

NOVE KONSTRUKCIJE ENERGETSKIH NISKONAPONSKIH KABLOVA SA POBOLJŠANIM MEHANIČKIM KARAKTERISTIKAMA

NEW CONSTRUCTIONS OF POWER CABLES WITH IMPROVED MECHANICAL PERFORMANCES

B. Stojanović¹

JP Elektrodistribucija-Beograd, Srbija

A. Ibrić

Waskönig+Walter, Kabel-Werk GmbH Germany

1 UVOD

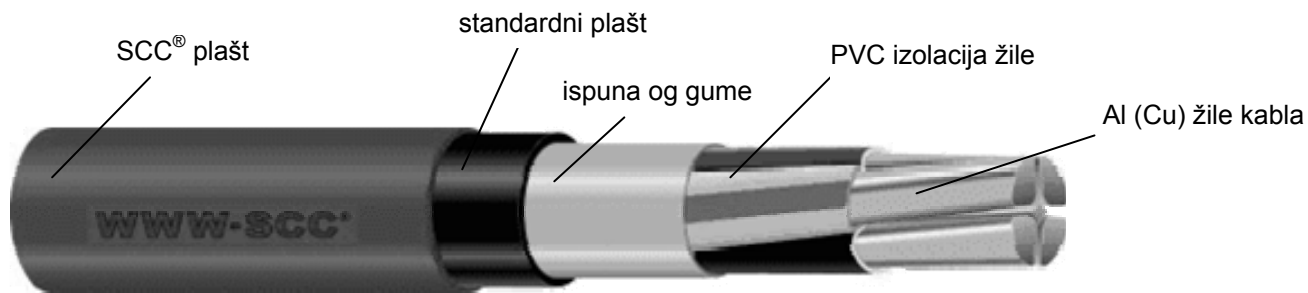
Standardni kablovi sa plaštom od čvrstog dielektrika nisu predviđeni za direktno polaganje u stenovitom zemljištu bez posebne posteljice, zato što standardni plašt ne može da podnese jača mehanička naprezanja. SCC[®] (Safe Coat Cable) kabl koji je razvio Waskönig+Walter pored standardnog ima drugi, patentirani plašt izrađen od kopolimera ojačanog mineralnim vlaknima za efikasnu zaštitu od mehaničkih naprezanja. Ovaj drugi plašt može da se nanosi posebnim postupkom ekstruzije preko standardnog plašta skoro svakog energetskog kabla. Kablovi sa zaštitnim plaštom mogu da se polažu u rovove sa kamenjem veličine do 63 mm bez bilo kakve posteljice od peska. Njihova velika otpornost na zareze, žljebove, tačkasta opterećenja čine ih podjednako pogodnim za postupke polaganja bez rovova i instalacionih cevi.

2 KONSTRUKCIJA KABLA SA POBOLJŠANIM MEHANIČKIM OSOBINAMA

Glavna karakteristika SCC[®] kabla je drugi, patentirani plašt izrađen od kopolimera ojačanog mineralnim vlaknima koji pruža efikasnu zaštitu od mehaničkih naprezanja. Na slici 1 je prikazan izgled konstrukcije SCC kabla koja je u osnovi jednaka konstrukciji standardnog kabla sa izolacijom od PVC i plaštom od XLPE, pri čemu ima dodatni plašt od kopolimera ojačanog mineralnim vlaknima.

Ovaj plašt minimalizuje rizik od oštećenja kabla i njegova efikasnosti je potvrđena nizom različitih ispitivanja.

¹ Gospodar Jevremova 28, 11000 Beograd, biljana.stojanovic@edb.eps.co.yu



Slika 1 – Izgled kabla sa poboljšanim mehaničkim karakteristikama plašta

3 POSTUPAK ISPITIVANJA

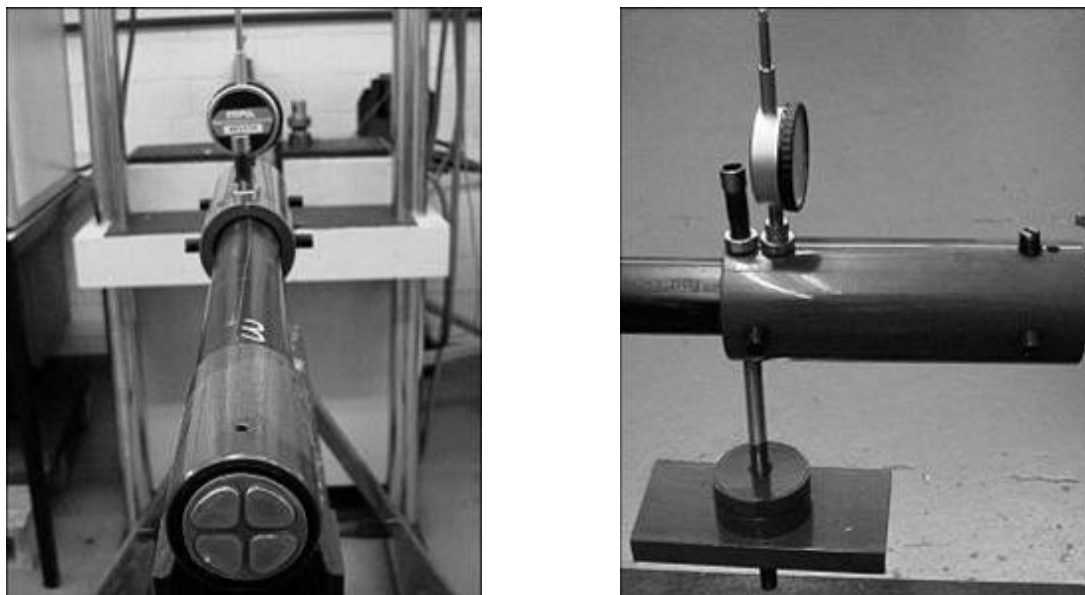
U nedostatku odgovarajućih postupaka ispitivanja za plašt kabla, za potvrđivanje posebnih osobina otpornosti na mehanička oštećenja korišćeni su postupci ispitivanja koje normalno koriste proizvođači cevi.

Imajući u vidu da je standardna praksa mnogo godina unazad polaganje u cevima sa i bez rovova i sa veličinom kamenja do 63 mm bez posteljice od peska, postupak ispitivanja koji je potvrđen u praksi na ovom polju je primenjen i na zaštitni plašt.

Ispitivanja su izvršena u skladu sa Radnim listom A 14.6.26/10 "PE-HD cevi pod pritiskom sa ekstrudovanom plastičnom zaštitom koju primenjuje proizvođa", koji je septembra 1996 u Bonu izdalo Udruženje proizvođača plastičnih cevi - Kunststoffrohrverband e.V., i obuhvataju ispitivanje grebanjem i ispitivanje abrazijom.

3.1 Ispitivanje grebanjem

Postupak ispitivanja grebanjem, utvrđuje dubinu prodiranja sečiva pri definisanim uslovima.



Slika 2 – Oprema za ispitivanje grebanjem

Uzorak kabla dužine 1m se ubacuje u pogodne držače i fiksira u osi.

Uređaj koji drži sečivo sa opterećenjem je sa hodom od oko 1mm do spoljašnjeg prečnika kabla i podešava se pomoću četiri vodice loptastog oblika sa strane i jedne na vrhu.

Uređaj za vođenje je priključen na okidačku šipku mašine za ispitivanje preko federa na odbojnom klizaču.

Dubina prodiranja sečiva se meri pomoću merača tačnosti pokazivanja od 1/100mm. Ako se uzme u obzir dobra ponovljivost rezultata dubine grebanja pre i posle ispitivanja, trošenje sečiva može da se predvidi.

Tabela 1 – Parametri ispitivanja na grebanje

Težina opterećenja od ispitnog uređaja i dodatne težine:	3,125 kg
Brzina grebanja:	100 mm/min
Standardni klimatski uslovi prema:	23/50-2 DIN 50014
Vreme pripreme u standardnim klimatskim uslovima:	48 sati
Obim ispitivanja:	6 postupaka grebanja, svaki na dužini od približno 500 mm, ravnomerno raspoređena po obimu kabla

3.2 Ispitivanje abrazijom

Postupak ispitivanja "Odeđivanja abrazije spoljašnjeg plašta", ili ispitivanja abrazijom, utvrđuje otpornost spoljašnjeg plašta na abraziju merenjem količine materijala koja je skinuta sa površine plašta pri definisanim pritiscima i veličinama zrna posle definisanog broja postupaka abrazije.

Za ispitivanje na abraziju, uzorci materijala se drže, najmanje 5 dana, do početka ispitivanja, u standardnim klimatskim uslovima prema 23/50-2 DIN 50 014.

Ispitni uzorci su delovi plašta kabla dužine 100mm uzeti sa uzorka materijala, pri čemu je svaki izmeren.

Tri uzorka iz svakog lota se istovremeno izlažu ispitivanju abrazijom.



Slika 3 – Oprema za ispitivanje abrazijom

Ispitni komadi su fiksirani u ramu sa vođicama koji može da se pokreće vertikalno i ima pogon prikačen na vrhu. Pogon se sastoji od električnog motora i zupčanika sa podesivom bregastom osovinom koja može da se koristi za promenu amplitude putanje rama sa uzorcima.

Na obrtnoj osovini se nalazi komad drveta koji može da se zameni i na koji je zalepljena šmirgla.

Za vreme ispitivanja, šmirgla na svakoj osovini je pritisnuta na odgovarajuće ispitno telo određenom silom pritiska. Sila pritiska se proizvodi vođenom pedalom za pritisak sa kablovskim vodom sa otklonom i tegovima koji su pričvršćeni na njemu.

Pre ispitivanja, obujmica za merenje pritiska proverava stvarnu silu pritiska na kraju pedale za pritisak koja deluje na uzorak za svaku verziju ispitivanja, i podešava pritisak na željenu vrednost. Za vreme ispitivanja, ova nazivna sila pritiska se javlja kada su uzorci u centralnom položaju za vreme ciklusa merenja.

Rastojanje tačke okretanja osovine do centra svake pedale za pritisak i do centra komada drveta sa šmirglom ili do do centra uzorka kada je uzorak u centralnom položaju je 310 mm.

Širina površine šmirgle je za svaki od slučajeva 30 mm.

Za svaku verziju, izvršene su četiri serije ispitivanja sa različitom granulacijom šmirgle i različitim silama pritiska:

Tabela 2 – Parametri ispitivanja na abraziju

Ispitna kombinacija 1:	Sila pritiska 20N	Granulacija 40
Ispitna kombinacija 2:	Sila pritiska 20N	Granulacija 120
Ispitna kombinacija 3:	Sila pritiska 40N	Granulacija 40
Ispitna kombinacija 4:	Sila pritiska 40N	Granulacija 120

U svim ispitivanjima ispitna frekvencija je bila 2 Hz na amplitudi putanje od 20,83 mm. Rezultat je abrazija od 83,3mm po abrazivnom ciklusu.

Tako je ukupna abrazivna putanja posle 14 400 ciklusa bila 1 200 m.

Posle svakih 3 000 ciklusa uzorci su skinuti i izmereni da bi se odredio gubitak težine. Svaki put kada su uzorci ponovo pričvršćeni, zamenjena je šmirgla.

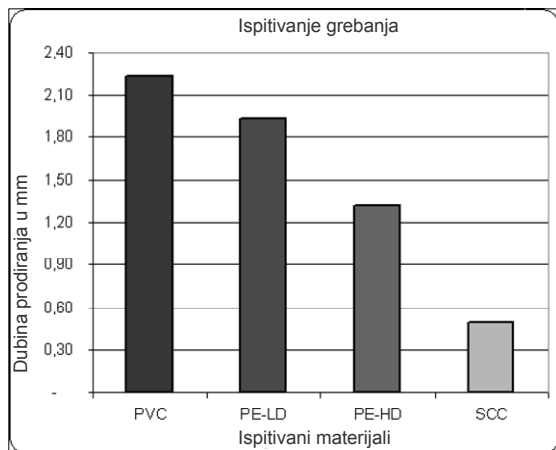
Za vreme ispitivanja, abrazione površine su očišćene vazduhom pod pritiskom na svakih 500 ciklusa.

4 REZULTATI ISPITIVANJA

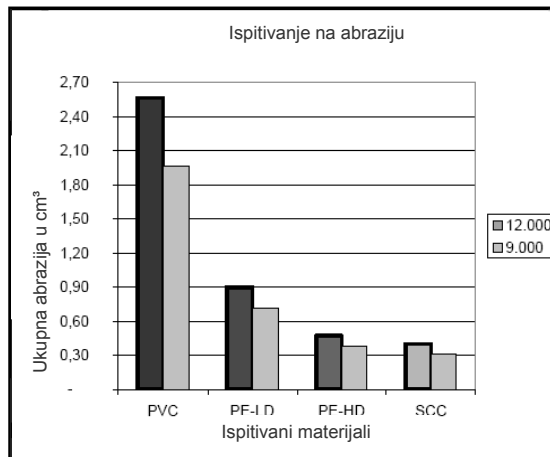
Da bi se zabeležile posebne osobine zaštitnog plašta SCC[®], ispitivani su standardni kablovi sa SCC[®] zaštitnim plaštom nanetim ekstruzijom i kablovi bez zaštitnog plašta.

Na slici 4 su prikazani rezultati ispitivanja grebanjem i iz njih se jasno vidi visoka otpornost SCC[®] zaštitnog plašta u poređenju sa standardnim plaštom.

Ispitivanja je izvršio "MPA – Materialprüfanstalt für Werkstoffe des Maschinenwesens und Kunststoffe Hannover" (Centar za ispitivanje materijala koji se u mašinama i za plastiku) u ime "Institut für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg e.V." (Instituta za konstrukciju cevovoda, Univerziteta Primenjenih nauka, Oldenburg).



Slika 4 – Rezultati ispitivanja na grebanje



Slika 5 – Rezultati ispitivanja na abraziju

Na slici 5 su prikazani neki od rezultata ispitivanja na abraziju – posle 9 000 i 12 000 ciklusa abrazije. Oni pokazuju visoku otpornost SCC® plašta na abraziju u poređenju sa standardnim plaštom kabla.

Ispitivanja je izvršio "SKZ – Süddeutsches Kunststoff-Zentrum Würzburg" (Centar za plastiku Južne Nemačke) u ime Instituta za konstrukciju cevovoda, Univerziteta Primenjenih nauka, Oldenburg.



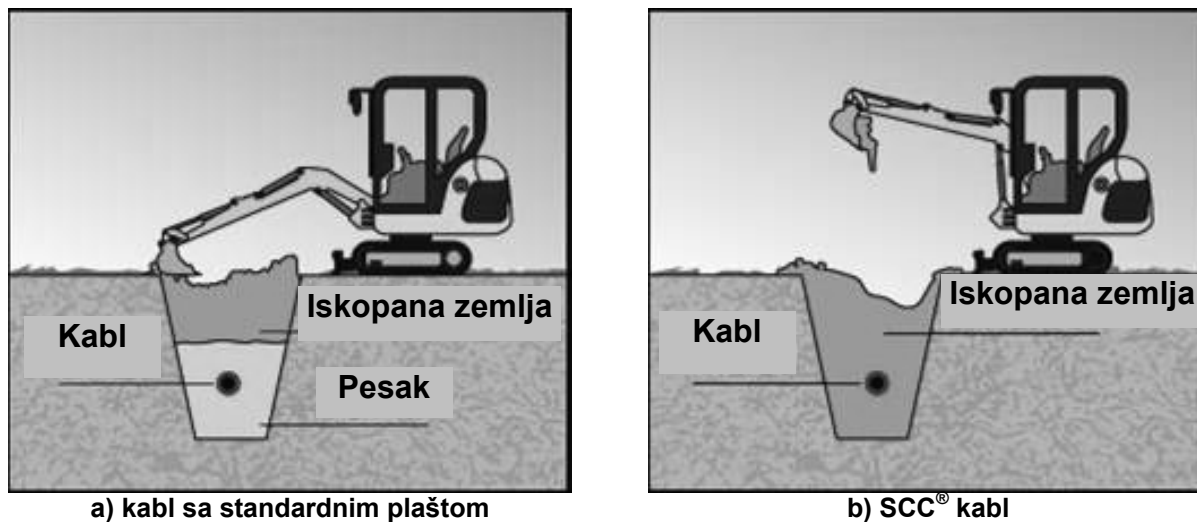
Slika 6 – Izgled SCC® plašta i standardnog plašta posle polaganja

Posle polaganja, SCC® plašt pokazuje znake habanja koji odgovaraju prirodi zemljišta. Međutim, plašt standardnog kabla ostaje zaštićen.

Posle instalacije, SCC® plašt je rasečen u zahtevanim tačkama spajanja korišćenjem normalnih alata. To daje monteru standardni kabl sa potpuno novim plaštom koji može da montira korišćenjem konvencionalnih metoda spajanja.

5 POLJE PRIMENE

Kada se koristi metoda polaganja u rov, polaganje kablova sa dodatnim plaštom ima za rezultat uštedu zato što nema potrebe za posteljom od peska do krupnoće zrna od 63 mm.



Slika 7 – Postupak polaganja kabla u slobodnom zemljištu

Na slici 7 a) je prikazan postupak polaganja kabla sa standardnim plaštom i iz nje se vidi da je potrebna postelja od peska kada se kablovi polažu u stenovito zemljište. Pri tome nije moguće da se iskopana zemlja ponovo koristi u prostoru oko kabla.

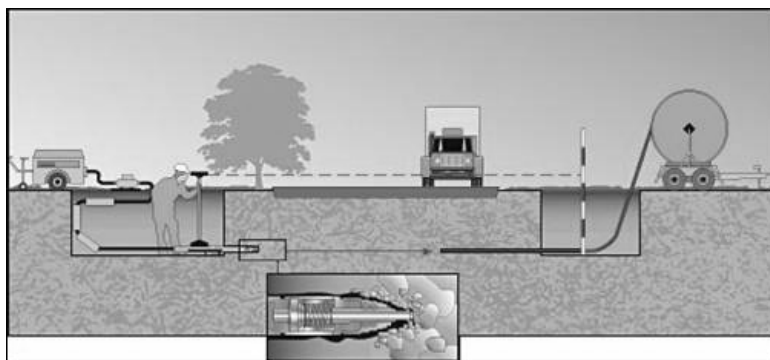
Na slici 7 b) je prikazan postupak polaganja SCC® kablova sa koje se vidi da, zahvaljujući zaštitnom plaštu od veoma čvrstog materijala, iskopana zemlja, čak i kamenje veličine do 63 mm, mogu ponovo

da se koriste za zatrpavanje kabla. Pri tome nije potrebna posteljica od peska jer se kabl polaže direktno u zemlju.

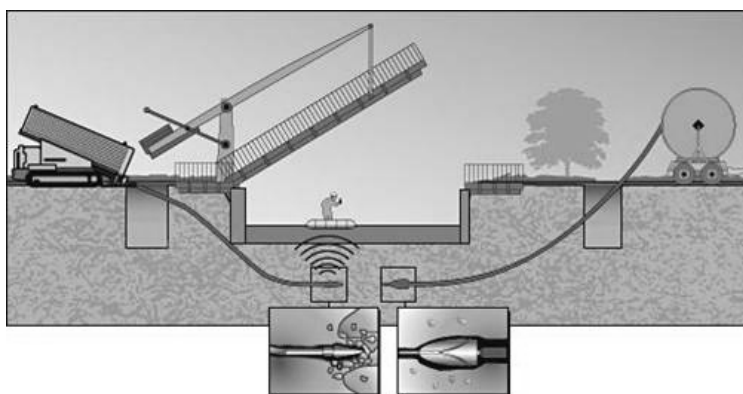
6 POLJE PRIMENE

Manja izdržljivost plašta na standardnim kablovima znači da oni ne mogu da se instaliraju bez zaštitnih cevi u postupcima bez rovova na primer istiskivanjem zemljišta ili horizontalnim bušenjem.

Međutim, probe na terenu pokazuju da je postavljanje SCC[®] kablova bez cevi moguće i da predstavlja uštedu od 30% do 40% vremena koje je potrebno za polaganje kablova sa zaštitnim cevima. Ovakvo polaganje je posebno korisno kada se kablovi polažu ispod kolovoza ili korita reka (slike 8 i 9).



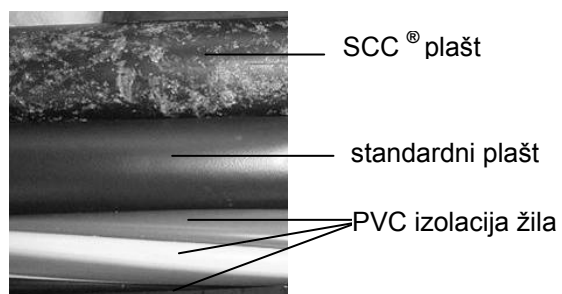
Slika 8 – Polaganje kabla ispod kolovoza



Slika 9 – Polaganja kabla ispod reke

6 OŠTEĆENJE KABLA

Na slici 10 je prikazan izgled plašteva i izolacije kabla koji je bio u eksploataciji.



Slika 10 – Izgled plašteva i izolacije kabla koji je bio u eksploataciji

Na vrhu je SCC[®] plašt sa ogrebotinama i ulegnućima posle polaganja, u sredini je neoštećen i potpuno novi plašt standardnog kabla posle uklanjanja SCC[®] plašta, i na dnu su izolovane žile.

Za vreme probne faze, posle operacije polaganja svakog kabla, prvi metar položenog kabla je isečen i pregledan na terenu od strane stručnjaka koje je angažovao klijent (elektroprivredno preduzeće) i izvođač radova (kompanija za polaganje kablova) za mehaničko oštećenje plašta. Onda je SCC[®] plašt skinut i pregledano je stanje standardnog kablovskog plašta.



Slika 11 – Ispitivanje otpornosti kablova na terenu

U svim slučajevima gde su postojale ogrebotine i ulegnuća na SCC[®] plaštu posle prevlačenja lopate bagera preko SCC[®] kabla i posle vožnje guseničara preko njega, standardni plašt ispod je bio neoštećen i u svim slučajevima je klasifikovan kao "potpuno novi".

4 UMESTO ZAKLJUČKA

Zaštitni plašt kabla koji je razvijen u Waskönig+Walter je standardni kabl sa dodatnim, patentiranim plaštom koji je napravljen od kopolimera ojačanog mineralnim vlaknima sa izuzetno visokim zaštitnim svojstvima protiv mehaničkih naprezanja.

Za nanošenje drugog plašta preko standardnog plašta skoro svakog energetskog kabla koristi se poseban postupak ekstruzije koji se u slučaju potrebe lako skida sa plašta koji je ispod njega.

SCC[®] kabl posebnu primenu nalazi u direktnom polaganju u zemlju u kojoj može da bude i kamenje veličine do 63 mm, bez potrebe za kablovskom posteljicom. Takođe je pogodan za prelaz ispod kolovoza i korita reka postupcima istiskivanja zemljišta ili horizontalnog bušenja bez potrebe za polaganjem kroz plastične cevi.

KLJUČNE REČI

niskonaponski kabl, SCC, poboljšane mehaničke osobine.

KEY WORDS

LV cable, SCC, improved mechanical performances.