

Zdravko Pamić, dipl.ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Zagreb
zdravko.pamic@hep.hr

NORME ZA ELEKTRIČNE KABELE

SAŽETAK

Za isti tip distribucijskih kabela u HEP-u se koristi po dva separata iz HD normi, obzirom da Hrvatska još uvijek nema svoje izvorne norme za električne kabele. Do sada su objavljene, uz osnovna S1 izdanja, također i amandmani na sve ove HD norme, što je sve usvojeno i u Hrvatskoj kao HRN HD.

Za električne kabele samo do sada prihvaćali međunarodne, europske i nacionalne norme drugih zemalja, u izvorniku, objavom obavijesti o prihvaćanju, a u organizaciji HZN-a.

Pred usvajanjem su i objava S2 verzija nekih od HD normi za električne kabele. U referatu se daje osvrt na novosti koje donose S2 verzije novih HD normi kao i prijedlog kako bi mogle izgledati izvorne HRN, kada bi ih sami izradili, bez oznake EN ili HD, na hrvatskom jeziku.

Gljučne riječi: HRN EN, HRN HD, SN kabeli, NN kabeli, SKS

STANDARDS FOR ELECTRIC CABLES

SUMMARY

For the same type of distribution cables in HEP are used two sections from HD standards, considering that Croatia hasn't his original standards for electric cables. Till now are published, together with the fundamental S1 editions, amendments for all of those HD standards too, what are all adopted in Croatia as HRN HD.

For electric, till now, we have only accepted international, European and national standards of other countries, in original, proclamation notification acceptance, in organisation of HZN.

In front of adopting and publishing are new versions S2 for some of those standards for electric cables. In the paper is contributed the critical review on news in S2 versions of HD norms and suggestion how original HRN standards should be look like, if we should do them, without mark EN or HD, writing on Croatian.

Key words: HRN EN, HRN HD, HV cables, LV cables, ABC

1. UVOD

Nekada korištene HRN norme (u daljnjem tekstu: HRN), po odluci Sabora RH preuzete JUS norme za električne kabele, oslanjale su se dijelom na VDE i DIN VDE norme, a dijelom na IEC norme. Danas se koriste HRN EN i HRN HD, koje su usvojene EN norme (norme koje se koriste na nivou cijele Europe) i HD norme (norme koje se koriste samo u državama članicama EU).

Odabir konstrukcija električnih kabela, za tipove distribucijskih kabela koji se koriste u HEP-u, vrši se samo iz HD normi, dok se EN norme koriste za razna ispitivanja. Međutim, tu postoji jedan veliki problem: za

sva tri tipa distribucijskih kabela koji se koriste u HEP-u, upotrebljavaju se po dva zasebna separata iz važećih HD normi, što dovodi do mnogih nepotrebnih problema, kako kod HEP-a, tako i kod proizvođača ovih kabela koji ih izrađuju i isporučuju za HEP. Ovi separati su zapravo nacionalne norme nekih od država članica EU, tako da mi u Hrvatskoj koristimo, za isti tip distribucijskih kabela, po dvije različite norme koje su napisane i važeće u dvjema državama EU. Naravno, svaka od tih nacionalnih normi razlikuje se od drugih, neke s većim ili manjim odstupanjima u svojim značajkama, tako da i mi koristimo distribucijske kabele, za isti naponski nivo, s većim ili manjim odstupanjima u njihovim značajkama.

Gdje smo u Hrvatskoj s HRN iz područja električnih kabela? Može se slobodno kazati da nas nema gotovo nigdje, jer nismo sami kreirali i izradili još ni jednu izvorne HRN. Ovako, drugi, umjesto nas, pišu svoje norme, za svoje specifičnosti koje vladaju u njihovim državama, u njihovim distribucijskim mrežama, a mi samo prihvaćamo njihova gotova rješenja, s kojima u konačnosti imamo i određenih problema. Prevodi se samo naslov određene norme na hrvatski jezik, a ostatak norme prihvaćamo u izvorniku objavom obavijesti o prihvaćanju. Tako u Hrvatskoj do sada imamo izrađenu, na hrvatskom jeziku, samo jednu normu: HRN IEC 60050-461:2001, a to je Međunarodni elektrotehnički rječnik, poglavlje: Električni kabele.

2. NORMA HRN HD 620 S1 - DISTRIBUCIJSKI KABELE S EKSTRUDIRANOM IZOLACIJOM ZA NAZIVNE NAPONE OD 3,6/6 (7,2) KV DO 20,8/36 (42) KV

2.1. Usvajanje norme HD 620 S1 kao HRN HD 620 S1

Norma HRN HD 620 S1 [L3] usvojena je 2001.godine. Tada je preveden samo naslov norme a norma HD 620 S1:1996 prihvaćena je u izvorniku. Ova se norma koristi za srednjonaponske kabele (u daljnjem tekstu: SN kabele), iz koje se u HEP-u promjenjuju dva separata: Part 5 Section B (u daljnjem tekstu: separat 5B) za SN kabele nazivnog napona 20,8/36 (42) kV i Part 5 Section C (u daljnjem tekstu: separat 5C) za SN kabele nazivnog napona 12/20 (36) kV.

2.2. Usvajanje amandmana na normu HD 620 S1:2001

Do sada je objavljeno 3 amandmana na normu HD 620 S1:2001. Tako je amandman HD 620 S1:1996/A1:2001 usvojen u normi HRN HD 620 S1:2001/A1:2007, amandman HD 620 S1:1996/A2:2003 je usvojen u normi HRN HD 620 S1:2001/A2:2007 a amandman HD 620 S1:1996/A3:2008 je usvojen u normi HRN HD 620 S1:2001/A3:2008. O svim novostima-izmjenama, koje su donijeli pojedini amandmani, opširnije je pisano u [L1] i [L2].

2.3. Prijedlog norme HD 620 S2

Nakon usvajanja A3 na normu HD 620 S1:1996 2008. godine, u CENELEC-u (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) donesena je odluka, a na zahtjev nekoliko država iz EU, da se izradi nova verzija S2 ove norme. Radna skupina WG9 CENELEC TC20 je do kraja 2009. godine izradila S2 verziju norme HD 620, koja je objavljena u siječnju 2010. godine, dok će njezina obavezna primjena biti od 01.06.2010. godine. Očekuje se da će se i u Hrvatskoj, odmah iza toga, ova norma usvojiti kao HRN HD 620 S2:2010. Usvajanjem HRN HD 620 S2, istovremeno će se staviti van snage dosadašnja S1 verzija sa sva 3 amandmana.

Kako smo već i prije datuma obavezne primjene došli do S2 verzije norme HD 620, u daljnjem dijelu ovog referata daje se osvrt na novosti koje donosi S2 verzija kao i prijedlog kako bi mogla izgledati izvorna HRN za SN kabele.

2.4. Novosti u HD 620 S2:2010 u odnosu na HD 620 S1:1996/A1:2001/A2:2003/A3:2008

S2 verzija norme HD 620 ima 36 separata, s oko 1000 stranica. Za nas su najinteresantniji separati 5B i 5C, a koji se koriste za odabir SN kabela u HEP-u. Tako se nekadašnji separat 5B sada u S2 verziji ove norme dijeli u tri zasebna separata: Part 5 Section B-1 (u daljnjem tekstu: separat 5B-1), Part 5 Section B-2 (u daljnjem tekstu: separat 5B-2) i Part 5 Section B-3 (u daljnjem tekstu: separat 5B-3), dok separat 5C ostaje nepromijenjen.

Pod pojmom SN kabel, u Tehničkim uvjetima HEP-a [L6] i [L7] misli se isključivo na jednožilni elektroenergetski kabel za polaganje u zemlju, otvorenom prostoru, u kabelske kanale i u zatvorene prostore za nazivne napone 12/20 (24) kV i 20,8/36 (41,5) kV.

Separati 5B-1 i 5C ostaju glavni separati za nas u HEP-u, u kojem se i nalaze sve značajke dosadašnjih SN kabele koji su se koristili u HEP-u, o čemu će biti više pisano u točkama 2.4.3. i 2.4.4.

2.4.1. Novosti u HD 620 S2:2010, separat 5B-2

Separat 5B-2 obrađuje glavne značajke za SN kabele samo za nazivni napon 8,7/15 (17,5) kV, s izolacijom od umreženog polietilena debljine 3,6 mm i za fiksna polaganja. Separat 5B-1 ima za SN kabele istog nazivnog napona propisanu nominalnu debljinu izolacije 4,5 mm i s najmanjom debljinom na jednom mjestu 3,95 mm, dok je u separatu 5B-2 debljina izolacije 3,6 mm propisana kao nominalna i najmanja na jednom mjestu. Dakle, u separatu 5B-2 govori se o SN kabelima s reduciranom debljinom izolacije.

Ovaj separat odnosi se na jednožilne kabele, preporučenih presjeka vodiča, od bakra ili aluminija, samo za 50 mm², 95 mm², 150 mm², 240 mm², 400 mm², 630 mm² i 1000 mm², kao i na 3 použena takva jednožilna kabela (ne trožilna konstrukcija !) oko jednog neizoliranog vodiča smještenog između dvije faze takve konstrukcije kabela.

Od ostalih konstruktivnih elemenata kabela iz separata 5B-2, treba kazati da ovaj tip kabela ima, uz uzdužnu vodonepropusnu zaštitu zaslona kabela, izrađenu iz na preklop omotanih vodljivih vodobubrivih traka postavljenih ispod i iznad zaslona kabela, i poprečnu vodonepropusnu izvedbu zaslona kabela, izrađenu od uzdužno postavljene i slijepljene aluminijske trake s kopolimerom s obje strane najmanje debljine na jednom mjestu 0,2 mm (dozvoljena je upotreba i trake od bakra ili izrada unutarnjeg plašta od olova). Novost je i mogućnost izrade ovog tipa kabela, na zahtjev kupca, i u crvenoj boji, najvjerojatnije za upotrebu u rudarstvu.

Za zaštitni plašt kabela, pored dosadašnjih materijala polietilena tipova DMP 9 i DMP 13, separat 5B-2 daje mogućnost upotrebe i materijala tipa G, koji je termoplastični materijal bez sastojaka halogena, nitrata, fosfora, sulfida i vatrootpornih je značajki.

Ispitni zahtjevi na kabelima iz separata 5B-2 identični su onima koji su propisani i za kabele istog naponskog nivoa iz separata 5B-1. Kod rutinskih ispitivanja, propisano je naponsko ispitivanje od 4 U₀ (34,8 kV) kroz 5 minuta (bez proboja), a parcijalni izboji se ispituju naponom 2 U₀ (17,4 kV) uz najveću izmjerenu vrijednost izboja do 2,0 pC, dok se vanjski zaštitni plašt ispituje obavezno uz 6 kV AC (po mm debljine plašta) a najviše 15 kV, ili 9 kV DC (po mm debljine plašta) a najviše 25 kV. I preuzimna i tipska ispitivanja za kabele iz separata 5B-2 ista su kao i za kabele istog naponskog nivoa iz separata 5B-1, uključujući i dugotrajno ispitivanje kroz 2 godine („Long duration test“). Nakon polaganja SN kabela, za ispitivanja vanjskog zaštitnog plašta propisano je, između zaslona kabela i zemlje, samo ispitivanje naponom 10 kV kroz 1 minutu (bez proboja). U dogovoru s kupcem, a nakon ugradnje cjelokupnog kabelskog spojnog pribora, moguće je ispitivati stanje izolacije, između vodiča i zaslona kabela, naponom 2 U₀ (17,4 kV) AC frekvencije između 30 i 300 Hz kroz 60 minuta ili naponom 3 U₀ (26,1 kV) AC frekvencije 0,1 Hz, isto kroz 60 minuta. Dozvoljeno je isto ovo ispitivanje i naponom 4 U₀ (34,8 kV) DC u trajanju 15 minuta. Kod traženja grešaka u izolaciji, dozvoljeno je ispitivanje, isto između vodiča i zaslona kabela, naponom 8 U₀ (69,6 kV) DC ili naponom 3 U₀ (26,1 kV) AC uz frekvenciju od 30 do 300 Hz.

Kako je ova norma uzrađena u Belgiji, i oznake ovih SN kabela su prema oznakama koje vrijede u Belgiji: za jednožilne konstrukcije SN kabela to su oznake EXeCWB, EXeCeWB, EXeCeGB-F2, EAXeCWB, EAXeCeWB i EAXeCeGB-F2, dok su, za 3 použena jednožilna kabela, oznake: BXeCWB, BXeCeWB i BXeCeGB-F2.

2.4.2. Novosti u HD 620 S2:2010, separat 5B-3

Separat 5B-3 obrađuje glavne značajke za SN kabele samo za nazivni napon 20,8/36 (42) kV, s izolacijom od umreženog polietilena debljine 6,0 mm i za fiksna polaganja. Separat 5B-1 ima za SN kabele istog nazivnog napona propisanu nominalnu debljinu izolacije 8,8 mm i s najmanjom debljinom na jednom mjestu 7,82 mm, dok je u separatu 5B-3 propisana nominalna debljina izolacije 6,0 mm i s najmanjom debljinom na jednom mjestu ne manje od 5,3 mm. Dakle, u separatu 5B-3 govori se o SN kabelima s reduciranom debljinom izolacije.

Ovaj separat odnosi se samo na jednožilne kabele, preporučenih presjeka vodiča, od bakra ili aluminija, samo za 240 mm², 400 mm², 630 mm² i 1000 mm².

Od ostalih konstruktivnih elemenata kabela iz separata 5B-3, treba kazati da ovaj tip kabela ima, uz uzdužnu vodonepropusnu zaštitu zaslona kabela izrađenu iz na preklop omotanih vodljivih

vodobubrivih traka postavljenih ispod i iznad zaslona kabela, i poprečnu vodonepropusnu izvedbu zaslona kabela, izrađenu od uzdužno postavljene i slijepljene aluminijske trake s kopolimerom s obje strane najmanje debljine na jednom mjestu 0,2 mm. Novost je i mogućnost izrade ovog tipa kabela, na zahtjev kupca, i u crvenoj boji, najvjerojatnije za upotrebu u rudarstvu.

Za zaštitni plašt kabela, pored dosadašnjih materijala polietilena tipova DMP 9 i DMP 13, separat 5B-3 daje mogućnost upotrebe i materijala tipa G, koji je termoplastični materijal bez sastojaka halogena, nitrata, fosfora, sulfida i vatrootpornih je značajki.

Ispitni zahtjevi na kabelima iz separata 5B-3 identični su onima koji su i za kabele istog naponskog nivoa iz separata 5B-1. Kod rutinskih ispitivanja, propisano je naponsko ispitivanje od $4 U_0$ (83,2 kV) kroz 5 minuta (bez proboja), a parcijalni izboji se ispituju naponom $2 U_0$ (41,6 kV) uz najveću izmjerenu vrijednost izboja do 2,0 pC, dok se vanjski zaštitni plašt ispituje obavezno uz 6 kV AC (po mm debljine plašta) a najviše 15 kV, ili 9 kV DC (po mm debljine plašta) a najviše 25 kV. I preuzimna i tipska ispitivanja za kabele iz separata 5B-3, identična su kao i za kabele istog naponskog nivoa iz separata 5B-1, uključujući i dugotrajno ispitivanje kroz 2 godine („Long duration test“). Nakon polaganja SN kabela, za ispitivanje vanjskog zaštitnog plašta SN kabela propisano je, između zaslona kabela i zemlje, samo ispitivanje naponom $2,5 \cdot \delta_{pl} + 5$ kV (δ_{pl} – debljina vanjskog zaštitnog plašta, u mm) kroz 2 minute (bez proboja) ili 10 kV kroz 2 minute, uključujući i ugrađeni cjelokupni kabelski spojni pribor (bez proboja). U dogovoru s kupcem, a nakon ugradnje cjelokupnog kabelskog spojnog pribora, moguće je ispitivati stanje izolacije, između vodiča i zaslona kabela, naponom $2 U_0$ (41,6 kV) AC frekvencije između 30 i 300 Hz kroz 60 minuta ili naponom $2,5 U_0$ (51 kV) AC frekvencije 0,1 Hz isto kroz 60 minuta.

Kako je i ova norma napravljena u Belgiji, i oznake ovih SN kabela su prema oznakama koje vrijede u Belgiji: EXeCWB, EXeeWB, EXeCeGB-F2, EAXeCWB, EAXeCeWB i EAXeeGB-F2.

2.4.3. Novosti u HD 620 S2:2010, separat 5B-1

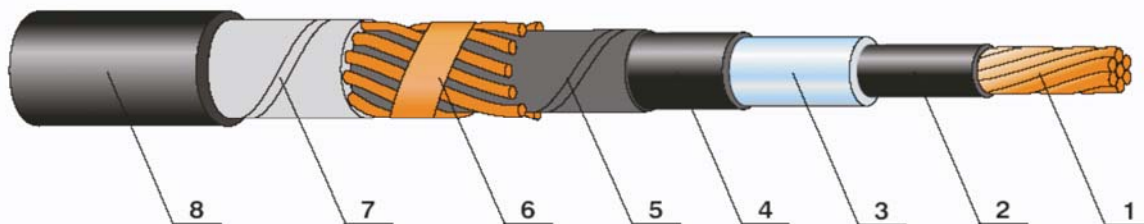
U novom separatu 5B-1 ostali su svi elementi odabira SN kabela prema zadnjem izdanju amandmana na normu HD 620 S1:1996/A1:2001/A2:2003/A3:2008 za separat 5B. Novi separat 5B-1 koristit će se i dalje samo za SN kabele naponskog nivoa 20,8/36 (42) kV dok će se separat 5C-1 koristiti za SN kabele naponskog nivoa 12/20 (24) kV. Zbog toga se u nastavku ovog referata daju razlike, za isti naponski nivo 12/20 (24) kV, između separata 5B-1 i 5C, kako bi se vidjele razlike između ova dva separata.

2.4.4. Razlike, za naponski nivo 12/20 (24) kV, između HD 620 S2:2010 separat 5B-1 i HD 620:2010 separat 5C

Osnovni konstruktivni element svakog SN kabela je vodič (Slika 1. - pozicija 1). Zahtjevi na konstrukciju i dimenzije te najveći otpor vodiča, iz oba separata, određeni su normom HRN EN 60228:2007, tako da u oba slučaja imamo iste zahtjeve na vodiče. Vodiči moraju biti višeznačni, izrađeni od pouzdenih zbijenih žica klase 2 okruglog oblika.

U oba separata nema posebnih zahtjeva na kvalitetu materijala za izradu zaslona vodiča SN kabela (Slika 1. - pozicija 2), osim da on mora biti od ekstrudiranog vodljivog XLPE, a to znači crne boje, te koji mora biti slijepljen za izolaciju i mora se lako odvajati od vodiča uz upotrebu standardnih alata. Razlika u najmanjoj izmjerenoj debljini na jednom mjestu od 0,1 mm nema većeg utjecaja kod ovog naponskog nivoa.

Glavne značajke materijala za izolaciju SN kabela (Slika 1. - pozicija 3), tipovi DIX 8 i DIX 9, iz oba separata, tek se neznatno razlikuju, tako da se može zaključiti da su oba materijala podjednako dobra. Nominalna (5,5 mm) i najmanja debljina na jednom mjestu (4,85 mm) jednako su definirane u oba separata. Tek je manja razlika u načinu propisivanja najmanjeg i najvećeg promjera preko izolacije u oba separata.



Slika 1. Jednožilni SN kabel koji se koristi u HEP-u

U oba separata nema posebnih zahtjeva na kvalitetu materijala za izradu zaslona vodiča SN kabela (Slika 1. - pozicija 4), osim da on mora biti od ekstrudiranog vodljivog XLPE, a to znači da je crne boje. Dok je za SN kabele iz separat 5C ograničena upotreba samo na materijal koji je slijepljen s izolacijom (tip „bonded“), kod SN kabela iz separata 5B-1 dozvoljena je upotreba i lakoskidajući materijal. Obzirom da se gotovo u svim državama Europe napušta upotreba ovih lakoskidajućih materijala, osim za upotrebu samo u nekim posebnim slučajevima, upotreba samo materijala koji je ekstrudiran i slijepljen s izolacijom je jedino opravdana. Postoje veće razlike u određivanju najmanje i najveće debljine zaslona izolacije u oba separata, a prednost dajem debljinama iz separata 5C, koje su veće, i koje time daju dodatnu sigurnost na zaštitu izolacije, kako od mehaničkih utjecaja, tako i u pogledu još uvijek prisutnog dovoljno velikog električnog polja koje je u ovom dijelu SN kabela.

Vodič s zaslonom vodiča, izolacijom i zaslonom izolacije naziva se žila.

U proizvodnji SN kabela koristilo se više tehnologija za izoliranje žila:

- a) jednostruka ekstruzija (samo izolacija) bez zaslona vodiča i zaslona izolacije, na početku izrade žile SN kabela s ekstrudiranim materijalima,
- b) dvostruka ekstruzija (zaslon vodiča i izolacija) te naknadna izrada zaslona izolacije (uobičajeno nanošenjem grafita te omotanjem vodljivom trakom),
- c) trostruka ekstruzija (zaslon vodiča, izolacija i zaslon izolacije) u pari ("wet-cured proces") i
- d) trostruka ekstruzija (zaslon vodiča, izolacija i zaslon izolacije) u dušiku ("dry-cured proces").

Od ovih tehnologija, najboljom se pokazalo izoliranje trostrukom ekstruzijom u dušiku, obzirom da je kod ove tehnologije najmanja mogućnost pojave "vodenih grančica" u izolaciji ("water-treeing"). Ove "grančice" mikroskopskih su veličina, reda manje i od 1 μm , ali predstavljaju potencijalno mjesto za stvaranje parcijalnih pražnjenja. Ova pražnjenja uzrokuju i termičko starenje izolacijskog materijala, čime se smanjuje životna dob SN kabela. Nijedan od ovih separata ne propisuju tehnologiju kojom žila SN kabela mora biti proizvedena, tako da je to prepušteno dogovoru između proizvođača i korisnika SN kabela.

U oba separata zaslon SN kabela izrađuje se isključivo u izvedu uzdužne vodonepropusnosti, s vodljivom trakom (Slika 1. - pozicija 5) ispod i separacionom bubrivom trakom (Slika 1. - pozicija 7) iznad električnog dijela zaslona kabela (Slika 1. - pozicija 6). Električni dio zaslona kabela izrađuje se iz bakrenih okruglih žica omotanih u jednom smjeru i jednom ili više bakrenih traka omotanom(ih) u suprotnom smjeru od smjera omatanja žica. Ukupan presjek zaslona vodiča je suma ukupnog presjeka svih bakrenih žica i presjeka bakrene(ih) trake(a), propisan kao nominalni presjek zaslona vodiča, za koji se određuje najveća električna otpornost. Promjer pojedine žice mora biti $\geq 0,5$ mm, srednji razmak susjednih žica ≤ 4 mm a najveći razmak dviju žica može biti ≤ 8 mm. Najveći presjek bakrene(ih) trake(a) može biti 10 % od ukupnog presjeka zaslona kabela, debljina pojedine trake mora biti $\geq 0,1$ mm i $\leq 0,3$ mm, a širina pojedine trake ≥ 8 mm.

Za vanjski zaštitni plašt (Slika 1. - pozicija 8) SN kabela, u separatu 5B-1 se zahtijeva ugradnja materijala tipa DMP 9, a u separatu 5C materijala tipa DMP 2. Oba materijala namijenjena su za najveću radnu temperaturu vodiča 90 °C te imaju približno iste mehaničke značajke, prije i nakon starenja. Razlike u ostalim značajkama su neznatne, ali sve u korist tipa DMP 9. Za SN kabele iz separata 5B-1, nominalne debljine vanjskog zaštitnog plašta daju su tabelarno, za razne presjeke vodiča, dok se za SN kabela iz separata 5C nominalne debljine određuju prema formuli: $0,035 \cdot D_A + 1$ (gdje je D_A fiktivni promjer kabela ispod vanjskog zaštitnog plašta u mm, a najmanje dobivena debljina po ovoj formuli ne smije biti manja od 2,5 mm). Najmanje izmjerena debljina vanjskog zaštitnog plašta na jednom mjestu isto je određena na različite načine: kod separata 5B-1 ne smije biti manja od 80 % nominalne vrijednosti umanjene za 0,2 mm, dok prema separatu 5C ne smije biti manja od 85 % nominalne vrijednosti umanjene za 0,1 mm. Najmanji i najveći promjeri SN kabela u oba separata daju se tabelarno, za razne presjeke vodiča, ali na drugačije načine: u separatu 5B-1 to je određeni promjer kabela s tolerancijom ± 3 mm, dok su u separatu 5C najmanji i najveći promjer, za svaku konstrukciju SN kabela, određeni fiksnim brojevima, čija razlika je za neke presjeke vodiča i veća od 6 mm.

Kao kod konstrukcijskih značajki, tako i kod zahtjeva za ispitivanja postoje razlike u oba separata i to kod svih propisanih ispitivanja: rutinskih, preuzimnih i tipskih. Popis svih ispitivanja je predugačak za objavljivanje svakog pojedinačnog u ovom referatu te će biti objavljeni kod prezentacije referata. Najvažnije je spomenuti naponsko ispitivanje SN kabela izmjeničnim naponom: u separatu 5B-1 to je napon $4U_0$ (48 kV) u trajanju 5 minuta (bez proboja), a u separatu 5C to je napon $3,5U_0$ (42 kV) u trajanju 5 minuta (bez proboja), te mjerenje parcijalnih pražnjenja izmjeničnim naponom $2U_0$ (24 kV) uz najveću izmjerenu vrijednost izboja od 2 pC.

2.4.5. Prijedlog izvorne HRN norme za SN kabele

Za izvornu HRN za SN kabele predlaže se slijedeće:

- a) da vodiči odgovaraju zahtjevima propisanim u normi HRN EN 60228:2007,
- b) da ostanu isti zahtjevi na navedene debljine zaslona vodiča kao što se navodi u točki 2.4.4. ovog referata, a da najveće i najmanje vrijednosti nepravilnosti koje se mogu pojaviti, za sve naponske nivoe, budu prema zahtjevima koji se navode u separatu 5C,
- c) da izolacijski materijal, za sve naponske nivoe, bude XLPE tip DIX 8, nominalne i najmanje debljine na jednom mjestu kao što se navodi u točki 2.4.4. ovog referata, da bude $\delta_{\min}/\delta_{\max} \geq 0,8-0,85$ mm i $\delta_{\max}-\delta_{\min} \leq 0,7$ mm (za napone $\leq 12/20$ (24) kV) i $\leq 0,9$ mm (za napone $> 12/20$ (24) kV), a najmanji i najveći promjer preko izolacije kao što se navodi u separatu 5C. Za presjeke kojih nema u ovim separatima, najmanji i najveći promjer preko izolacije treba interpolirati prema postojećim vrijednostima. Značajke materijala XLPE tipa DIX 8 potrebno je opisati u istoj HRN,
- d) da ostanu isti zahtjevi na navedene debljine zaslona vodiča i ovalnosti kao što se navodi u točki 2.4.4. ovog referata i da se smije upotrijebiti samo materijal koji je ekstrudiran i slijepljen s izolacijom,
- e) da se za izoliranja SN žila uvede korištenje isključivo tehnologije trostruke ekstruzije u dušiku,
- f) da promjeri, debljine i širine te razmaci pojedinih elemenata zaslona SN kabela budu isti kao što se navodi u točki 2.4.4. ovog referata,
- g) da materijal za vanjski zaštitni plašt, za sve naponske nivoe, bude PE tip DMP 9, nominalne i najmanje debljine na jednom mjestu te najmanji i najveći promjer SN kabela kao što se navodi u separatu 5C. Značajke materijala PE tipa DMP 9 potrebno je opisati u istoj HRN,
- h) da se koriste zahtjevi i ispitne metode kao što se navodi u točki 2.4.4. ovog referata.

3. NORMA HD 603 S1 - DISTRIBUCIJSKI KABELI NAZIVNOG NAPONA 0,6/1 KV

3.1. Usvajanje norme HD 603 S1 kao HRN HD 603 S1

Norma HRN HD 603 S1 [L4] usvojena je 2001. godine. Tada je preveden samo naslov norme a norma HD 603 S1:1994 i amandman HD 603 S1:1994/A1:1997 prihvaćeni su u izvorniku. Ova se norma koristi za niskonaponske kabele (u daljnjem tekstu: NN kabele), iz koje se u HEP-u primjenjuju dva separata: Part 3 Section G-2 (u daljnjem tekstu: separat 3G-2) za NN kabele s PVC izolacijom i Part 5 Section G-2 (u daljnjem tekstu: separat 5G-2) za NN kabele s XLPE izolacijom.

3.2. Usvajanje amandmana na normu HD 603 S1:2001

Do sada je objavljeno 3 amandmana na ovu normu. Tako je amandman HD 603 S1:1994/A1:1997 usvojen u normi HRN HD 603 S1:2001, amandman HD 603 S1:1994/A2:2003 je usvojen u normi HRN HD 603 S1:1994/A2:2007 a amandman HD 603 S1:1994/A3:2007 je usvojen u normi HRN HD 603 S1:1994/A3:2008. O svim novostima-izmjenama, koje su donijeli pojedini amandmani, opširnije je pisano u [L1] i [L2].

3.3. Prijedlog norme HD 603 S2

Nakon usvajanja A3 na normu HD 603 S1:1994 2003. godine, u CENELEC-u postoji odluka o izradi nove verzije S2 ove norme. Naime, na zahtjev nekoliko država iz EU, radna skupina WG9 CENELEC TC20 je do sada izradila prvu verziju radnog dokumenta, ne još i za objavu kao kod norme HD 620 S2, obzirom da postoji veliki broj nesuglasica među državama članicama EU oko usaglašavanja sa svim zahtjevima za izmjenama. Očekuje se da će se S2 verzija ove norme naći pred usvajanjem početkom 2011. godine, tako da bi u Hrvatskoj, odmah iza toga, usvojili je kao HRN HD 603 S2. Usvajanjem HRN HD 603 S2, istovremeno će se staviti van snage dosadašnja S1 verzija sa sva 3 amandmana.

U daljnjem dijelu ovog referata govori se samo o do sada usvojenim amandmanima na ovu normu kao i o prijedlogu kako bi mogla izgledati izvorna HRN za NN kabele.

3.4. Novosti u HD 603 S1:1994/A3:2003 u odnosu na HD 603 S1:1994/A1:2001/A2:2003

Za nas su najinteresantnije separati 3G-2 i 5G-2, a koji se koriste za odabir NN kabela u HEP-u. U njima se nalaze sve značajke dosadašnjih NN kabela koji su se koristili u HEP-u, o čemu će biti više opisano u točkama 3.4.1. i 3.4.2. ovog referata.

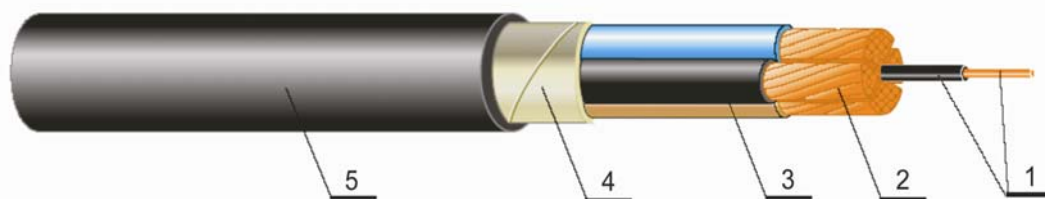
Pod pojmom NN kabel, u Tehničkim uvjetima HEP-a [L6] i [L7] misli se isključivo na četverožilni elektroenergetski kabel sa jednom dodatnom žilom, za polaganje u zemlju, otvorenom prostoru, u kabelske kanale i u zatvorene prostore.

U HEP-u je standardizirana slijedeća konstrukcija NN kabela: 4 vodiča izrađenih od aluminija, izolacija izrađena od PVC (separat 3G-2) ili XLPE (separat 5G-2) i vanjski zaštitni plašt izrađen od PVC ili PE te jedan vodič od bakra $1,5\text{mm}^2$ u centru s PVC ili XLPE izolacijom, postavljenim u sredinu kabela (Slika 2.). U referatu se daju samo podaci za četverožilne NN kabele tipizirane u HEP-u, dok bi izvorna HRN morala imati podatke i za ostale varijante konstrukcija NN kabela: vodiči izrađeni iz bakra, dvožilne, trožilne, peterožilne te ostale višežilne konstrukcije NN kabela, razne vrste mehaničkih zaštita te novi materijal PE za vanjski zaštitni plašt kabela.

Separat 3G-2 obrađuje glavne značajke samo za NN kabele s izolacijom od PVC-a, dok separat 5G-2 daje glavne značajke samo za NN kabele s izolacijom od XLPE.

3.4.1. Razlike u HD 603 S1:1994/A3:2003 za separate 3G-2 i 5G-2

Osnovni konstruktivni element svakog NN kabela je vodič (Slika 2. - pozicija 2). Zahtjevi na konstrukciju i dimenzije te najveći otpor vodiča, iz oba separata 3G-2 i 5G-2, određeni su normom HRN EN 60228:2007, tako da u oba slučaja imamo iste zahtjeve na vodiče. Vodiči moraju biti višežični, izrađeni od pouzdenih zbijenih žica klase 2. Do i uključujući 35mm^2 izrađuju se okruglog oblika, dok se od 50mm^2 na više izrađuju sektorski oblikovani.



Slika 2. Četverožilni NN kabel koji se koristi u HEP-u

U centru NN kabela je jedna žila od bakra $1,5\text{mm}^2$ (Slika 2. – pozicija 1) s izolacijom od istog materijala kao što su izolirani ostali vodiči u kabeu.

Za NN kabele iz Poglavlja 3G-2 zahtijeva se za izolaciju (Slika 2. - pozicija 3) korištenje materijala PVC tipa DIV 4, koji je namijenjen za najveću radnu temperaturu vodiča 70°C , a za NN kabele iz separata 5G-2 to je materijal XLPE tipa DIX 3, namijenjen za najveću radnu temperaturu vodiča 90°C . Nominalne debljine izolacija za NN kabele iz oba separata zadovoljavaju zahtjevima i iz svih ostalih separata za NN kabele iz HRN HD 603 S1:1994/A3:2003 za ove tipove materijala. Najmanja debljina na jednom mjestu ne smije biti manja od 90% nominalne vrijednosti umanjene za $0,1\text{mm}$, i to za sve presjeke vodiča u oba separata. Najmanji i najveći promjeri preko izolacije, za razne presjeke vodiča u oba separata, daju se tabelarno. Za presjeke kojih nema u ovim separatima, najmanji i najveći promjer preko izolacije treba interpolirati prema vrijednostima za presjeke koji se nalaze u ovim tablicama. Izolacija može biti izrađena u jednom ili više slijepljenih slojeva („skin“ izvedba, tj. samo vanjski dio izolacije je obojen) i mora se dati, bez oštećenja, lako odvajati od vodiča. Uvedene su nove boje izolacija: plava (za nul-vodič), crna (L1), smeđa (L2) i siva (L3), dok je boja žile $1,5\text{mm}^2$ crna.

Vodič s izolacijom naziva se žila.

Jezgro kabela predstavljaju použene žile. Preko jezgre kabela postavlja se zajednička ispuna (Slika 2. – pozicija 4), kako bi se dobio kompaktni i približno okrugli oblik NN kabela. Za konstrukcije NN kabela s okruglim vodičima, zajednička ispuna izrađuje se od ekstrudiranog sloja odgovarajućeg materijala (najčešće od gumene mješavine), dok je kod konstrukcija kabela sa sektorski oblikovanim vodičima to omot od jednog ili više slojeva traka. Debljine zajedničke ispune (kao orijentacione

vrijednosti) određene su promjerom ispod ispune, tj. promjerom preko jezgre kabela. Za kabele iz oba separata određena je i najmanja debljina zajedničke ispune i iznosi 50 % orijentacione vrijednosti.

Za vanjski zaštitni plašt NN kabela (Slika 2. - pozicija 5) iz separata 3G-2 zahtijeva se korištenje materijala PVC tipa DMV 5, a u separatu 5G-2 to je tip DMV 6. Oba materijala namijenjena su za različite najveće radne temperature vodiča NN kabela, tako da je DMV 5 za 70 °C a DMV 6 za 90 °C. Potrebno je uvesti i materijal PE tipa DMP 2, namijenjenog za najveću radnu temperaturu vodiča 90 °C, obzirom na njegove bolje mehaničke značajke od PVC-a. Nominalne debljine vanjskog zaštitnog plašta za NN kabele iz oba separata daju se tabelarno za razne presjeke vodiča, a vrijednosti se određuju prema formuli: $0,035 \cdot D_A + 1$ (gdje je D_A fiktivni promjer kabela ispod plašta u mm, a najmanja dobivena debljina po ovoj formuli ne smije biti manja od 1,8 mm). Najmanje izmjerena debljina vanjskog zaštitnog plašta na jednom mjestu ne smije biti manja od nominalne vrijednosti. Najmanji i najveći promjeri NN kabela u oba separata daju se tabelarno za razne konstrukcije NN kabela.

Kao kod konstrukcijskih značajki, tako i kod zahtjeva za ispitivanja postoje razlike u oba separata i to kod svih propisanih ispitivanja: rutinskih, preuzimnih i tipskih. Popis svih ispitivanja je predugačak za objavljivanje svakog pojedinačnog u ovom referatu te će biti objavljeni kod prezentacije referata. Najvažnije je spomenuti naponsko ispitivanje NN kabela izmjeničnim naponom 4 kV, ili istosmjernim naponom 12 kV, u trajanju 5 minuta (bez proboja), što vrijedi kod oba separata.

3.4.2. Prijedlog izvorne HRN norme za NN kabele

Za izvornu HRN za NN kabele predlaže se slijedeće:

- a) da vodiči odgovaraju zahtjevima propisanim u normi HRN EN 60228:2007,
- b) da izolacijski materijal bude samo XLPE tipa DIX 3, nominalne i najmanje debljine na jednom mjestu te najmanji i najveći promjer preko izolacije kao što se navodi u točki 3.4.1. ovog referata. Značajke materijala XLPE tipa DIX 3 potrebno je opisati u istoj HRN. Za presjeke kojih nema u ovim separatima, najmanji i najveći promjer preko izolacije treba interpolirati prema postojećim vrijednostima,
- c) da ostanu zahtjevi za zajedničku ispunu kao što se navodi u točki 3.4.1. ovog referata,
- d) da materijal za vanjski zaštitni plašt bude samo PE tipa DMP 9, nominalne i najmanje debljine na jednom mjestu te najmanji i najveći promjer NN kabela kao što se navodi u točki 3.4.1. ovog referata. Značajke materijala PE tipa DMP 9 potrebno je opisati u istoj HRN,
- e) da se koriste zahtjevi i ispitne metode kao što se navodi u točki 3.4.1. ovog referata.

4. NORMA HD 626 S1 – NADZEMNI DISTRIBUCIJSKI KABELI NAZIVNOG NAPONA U_0/U (U_M) 0,6/1 (1,2) kV

4.1. Usvajanje norme HD 626 S1 kao HRN HD 626 S1

Norma HRN HD 626 S1 [L5] usvojena je 2001.godine. Tada je preveden samo naslov norme a norma HD 626 S1:1996 i amandman HD 603 S1:1994/A1:1997 prihvaćeni su u izvorniku. Ova se norma koristi za nadzemne niskonaponske distribucijske kabele (u daljnjem tekstu: SKS), iz koje se u HEP-u primjenjuju dva separata: Part 4 Section E (u daljnjem tekstu: separat 4E) za SKS s nenosivim neutralnim vodičem i Part 6 Section E (u daljnjem tekstu: separat 6E) za SKS s nosivim neutralnim vodičem.

4.2. Usvajanje amandmana na normu HD 626 S1:2001

Do sada je objavljeno 2 amandmana na ovu normu. Tako je amandman HD 626 S1:1996/A1:1997 usvojen u normi HRN HD 626 S1:2001 a amandman HD 603 S1:1996/A2:2002 je usvojen u normi HRN HD 626 S1:2001/A2:2007. O svim izmjenama, koje su donijeli pojedini amandmani, opširnije je pisano u [L1] i [L2].

4.3. Prijedlog norme HD 626 S2

Za sada ne postoji zahtjev neke od država iz EU za izmjenom ili dopunom ove norme. Kada do toga dođe, radna skupina WG9 CENELEC TC20 će izraditi novi radni dokument i staviti ga u proceduru usvajanja i objave, što obično potraje i po nekoliko godina. Ipak, očekuje se da će se ova norma naći pred novim

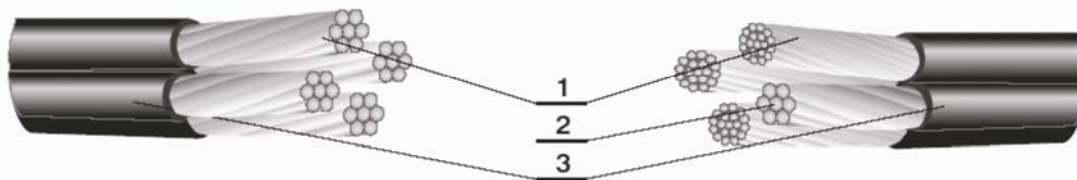
promjenama uskoro, čim dođe do novog ućlanjenja neke od država koje još nisu članice EU, a što posebno očekujemo za Hrvatsku, tijekom naredne ili narednih godina. Isto tako očekuje se da naš predstavnik u CENELEC TC20 tada sudjeluje i radi i u WG9 CENELEC TC20 kao punopravni član, a ne više, kao sada, samo kao promatrač (observer), obzirom da je HZN od 01.01.2010. postao punopravni član CEN-a i CENELEC-a.

Tako se u daljnjem dijelu ovog referata govori samo o do sada usvojenim amandmanima na ovu normu kao i prijedlog kako bi mogla izgledati izvorna HRN za SKS.

4.4. Novosti u HD 626 S1:2001/A2:2007 u odnosu na HD 626 S1:2001

Za nas su najinteresantnije novosti u separatima 4E i 6E, a koji se koriste za odabir SKS-a u HEP-u. U njima se nalaze sve značajke dosadašnjih SKS-a koji su se koristili u HEP-u, o čemu će biti više opisano u točkama 4.4.1. ovog referata.

Pod pojmom SKS, u Tehničkim uvjetima HEP-a [L6] i [L8] misli se isključivo na samonosivi kabelski snop za nadzemno polaganje, s nosivim ili nenosivim neutralnom vodičem, za nazivni napon 0,6/1 kV slijedeće konstrukcije: vodiči izrađeni od aluminija i s izolacijom od XLPE, s ili bez nosivog neutralnog vodiča, izrađenog od aluminijske legure sa silicijem (aldrey) i s izolacijom od XLPE (Slika 3.).



Slika 3. SKS koji se koristi u HEP-u

4.4.1. Razlike u HD 626 S1:2001/A2:2007 za separate 4E i 6E

Osnovni konstruktivni element svakog SKS-a je vodič (Slika 3. - pozicije 1 i 2). Zahtjevi na konstrukciju i dimenzije te najveći otpor faznih vodiča iz separata 4E te faznih i vodiča za javnu rasvjetu iz separata 6E određeni su normom HRN EN 60228:2007, tako da u oba slučaja imamo iste zahtjeve na vodiče. Sve konstrukcije faznih (16 mm^2 - 70 mm^2) i vodiča za javnu rasvjetu (16 mm^2 i 25 mm^2) moraju biti višeznačne, izrađene od pouzanih zbijenih žica klase 2. Nosivi neutralni vodič mora biti izrađen iz aluminijske legure sa silicijem (aldrey), oznake Ref 6101 prema CEN TC 132, te mora biti isto višeznačni i izrađen od pouzanih zbijenih žica klase 2.

Kod SKS-a iz separata 6E mora se postaviti separator od papira (nedefiniranih značajki u normi), na neutralni vodič obavezno, a na ostale vodiče neobavezno. Kada se separator postavlja, tada mora biti na svakom presjeku vodiča SKS-a drugačije boje, ali iste boje za sve vodiče istog presjeka. Kod SKS-a iz separata 4E, separator se postavlja na sve vodiče neobavezno. Smatram da sve to dovodi do velikih nedoumica, kako kod proizvođača kabela, tako i kod korisnika, posebno prilikom preuzimnih ispitivanja. Zato predlažem da se separator postavlja neobavezno na sve vodiče, bez definiranih značajki i bez obaveze koje je boje, jer je njegova upotreba potrebna jedino za lako odvajanje izolacije od vodiča. Zahtjev za obaveznom upotrebom separatora može biti jedino kod nosivog neutralnog vodiča SKS-a, gdje je potrebno zadovoljiti ispitivanja adhezije izolacije nosivog neutralnog vodiča prema postupku 2 (ostvarena sila $\geq 20 \text{ daN}$) i prema postupku 5 (ostvarena sila $\geq 1600 \text{ daN}$).

Za SKS iz oba separata zahtijeva se za izolaciju (Slika 3. - pozicija 3) korištenje materijala XLPE tip TIX 5, koji je namijenjen za najveću radnu temperaturu vodiča 90°C . Ekstrudirani sloj izolacije mora biti slijepljen za separator, koji je postavljen preko vodiča, i mora se dati, bez oštećenja, lako odvajati od vodiča uz upotrebu standardnih alata. Na vodič se nanosi odgovarajućim postupkom ekstrudiranja, umrežava se određenim tehnološkim postupkom (u pari ili tzv. Postupkom samoumrežavanja), ima oblik kompaktnog i homogenog tijela te prati vanjski oblik vodiča. Nominalne debljine izolacija za SKS dane su tabelarno u oba separata i odgovaraju do sada korištenim debljinama prema ranije korištenim normama u Hrvatskoj. Najmanja debljina na jednom mjestu ne smije biti manja od 90 % nominalne vrijednosti umanjene za 0,1 mm, i to za sve presjeke vodiča u oba separata. Najmanji i najveći promjeri preko izolacije u oba separata daju se isto tabelarno, i to za sve presjeke vodiča.

Vodič s izolacijom naziva se žila. Boja žila je isključivo crna.

Do sada su se žile, osim neutralne, obilježavale slijedećim oznakama: znak proizvođača, brojevi 1, 2 i 3, u grupi po 5 istovjetnih brojeva, pri čemu međusobni razmak pojedinog broja nije smio biti veći od 25 mm, a najveći razmak između kraja jednog uočljivog natpisa i početka slijedećeg natpisa nije smio biti veći od 200 mm. Brojevi faznih žila bili su položeni po duljini, vrhom prema dnu, tiskani jasnom, uočljivom i postojanom bojom, u kontrastu sa bojom izolacije, uglavnom bijele ili žute boje. Nenosivi i nosivi neutralni vodiči imali su izvedeno uzdužno izbočenje, u obliku trokuta, koje se moglo lako uočiti ili osjetiti pri dodiru, pa i u mraku. Kod žila javne rasvjete, umjesto oznaka 1, 2 i 3, obavezne su oznake R1 i R2. Dimenzije oznaka bile su dostatne u relaciji s promjerom žile kabela, tako da su se mogle lako čitati. Kabeli iz sekcije 4E obilježavali su se bojom, reljefno uzdignutim ili udubljenim znakom proizvođača te brojevima 1, 2 i 3, godinom proizvodnje i oznakom metraže samo na zahtjev kupca, dok su se iz sekcije 6E, uz iste ove oznake iz sekcije 4E, žile javne rasvjete označavale oznakama EP1 i EP2.

Žile se međusobno poučavaju u snop, uvijek u desnom smjeru i najvećim korakom poučavanja prema vrijednostima, za svaku konstrukciju, što je određeno tabelarno. Kod konstrukcija SKS-a koji imaju nosivi neutralni vodič, fazne žile moraju se poučavati oko njega, dok se kod konstrukcija SKS-a koji nemaju nosivi neutralni vodič, sve žile se međusobno poučavaju. Žile za javnu rasvjetu, ako ih ima, polažu se u međuprostor između faznih žila i poučavaju se sa svim ostalim faznim žilama oko nosive neutralne žile.

Kao kod konstrukcijskih značajki, tako i kod zahtjeva za ispitivanja postoje razlike u oba separata i to kod svih propisanih ispitivanja: rutinskih, preuzimnih i tipskih. Popis svih ispitivanja je predugačak za objavljivanje svakog pojedinačnog u ovom referatu te će biti objavljeni kod prezentacije referata. Najvažnije je spomenuti naponsko ispitivanje SKS-a, u vodi, izmjeničnim naponom 4 kV, ili istosmjernim naponom 10 kV, u trajanju 15 minuta (bez proboja). Dozvoljava se ispitivanje SKS-a i kroz suhi ispitivač, prilikom pakiranja, uz napon: $(4,5 + 7,5\delta)$ kV za DC ili $(3 + 5\delta)$ kV za AC – 50 Hz, gdje je δ nominalna debljina izolacije u mm (bez proboja).

4.4.2. Prijedlog izvorne HRN za SKS

Za izvornu HRN za SKS predlaže se slijedeće:

- da fazni i vodiče javne rasvjete odgovaraju zahtjevima propisanim u normi HRN EN 60228:2007, a da nosivi neutralni vodič odgovara zahtjevima propisanim u norme CEN TC 132,
- da izolacijski materijal bude XLPE tipa TIX 5 uz obaveznu upotrebu separatora, nominalne i najmanje debljine na jednom mjestu te najmanji i najveći promjer preko izolacije kao što se navodi u točki 4.4.1. ovog referata. Značajke materijala XLPE tipa TIX 5 potrebno je opisati u istoj HRN. Oznake žila trebaju ostati onima koje su se i do sada koristile u HEP-u,
- da se koriste zahtjevi i ispitne metode kao što se navodi u točki 4.4.1. ovog referata.

5. ZAKLJUČAK

U dosadašnjim točkama 2. – 4. ovog referata dani su, za svaki pojedini element konstrukcije kabela i ispitivanja, za sve tri grupe distribucijskih kabela koje se koriste u HEP-u, novosti koje donosi S2 verzija norme HD 620, novosti koje su donijeli zadnji amandmani na norme HD 603 i HD 626 te konkretni prijedlozi za usvajanje izvornih HRN. U Hrvatskoj postoji interes za izradom izvornih HRN za sve tri grupe distribucijskih kabela, a što je u nadležnosti rada HZN/TO E20, koji daje prijedlog za prihvaćanje objavom obavijesti o prihvaćanju, a HZN ih priprema, izdaje i objavljuje. Ulaskom Hrvatske u EU, ove izvorne HRN postale bi sastavni dio postojećih HD normi, neki novi separati, kao što i sada u HD normama ima toliko separata koliko su pojedine države iz EU imale za objaviti kao njihove nacionalne norme. Time bi se ujedno stekli i uvjeti da za električne kabele imamo svoje izvorne norme, pisane na hrvatskom jeziku.

LITERATURA

- [1] Zdravko Pamić, "Novosti u distributivnim kabelima u HEP-u", 8. savjetovanje HRO CIGRÉ, Zbornik radova, Cavtat, Hrvatska, studeni 2007. 11 stranica
- [2] Zdravko Pamić, "Novosti u distributivnim kabelima", 12 međunarodni simpozij EI 2006, Šibenik, Hrvatska, svibanj 2006. 7 stranica
- [3] HRN HD 620 S1:1996/A1:2007/A2:2007/A3:2008 - Distribucijski kabeli s ekstrudiranom izolacijom za nazivne napone od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV

- [4] HRN HD 603 S1:2001/A2:2007/A3:2008 - Distribucijski kabeli nazivnog napona 0,6/1 kV
- [5] HRN HD 626 S1:2004/A2:2007 - Nadzemni distribucijski kabeli nazivnog napona $U_0/U (U_m)$: 0,6/1 (1,2) kV
- [6] Tehnički uvjeti natječajne dokumentacije za javno nadmetanje HEP-a za: 1. Četverožilne distributivne kabele nazivnog napona 0,6/1 (1,2) kV, 2. Jednožilne sredjenaponske distributivne kabele nazivnog napona 12/20 (24) kV i 20,8/36 (42) kV, 3. Samonosive distributivne kabele nazivnog napona 0,6/1 (1,2) kV
- [7] Bilten br. 130 – granska norma HEP Distribucije d.o.o. N.033.01 klasifikacijskog broja 4.37/03 „Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 kV do 35 kV“ – I izmjene i dopune, prosinac 2003.
- [8] Bilten br. 118 – granska norma HEP Distribucije d.o.o. N.020.01 klasifikacijskog broja 4.36./03 „Tehnički uvjeti i upute za izgradnju niskonaponske mreže sa samonosivim kabelskim snopom“ – I izmjene i dopune, lipanj 2003.