, za tipove XP(E,X) 00(41,44,...) te - ETG i - EVO.

2. Potrebno je izraditi standarde za teško gorive materijale i teško gorive i vatro otporne kabele.

3. Posebnim zakonskim normama propisati obaveznu primjenu ovih kabela u teško gorivoj i vatro otpornoj izvedbi za razne specifične uvjete polaganja (visokogradnja, bolnice, hoteli, kazališta, škole, telefonske centrale, elektrane i drugi objekti) u cilju sprečavanja povećanog rizika nastajanja požara i njegovog širenja po kabelskim instalacijama.

4. Rezultati ispitivanja ELKinih kabela u potpunosti zadovoljavaju zahtjevima prema

JUS N.C5.235 , IEC 332-3 i IEC 331 te odgovarajućim adekvatnim svjetskim standardima.

LITERATURA

1. Bilten 22
2. Standard JUS N.C5.230
3. Standard JUS N.C0.195
4. Z. Pamić : Teško gorivi i vatro otporni 1 kV kabele
5. Standard VDE 0298

