

Zdravko Pamić, dipl.ing.el.
HEP ODS d.o.o. ELEKTRA ZAGREB
zdravko.pamic@hep.hr

ENERGETSKI KABELI U HEP ODS-u

SAŽETAK

U HEP ODS-u koriste se slijedeći energetski kabeli: podzemni kabeli nazivnog napona 0,6/1 (1,2) kV i nazivnog napona od 3,6/6 (7,2) kV do i uključivo 20,8/36 (42) kV te samonosivi kabelski snop nazivnog napona 0,6/1 (1,2) kV.

Svima njima zajedničko je slijedeće: povezivanje električnih strojeva i uređaja s drugima u raznim namjenama i uvjetima. Osim za provođenje električne struje, kabelom se mogu prenositi i određeni signali od jednog do drugog uređaja ili mjernog instrumenta.

U referatu će se obraditi definicije dijelova kabela prema normi HRN IEC 60050-461:2011, Međunarodni elektrotehnički rječnik – 461.dio: Električni kabeli, dati će se značajke materijala koji se koriste za pojedine dijelove kabela, a bit će govora i o kabelskom spojnom priboru, načini polaganja te uobičajenim ispitivanjima.

Ključne riječi: niskonaponski kabel, srednjonaponski kabel, samonosivi kabelski snop

POWER CABLES USED IN HEP ODS

SUMMARY

The following power cables are used in HEP ODS: distribution underground cables of rated voltage 0.6/1 (1,2) kV and rated voltages from 3.6/6 (7,2) kV up to and including 20.8/36 (42) kV and overhead distribution cables of rated voltage 0.6/1 (1,2) kV.

They all have in common the following: connection of electrical machinery and equipment with others in a variety of purposes. Through the cables can also transmit certain signals from one device or measuring instrument to another, in addition to conducting electric current.

The paper will cover the definition of parts of the cable according to IEC 60050-461: 2011, International electro technical vocabulary – Part 461: Electric cables, it will give the requirements of the materials used for certain parts of the cable, and will be discussed about cable accessories, practices of laying and usual common tests.

Key words: low voltage cable, medium voltage cable, bundle assembled aerial cable

1. UVOD

Početak prvih distribucijskih kabela, time i distribucijskih sistema, vezan je za period između 1870. i 1880. godine kada je bio upotrijebljen kabel kakvog danas poznajemo, i originalno položen kao podzemni energetska kabel. Bio je to goli bakreni vodič izoliran s posebno oblikovanim slojem porculanskog izolacijskog materijala. Prvi uspješno upotrijebljeni "visokonaponski" energetska kabel vezan je za Dr. Ferrantia koji ga je upotrijebio 1890. godine za potrebe Londonske električne distributivne korporacije. Kabel je bio položen kroz New Bond ulicu i povezivao je Deptford Generating stanicu s L.E.S. Company's Grosvenor Gallery Generating stanicom. Osim povijesne prirode projekta, njegova važnost leži u konstrukciji i proizvodnji te usvojene metode polaganja i kasnijeg korištenja ovog kabela. Dr. Ferranti suočio se s novim problemom: prijenos energije na tada „abnormalno“ visokom naponu od 10kV prema zemlji, zahtijevao je proizvodnju 10kV kabela koju nijedan tadašnji proizvođač nije želio prihvatiti. Ferrantijev kabel bio je proizveden u kratkim duljinama, od svega cca. 0,61 m (20 ft) što je zahtijevalo ugradnju 7-8 tisuća spojnica na ukupnoj duljini kabela trase od cca. 48.000 m (30 miles). Kabel je pušten pod napon 15. veljače 1891. godine i uspješno je radio narednih 40 godina, da bi zadnja dionica ovog kabela bila zamijenjena 1933. godine novim 10 kV kabelom. Time je kabel Dr. Ferrantia bio prvi energetska kabel korišten u distributivne svrhe.

2. DEFINICIJA KABELA I NJIHOVA PODJELA PREMA NAPONU

Prema normi HRN IEC 60050:Međunarodni elektrotehnički rječnik – 461. poglavlje: Električni kabeli [1], definicija kabela glasi:

Kabel je sklop koji se sastoji od slijedećih slojeva:

- jedne ili više žila,
- zaštitnih slojeva žila (ako ih ima)
- zajedničkih zaštitnih slojeva použenih žila, ili svake pojedinačne žile (ako ih ima)
- zaštitnih omotača (ako ih ima).

(Osim toga, kabel može imati jedan ili više neizoliranih vodiča.)

Obzirom na njihov nazivni napon u HEP ODS-u koriste se slijedeći kabeli: *niskonaponski kabeli* (NN) za kabele 0,6/1 (1,2) kV kao podzemni kabel te *samonosivi kabelski snop* (SKS) za kabele 0,6/1 (1,2) kV i *srednjonaponski kabeli* (SN) za kabele nazivnog napona većeg od 3,6/6 (7,2) kV do i uključujući 20,8/36 (42) kV. Osim ovih kabela u upotrebi su još i *visokonaponski kabeli* (SN), naziv koji koristimo kod kabela nazivnih napona do i uključujući 400 kV, dok se kabeli nazivnog napona iznad 400 kV nazivaju kabelima za *posebno visoke napone* (PVN), a jedni i drugi koriste se prijenosnoj mreži.

Za *instalacijski vod* ne postoji posebna definicija kao za kabel, ali prema definiciji za kabel slobodno se može kazati da je *instalacijski vod* sklop koji se sastoji od jedne ili više žila, zajedničkih zaštitnih slojeva (ako ih ima), zajedničkih zaštitnih slojeva použenih žila, ili svake pojedinačne žile (ako ih ima) i zaštitnih omotača (ako ih ima), a namijenjen je za nazivne napone do i uključivo 450/750 V.

3. DIJELOVI KABELA I KABELSKE TRASE

3.1. Vodič

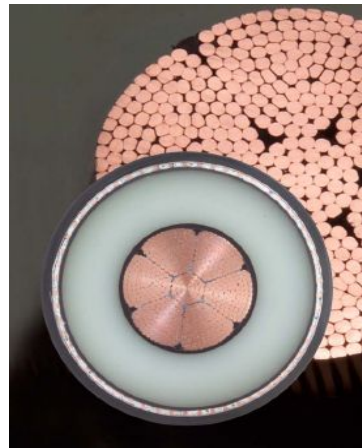
Vodič je dio kabela koji je posebno namijenjen vođenju struje (ili signala). Njegove žice mogu biti nepresvučene (gole) ili presvučene tankim slojem drugog različitog metala ili legure (npr. kositra). Najčešće korišteni materijali za energetske kabele su bakar i aluminij za koje postoje mnoge studije koje govore o prednostima jednog pred drugim materijalom, o čemu je i autor ovog referata objavio referat [2].

Vodič može biti jednožični (sastoji se samo od jedne žice) i višezični (sastoji se od više pojedinačnih žica ili strukova od kojih su svi, ili samo dio njih, zavojito namotani tj. použeni, okruglog ili oblikovanog presjeka, tzv. sektorski Millikenov vodič ...), ponekad i mehanički zbijeni (kompaktirani). Značajke svih tipova vodiča dane su u normi HRN EN 60228:2007 Vodiči za kabele [3].

U HEP ODS najčešće se za SN kabele koristi vodič izrađen iz aluminija, višezični, okruglog oblika i mehanički zbijen, za NN kabele to je najčešće korišteni vodič izrađen iz aluminija, višezični, sektorskog oblika i mehanički zbijen, dok je za SKS kabele, za fazne vodiče iz aluminija, višezični, okruglog oblika i mehanički zbijen dok je za isti tip kabela vodič neuutralnog vodiča istog oblika, višezični i mehanički zbijen izrađen iz aldreya, slitine Al, Si i Mg. Na Slikama 1. - 3. su neki od najčešće korištenih oblika vodiča energetskih kabela.

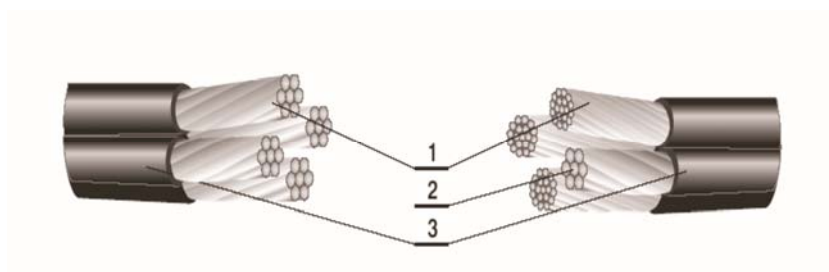


SN kabel: Aluminijsko užje, zbijeno



VN i PVN kabel: Milikenov vodič

Slika 1.: Najčešće korišteni oblici vodiča SN, VN i PVN kabela



Slika 2.: Najčešće korišteni oblici vodiča SKS kabela



Slika 3.: 4-žilni NN kabel sa sektorski oblikovanim višežičnim vodičima od bakra

3.2. Izolacija

Izolacija je skup izolacijskih materijala ugrađenih u kabel, uglavnom oko vodiča ili njegovog zaslona, s posebnom namjenom da izdrži naponska naprezanja. Danas najčešće upotrebljavani materijali su termoplastični materijali, kao što su: razni tipovi PVC-a (polivinil klorid), PE-a (termoplastični polietile), XLPE-a (umreženi polietilen) i razne elastomerne mješavine (svi ovi materijali postavljaju se uglavnom postupkom ekstruzije), impregniran papir postavlja uglavnom postupkom omatanja dok izolacija može biti još i od zbijenog mineralnog praha tzv. mineralna izolacija.

Za sve naponske razine energetskih kabela najviše se koristi XLPE raznih tipova, ali vrlo sličnih značajki, namijenjeni za najveću radnu temperaturu vodiča 90°C te imaju približno iste mehaničke značajke, prije i nakon starenja. Značajke svih tipova izolacijskih materijala dane su u normama za svaki tip kabela.

Nominalne debljine izolacija definirane su normama po kojima se energetski kabeli proizvode. Kod NN kabela nominalne debljine izolacija definirane su za svaki presjek vodiča posebno dok je kod SN kabela to definirano jednoznačno za sve presjeke vodiča kabela. Tako nominalna debljina izolacija za SN kabele nazivnog napona 6/10 (12) kV iznosi 3,4 mm, za naponski nivo 12/20 (24) kV to je 5,5 mm, za

naponski nivo 18/30 (36) kV nominalna debljina izolacija je 8,0 mm za sve presjeke vodiča dok za naponski nivo 20,8/36 (42) kV iznosi 8,8 mm. Najmanja debljina na jednom mjestu ne smije biti manja od 90% nominalne vrijednosti umanjene za 0,1mm što je jedinstven zahtjev za sve naponske razine.

3.3. Kabelska žila, korak i smjer použenja, ispuna

Kabelska žila je konstrukcija koja se sastoji od vodiča kabela i njegove izolacije.

Ovisno o broju žila u kabelu, razlikujemo *jednožilne kabele* i *višežilne kabele*.

Kabelske žile kod višežilnih kabela se međusobno použavaju *korakom použenja*, a to je duljina duž kabela na kojoj se oblikuje jedan puni zavojiti navoj nekog dijela kabela, određenim *smjerom použenja*, koji se gleda u odnosu na uzdužnu os kabela.

Ispuna je jedan od zaštitnih slojeva použenih žila, ako ih ima, a upotrebljava se za ispunu prostora među žilama višežilnog kabela. U tu svrhu koristi se materijal koji mora biti istih temperaturnih značajki kao i izolacija, a postavlja se uglavnom postupkom ekstruzije. Između vodiča i izolacije, ili između izolacije i plašta kabela, može se postaviti određeni *separator*, a to je tanki sloj kojim se spriječava štetni utjecaj među dijelovima kabela.

3.4. Zaštitni sloj vodiča i izolacije

Zaštitni sloj vodiča i izolacije pomažu pri oblikovanju električnog polja unutar izolacije odnosno da se oblikuje ostatak električnog polja na površini izolacije prema *zaslonu kabela*, koji ograničuje električno polje u kabelu i/ili štiti kabel od vanjskih električnih utjecaja. Ovi zaštitni slojevi obavezni su za sve naponske nivoe kabela s XLPE izolacijom, a za kabele s EPR i HEPR izolacijom iznad naponskog nivoa 3,6/6 (7,2) kV.

Da bi se spriječio prodor vode duž kabela, koristi se vodobubriv prah, kojim se puni prostor ispod vanjskog zaštitnog plašta ili prostor unutar vodiča, a izvodi se *vodobubrivim trakama*, koje se namataju ispod plašta ili u prostorima unutar vodiča te *vodobubriva smjesa*, s istim učinkom. Ove trake mogu biti premazane i vodljivim materijalom (*bubriva vodljiva traka*), kako bi se ostvario električni kontakt između zaslona izolacije i zaslona kabela.

3.5. Vanjski zaštitni plašt

Od *zaštitnih omotača*, ako ih ima, tu se prvenstveno misli na *vanjski zaštitni plašt*, a to je sloj od nemetalnog materijala postavljen iznad uglavnom metalnog pokrivača koji čini vanjsku zaštitu kabela. Osnovna namjena ovog konstruktivnog dijela kabela je zaštita svih unutarnjih dijelova kabela, od vanjskih nemehaničkih utjecaja, kao što su utjecaj atmosferilija, zemljišta (kiseline, lužine, glodavaca ...), agresivnih ulja, vatre i dr. Zato su vrlo važne značajke materijala od kojih se izrađuje vanjski zaštitni plašt kabela, kao što su: tvrdoća materijala, otpornost na abraziju i na upijanje vlage.

Prema normama za energetske kabele [3, 4, 5 i 8] danas su najčešće upotrebljavani termoplastični materijali kao što su: razni tipovi PVC-a (polivinil klorid), HDPE-a (termoplastični polietilen), PO (poliolefin) i razne elastomerne mješavine. Svi ovi materijali postavljaju se postupkom ekstruzije.

Od svih njih najviše se koristi HDPE, namijenjen za najveću radnu temperaturu vodiča 90 °C. Od njegovih ostalih značajki koje moraju zadovoljiti tipska ispitivanja tu su na prvom mjestu njegova prekidna čvrstoća, koja mora biti ≥ 15 MPa i prekidno istezanje koje mora biti ≥ 350 %. Nakon starenja 14 dana u sušnici, na temperaturi 110 °C promjene ovih vrijednosti mogu biti najviše ± 25 %. Tvrdoća materijala mora biti > 55 Shore-D na kabelu i na ispitnoj pločici. Skupljanje HDPE materijala ispituje se 5x po 5 sati na temperaturi 80 °C i mora iznositi ≤ 7 mm. Termoplastičnost ovog materijala, ispitivanog 6 sati na 115 °C, određuje se mjerenjem dubine utiskivanja, koja može biti ≤ 30 % i uz koeficijent $k 0,8$. Otpornost kabela na lom u mediju (SRC) ispituje se 1000 sati i tom prilikom ne smiju se pojaviti napukline na vanjskom zaštitnom plaštu kabela. Ovaj materijal se ne ispituje na toplotni udar kao ni njegova termička stabilnost. Zato se ispituje sadržaj čađe, koji može biti $2,5 \pm 0,5$ %.

Sličan po značajkama je PO, teško gorivi poliolefinski i bezhalogeni materijal, namijenjen prvenstveno za kabele koji služe za razvod energije i signala u industrijskim pogonima, objektima javne namjene i drugim objektima gdje se zahtijevaju veće sigurnosne mjere od požara, za povišena strujna i termička opterećenja. Glavna prednost teško gorivog materijala, u odnosu na standardni, je ta da je za gorenje potrebna veća količina kisika (karakterizirano većim indeksom kisika – LOI) i viša temperatura

(karakterizirano većim temperaturnim indeksom – TI) nego kod standardnog materijala. Teško gorivi bezhalogeni PO pri gorenju razvija dimove koji nisu otrovni, zagušljivi ni korozivni, a ne smanjuju niti vidljivost. PO je materijal namijenjen za najveću radnu temperaturu vodiča 90 °C, a od ostalih značajki na prvom mjestu tu su njegova prekidna čvrstoća, koja mora biti $\geq 12,5$ MPa, i prekidno istezanje, koje mora biti ≥ 300 %. Nakon starenja 10 dana u sušnici, na temperaturi 110 °C, promjene ovih vrijednosti mogu biti najviše ± 25 %. Pri tome gubitak mase može biti $\leq 0,5$ mg/cm². Skupljanje PO materijala ispituje se 5x po 5 sati na temperaturi 80 °C i smije iznositi ≤ 3 mm. Termoplastičnost ovog materijala, nakon 6 sati na 110 °C, određuje se mjerenjem dubine utiskivanja, koja smije biti ≤ 50 % i uz koeficijent k 0,7. PO materijal mora izdržati ispitivanje na temperaturi -15 °C, kojom prilikom istezanje materijala mora biti ≥ 20 %. Ispitivanje na habanje i cijepanje provodi se na temperaturi 20 \pm 5 °C i najmanji otpor smije iznositi tom prilikom 12 N/mm². Upijanje vode provodi se na temperaturi 85 °C tijekom 14 dana i najviše dozvoljena količina vode iznosi 5 mg/cm² – u pravilu su to vrijednosti i ispod 1 mg/cm², kao i kod HDPE, dok se kod PVC-a dobivaju vrijednosti i iznad 10 mg/cm². Sadržaj teških metala smije biti < 0,5 %. Korozivnost dimnih plinova dozvoljava najmanje 4,3 pH a vodljivost najviše do 10 μ S/mm. Prilikom ispitivanja otpornosti na UV zrake dozvoljava se odstupanje prekidne čvrstoće i prekidnog istezanja do 15 %, kojom prilikom ne smije doći do promjene boje ispitivanog materijala.

Boja vanjskog zaštitnog plašta energetskih kabela je crna koja se nanosi na kabel postupkom ekstruzije. Moguće su i druge boje za vanjsku zaštitni plašt kao što su crvena (u rudnicima) i siva (za NN kabele s PO). Moguća je izrada i dodatnog vodljivog sloja koji se izrađuje istovremeno s vanjskim zaštitnim plaštem, a kojim se omogućuje električno ispitivanje kvalitete takvog plašta.

3.6. Označavanje kabela

Tablica I. Oznake energetskih kabela

Oznaka kabela	Prema HRN N.C0.006	Prema HRN HD 603 S1:2001/ A3:2008	Prema HRN HD 626 S1:2001/ A2:2007	Prema HRN HD 620 S2:2010	
				Part 10B-A	Part 10C
Za standardni tip	-	N	FR-N	B	N
Za energetski kabel	-	-	-	E	-
Nazivni napon	-	-	1	-	-
Za Al vodič	-A	A	A	A	A
Za izolaciju ili plašt od PVC-a	P	Y	-	-	-
Za izolaciju od XLPE	X	2X	X	X	2X
Za kabel s nenosivim neutralnim vodičem	-	-	D4	-	-
Za kabel s nosivim neutralnim vodičem	/O	-	D9	-	-
Za plašt od HDPE	E	2Y	-	W	2Y
Za uzdužnu vodonepropusnu zaštitu zaslona kabela	49	-	-	E	S(F)
Za koncentrični zaslon kabela od Cu	-	-	-	C	-
Za kabel sa zaštitnom žilom	-Y	-J	-	-	-
Za jednožične vodiče okruglog oblika	-	RE	R	-	RE
Za višežične vodiče okruglog oblika	-	RM	-	-	RM
Za višežične vodiče sektorskog oblika	-S	SM	-	-	SM
Za kabel bez mehaničke zaštite	00	-	-	-	-

U Hrvatskoj je postojala norma HRN N.C0.006:1983 Označavanje vodiča i kabela, koja je povučena 31.12. 2008. godine zajedno sa svim drugim HRN JUS normama, tako da su oznake kabela u Hrvatskoj definirane za svaki kabel drugačije, a navedeno u samoj normi za kabele. Kod nas se koriste prvenstveno EN norme a ukoliko za određeni kabel ne postoji EN norma onda su u upotrebi razni dijelovi

(Part-ovi) HD normi. Zato se u Hrvatskoj koriste različite oznake kabela, onako kako je to pojedina članica EU definirala kod sebe, te nije čudno da mi nemamo jednoznačne oznake kabela. Tako se kod nas koriste oznake za NN i 12/20 kV SN kabele definirane u Njemačkoj, za 20,8/36 kV SN kabele u Belgiji a za SKS kabele u Francuskoj. Svi oni imaju svoj sistem označavanja tako da ne čudi šarolikost oznaka u Hrvatskoj. U Tablici I. dan je pregled do sada korištenih oznaka energetskih kabela u HEP ODS-u.

3.7. Armatura

Zaštitu od mehaničkih utjecaja, posebno protiv mehaničkih oštećenja tijekom polaganja i rada kabela, ostvaruje se primjenom jedne od vrsta *armature*, zaštitnog sloja koji se može sastojati najčešće od dviju čeličnih traka ili okruglih ili profiliranih čeličnih žica (oba materijala mogu biti i presvučeni tankim slojem drugog različitog metala, npr. cinka). Takva mehanička zaštita može imati ulogu i električne zaštite, budući da se u pravilu uzemljuje na jednom ili oba kraja kabelaške trase, ovisno o mjestu ugradnje i vrsti provedene zaštite.

Osim ovakve izvedbe, ponekad se koristi kao armatura od prepletenoga metalnog ili nemetalnog materijala, tzv. *opleť*. U potrebi su, u specijalnim uvjetima korištenja, i SN kabele s *valovitim metalnim plaštem* koji je prstenast ili zavojit.

3.8. Kabelski spojni pribor

Poseban dio kabelskih sustava predstavlja kabelski spojni pribor u koji se ubrajaju najčešće korišteni *kabelski završeci* (sklop postavljen na kraju kabela koji omogućuje električni spoj s drugim dijelom električne mreže/sustava i koji održava jednaku razinu izolacije na mjestu spoja), *spojnice* (pribor koji omogućuje spoj dvaju kabela da se dobije neprekinuti strujni krug) i *kabelska stopica* (metalni element koji služi za spajanje vodiča kabela na drugu električnu opremu). Tu su još *priključni kabelski ormarić* (ormarić u koji se ugrađuje kabelski završetak i koji čini dio kabela), *razdjelna kutija* (kutija u kojoj se višezilni kabel grana na jednožilne kabele bez promjene izolacije pojedinačnih žila), *izolacijska kapa* (dio od izolacijskoga materijala koji se postavlja na nespojeni kraj kabela pod naponom), *spojna stezaljka* (metalni element koji služi za spajanje dvaju ili više vodiča kabela zajedno sa svrhom osiguranja kontinuiteta električne staze), *probojna stezaljka* (stezaljka kod koje se kontakt s vodičem ostvaruje metalnim zubima koji probiju izolaciju žile), *predgotovljena spojnica* (to je tvornički dogotovljena spojnica koja se postavlja na kabel navlačenjem ili skupljanjem) te ostali različiti kabelski spojni pribor.

3.9. Polaganje kabela

Kabele se mogu polagati na više načina: *polaganje u trokut*, kod kojeg se tri kabela polažu na jednaki međusobni razmak, i *polaganje u ravnini*, kod kojeg se veći broj kabela polaže u istoj ravnini na jednakim razmacima među susjednim kabelima.

Kabele se polažu obično u zemlju, određeni kabelski kanal ili u cijev, a kod vučenja kabela pri polaganju koriste se razni oblici *valjaka*, a to je okretni valjak ili skup valjaka oblikovanih tako da nose kabel. U nekim slučajevima koristi se i *valjak s pogonom* gdje barem jedan od valjaka u skupu ima motorni pogon kojim se kabel vuče tijekom polaganja. Za vučenje kabela tijekom proizvodnje ili polaganja, koristi se i *remenski pogon* koji se sastoji od para motorom pogonjenih lanaca ili remena. Kabel se može vući i *vučnom čarapicom*, a to je cjevasti tkani predmet koji se, stavljen na kabel, smanji u promjeru zbog vučne sile, a upotrebljava se i za stiskanje kabela. Nakon polaganja kabela u zemlju, iznad kabela se polaže *označna traka* koja upozorava na blizinu kabela. Kada je kabel položen u zemlju, uobičajeno se ispod njega postavlja *termostabilna ispuna*, a to je materijal s toplinskim značajkama koji olakšava odvod topline proizvedene u kabelu.

3.10. Ispitivanja kabela

Za određivanje kvalitete kabela provode se slijedeća ispitivanja: *rutinska ispitivanja* koja se provode obavezno na svakoj proizvedenoj duljini kabela i u stanju u kojem se kabel isporučuje, a da bi se provjerila njegova ispravnost, *preuzimna* ili *nadzorna ispitivanja* koja se provode tijekom proizvodnje ili pri preuzimanju kabela, a na zahtjev krajnjeg korisnika, na odabranim uzorcima gotovog kabela ili na elementima uzetim s gotovog kabela, za provjeru norme prema čijem je zahtjevu kabel proizveden, *tipska ispitivanja*, i to *električna* i *neelektrična*, koja se provode na određenom tipu kabela da bi se provjerile radne osobine kabela za odgovarajuću namjenu) te *električna ispitivanja nakon polaganja kabela* koja se provode na izolaciji kabela uglavnom istosmjernim naponom prije puštanja kabela u pogon, ili izmjeničnim naponom vrlo niske frekvencije (0,1 Hz), a dopušteno je i ispitivanje izmjeničnim nazivnim naponom

mreže, samo u iznimnim i opravdanim slučajevima. Obavezno se ispituje i ispravnost vanjskog zaštitnog plašta kabela na položenom kabelu, zatrpanim slojem usitnjene zemlje ili pijeska, a prije montaže spojnice. Na zahtjev krajnjeg korisnika kabela, moguće je provođenje i pojedinih *specijalnih ispitivanja* koja se provode, kao što im kaže i samo ime, samo u specijalnim slučajevima.

Suho naponsko ispitivanje je ispitivanje izolacije, tijekom proizvodnje kabela, pri kojemu je kabel izložen ispitnom naponu na elektrodi kroz koju kabel prolazi.

3.11. Ostali nazivi

Kabelski bubanj je valjak s proširenim stranicama na koji se kabel namata u proizvodnji i služi za skladištenje, prijevoz i polaganje kabela. Manji kabelski bubanj naziva se *kabelski kalem* dok je *kabelski kolut* kabel namotan u kružnom obliku bez unutarnje potpore. U nekim slučajevima koristi se *zaštitna oplata*, a to je oplata bubnja koja služi kao vanjska mehanička zaštita kabela namotanog na bubanj, a dio te zaštitne oplate čine *oplatne letve* od kojih se sastavlja oplata, obično od drveta. Da bi se na krajevima kabela spriječio ulaz vlage tijekom skladištenja, na krajeve kabela se postavljaju *završen kape*.

3.12. Ostali tipovi kabela

Od ostalih tipova kabela koji se navode u normi HRN IEC 60050-461:2011, vrijedno je spomenuti *grijače (ogrjevne) kabele* (kabel s plaštem ili metalnim oklopom ili bez njih namijenjen odvajanju topline (grijanju okoline), *upravljačke kabele* (višežilni kabel za prijenos signala upravljanja, mjerenja i pokazivanja u električnim instalacijama), *nadzorne kabele* (kabel položen uz energetske kabele čija je zadaća prenositi podatke vezane uz rad tog kabela, *mjerne kabele* (višežilni kabel za prijenos signala iz osjetila do odgovarajućih mjerila), *termoparne kabele* (kabel čiji vodiči imaju značajke jednake termoparu i tako omogućuju njegov priključak na referentno mjesto), *kompensacijske kabele za termopar* (kabel čiji se vodiči razlikuju po naravi ili kakvoći od vodiča termopara, ali koji ima takve termoelektričke značajke da se rezultirajuća pogreška nalazi unutar navedenih granica za dani opseg temperature), *kabele za svjećice* (kabel namijenjen za ugradnju u sustave električnog paljenja, npr. kod automobila, gorionice ...), *minerske kabele* (kabel za aktiviranje eksploziva) te *kabele otporne na okretanje* (kabel konstruiran da se što više smanji zakretanje pod mehaničkim naprezanjem).

4. ZAKLJUČAK

Korištenjem točnih izraza za pojedini dio kabela nećemo više slušati o jezičnim uljezima kao što su: žnjora, gajtan, kablovi, licna, uzica, PGP ... Zbog toga je od iznimne važnosti da se u svakodnevnom govoru, kao i tehničkoj dokumentaciji za kabele i spojni pribor, koriste ispravni termini opisani u ovom referatu.

Puno toga bi se riješilo i izradom izvornih Hrvatskih normi no, iako je to izgleda samo želja članova HZN/TO E20, nekima u našem društvu to ne odgovara. Zašto – to znadu sam oni kojima je svejedno što se danas u Hrvatskoj koristi: po dvije različite norme za NN kabele (obje su izrađene u Njemačkoj), za SN kabele jedna norma za 12/20 (36) kV kabele (isto iz Njemačke) a jedna za SN 20,8/36 (42) kV kabele (iz Belgije) te dvije norme za SKS kabele (obje su izrađene u Francuskoj).

5. LITERATURA

- [1] HRN IEC 60050-461:2011, Međunarodni elektrotehnički rječnik – 461.dio: Električni kabele
- [2] Zdravko Pamić, „Usporedba bakra i aluminija kao materijala za vodiče NN i SN kabele“, 5. (11.) savjetovanje HO CIRED, Osijek, 15.-18. svibnja 2016.
- [3] HRN EN 60228:2007, Vodiči za kabele (IEC 60228:2004, EN 60228:2005), travanj 2007.
- [4] HRN HD 603 S1:2001/A3:2008, Distribucijski kabele nazivnog napona 0,6/1 kV
- [5] HRN HD 620 S2:2010, Distribucijski kabele s ekstrudiranom izolacijom za nazivne napone od 3,6/6 (7,2) kV do i uključivo 20,8/36 (42) kV
- [6] HRN HD 626 S1:2001/A2:2007, Nadzemni distribucijski kabele nazivnog napona U_0/U (U_m) 0,6/1 (1,2) kV
- [7] HRN HD 632 S2:2009, Energetski kabele s ekstrudiranom izolacijom i njihov pribor za nazivne napone iznad 36 kV ($U_m = 42$ kV) do i uključivo 150 kV ($U_m = 170$ kV)