

DSL kablovi - Analiza rezultata merenja na kablju TZK-58 GEB 100x2x0.4

Đuro Kopitović, Velimir Šćepanović

Sadržaj - U okviru PILOT PROJEKTA Telekom Srbija, a.d. u fabrici kablova „NOVKABEL“ – Telekomunikacije u Novom Sadu u periodu od 2-6. oktobra 2007. izvršena su merenja električnih parametara na paricama završnog kablju TZ-58GEB 100x2x0.4 u svrhu korišćenja za širokopoljasne pristupne mreže.

Od strane proizvođača izvršen je set standardnih merenja (otpor petlje, radni kapacitet i kapacitivne sprege) i manji broj merenja sekundarnih parametara na frekvenciji od 1MHz.

Firma KABLSISTEM, d.o.o.-Beograd je izvršila merenja najvažnijeg parametra kojim se ocenjuje kvalitet jezgra kablja a to je slabljenje preslušavanja između parica na bližem kraju (NEXT) iz čega je izveden parametar PSNEXT – zbirna snaga slabljenja preslušavanja na bližem kraju.

Ključne reči: DSL, NEXT, PSNEXT, preslušavanje, kablovi, parica, završni kabl, pristupne mreže.

I. UVOD

Da bi se dobila predstava o kvalitetu kablja TZK-58GEB 100x2x0.4, pored standardnih merenja koja su ista kao i kod NF kablova, izvršen je set merenja frekvencijske raspodele NEXT-a u jezgru kablja (D sektor) na 5 diskretnih frekventnih tačaka (1, 4, 10, 16 i 24 MHz). Raspodela NEXT-a definisana u ovim tačkama tretira se kao srednja kvadratna vrednost raspodele NEXT-a između parica.

Konstruktivna forma kablovskog jezgra je:

- Elementarni A sektor je pužen u formaciji (2+8)x2
- Glavni D sektor /D=(3+7)A

Prvi set merenja obuhvatao je merenje raspodele NEXT-a unutar elementarnih sektora (A1-A6):

- tri A sektora u centralnom sloju
- tri A sektora u prvom sloju

Drugi set merenja obuhvatao je merenje NEXT-a susednih elementarnih A sektora i to:

- A2 i A3 na A1 sektor /centralni sloj (3xA)/
- A4 i A6 na A5 sektor /prvi sloj (7xA)/

Merenje je izvršeno u uslovima realne eksploatacije završnog kablja tako što je isti konektovan na reglete NT a krajevi zatvoreni karakterističnom impedansom 135Ω.

II. KONSTRUKTIVNE KARAKTERISTIKE KABLA TZK-58 GEB 100X2X0,4

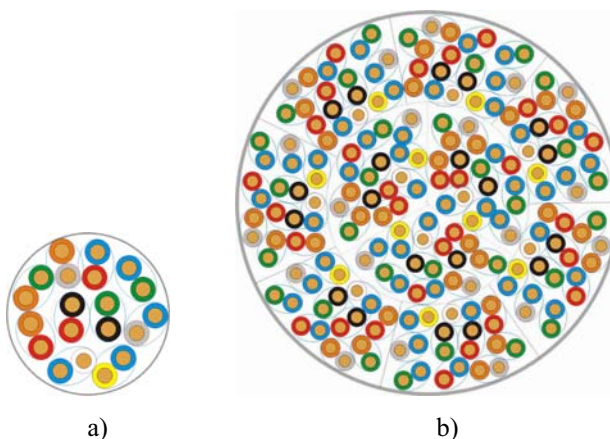
Proizvođač: NOVKABEL-Telekomunikacije, Novi Sad

Broj kablja: 07/5070024/306

Dužina kablja: 485m,

Opis konstrukcije završnog telekomunikacionog kablja TZK-58 GEB 100x2x0.4:

- 0.4 - prečnik bakarnog provodnika po TU ZJPTT
- 2 - element upredanja parica
- G - sektorsko jezgro (kapacitet jezgra 100x2)
- konstrukcija elementarnog A sektora: (2+8)x2
- glavni D sektor 100x2, sastaviti od 10 elementarnih A sektora puženih: D=(3+7)A
- B - vodonepropusne bubreće trake (konstruktivno tehnološka zaštita jezgra kablja od vlage)
- A sektori omotani bubrećom trakom u otvorenoj zavojnici
- omatanje jezgra kablja se bubrećom trakom sa preklapanjem
- E - ekranižovan (P-Al-PE traka)
- 8 - HFFR omotač kablja: bezhalogeni, sporogorivi polimer
- 5 - porozno-puna (foam skin) PE izolacija provodnika



Sl.1. Konstruktivni elementi završnog kablja TZK-58GEB 100x4x0.4

- Elementarni A sektor u formaciji (2+8)x2
- Glavni D sektor u formaciji (3+7)xA

III. REZULTATI MERENJA NEXT-a/PSNEXT-a

Srednje vrednosti rezultata izmerene raspodele NEXT-a– (PSNEXT-a unutar elementarnih A sektora dati su u tabeli 1)

TABELA 1: RASPODELA NEXT-a/PSNEXT-a UNUTAR ELEMENTARNOG A SEKTORA

| Sred. vred. | 1MHz | 4MHz | 10MHz | 16MHz | 24MHz |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| NEXT min, sr.vred | 50,0 | 37,1 | 33,1 | 33,5 | 30,6 |
| NEXT max, sr.vred. | 96,7 | 87,6 | 85,7 | 81,4 | 76,2 |
| NEXT sred. vred. | 69,5 | 61,3 | 56,1 | 53,0 | 50,2 |
| STDEV sred. vred. | 8,8 | 9,7 | 9,4 | 9,4 | 9,6 |
| PSNEXT min, sr.vred. | 49,1 | 36,8 | 32,4 | 30,9 | 28,7 |
| PSNEXT max, sr.vred. | 60,5 | 52,2 | 47,4 | 46,9 | 43,1 |
| PSNEXT sred. vred. | 54,2 | 44,4 | 39,7 | 37,1 | 33,9 |
| STDEV sred. vred. | 2,4 | 2,7 | 2,8 | 2,4 | 2,6 |

Srednje vrednosti rezultata izmerene raspodele NEXT-a (PSNEXT-a između susednih elementarnih A sektora dati su u tabeli 2).

TABELA 2: RASPODELA NEXT-a/PSNEXT-a IZMEĐU ELEMENTARNIH A SEKTORA

| Sred. vred. | 1MHz | 4MHz | 10MHz | 16MHz | 24MHz |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| NEXT min, sr.vred | 64,0 | 58,0 | 53,0 | 48,0 | 47,0 |
| NEXT max, sr.vred. | 108,0 | 110,0 | 98,0 | 98,0 | 93,0 |
| NEXT sred. vred. | 82,5 | 74,0 | 68,4 | 65,3 | 62,6 |
| STDEV sred. vred. | 7,1 | 7,5 | 7,6 | 7,1 | 7,4 |
| PSNEXT min, sr.vred. | 61,7 | 55,6 | 50,0 | 45,7 | 43,9 |
| PSNEXT max, sr.vred. | 76,8 | 67,2 | 63,4 | 60,5 | 55,6 |
| PSNEXT sred. vred. | 68,8 | 60,2 | 54,5 | 51,8 | 49,2 |
| STDEV sred. vred. | 3,5 | 3,4 | 3,4 | 3,3 | 3,4 |

Izračunavanje zbirnog uticaja signala smetnje na n -tu ometanu paricu od strane $n-1$ ometajućih parica dat je sledećim izrazom:

$$PSNEXT_{0n} \approx 10 \cdot \log \sum_{i=1}^{n-1} 10^{-0.1 a_{0in}} \quad (1)$$

Ukupna snaga signala preslušavanja koji generiše 99 ometajućih parica na posmatranu ometanu paricu dobija se kao zbir snaga smetnji koje generišu parice unutar "A" sektora kojem pripada ometana parica, zbirna snaga uticaja parica dva susedna "A" sektora i zbirna snaga uticaja parica sedam nesusednih "A" sektora. Kako je tokom merenja potvrđeno da je uticaj parica nesusednih "A" sektora zanemarljiv, vrednosti prosečnog PSNEXT uticaja nesusednih sektora na mernim frekventnim tačkama

odabrane su sa pouzdanom (više nego pouzdanom) marginom. Dobijene vrednosti su prikazane u tabeli 3.

Zbirno slabljenje signala smetnje recimo na i -tu paricu A1 elementarnog sektora se dobija sledećom kalkulacijom:

$$10 \cdot \log(10^{-0.1 \cdot PSNEXT_{i,A1}} + 10^{-0.1 \cdot PSNEXT_{i,A2}} + 10^{-0.1 \cdot PSNEXT_{i,A3}} + 7 \cdot 10^{-0.1 \cdot NEXT_{i,nes}}) \quad (2)$$

TABELA 3: USVOJENI NIVOI /PSNEXT-a NESUSEDNIH A SEKTORA

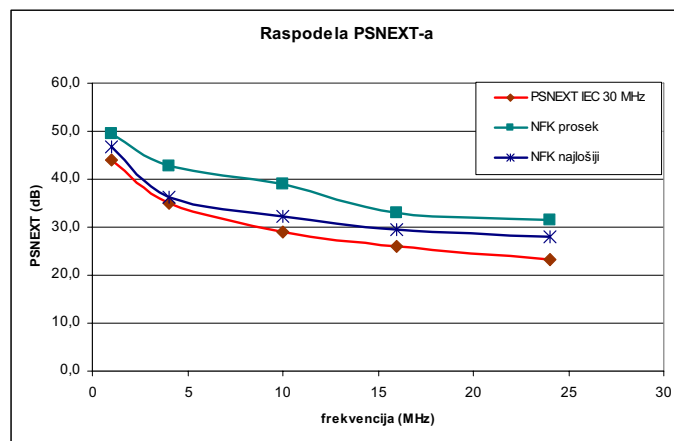
| Frekvencija | PSNEXT nesusednih sektora | PSNEXT ekv. nesusednih sektora |
|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 MHz | 60 dB | 51,5 dB |
| 4 MHz | 55 dB | 46,5 dB |
| 10 MHz | 55 dB | 46,5 dB |
| 16 MHz | 45 dB | 36,5 dB |
| 24 MHz | 45 dB | 36,5 dB |

Kod poređenja rezultata merenja sa graničnim vrednostima datim standardom IEC 62255 (tabela 4), uzeta je srednje vrednosti PSNEXT-a dobijene primenom izraza (2) na vrednostima PSNEXT-a datim u tabelama 1, 2 i 3 (NFK prosek) i najlošije izmerene vrednosti PSNEXT-a na odgovarajućim frekvencijama (NFK najlošiji).

TABELA 4: POREĐENJE REZULTATA MERENJA SA GRANIČNIM VREDNOSTIMA PO IEC 62255 STANDARDU

| f (MHz) | PSNEXT IEC 30MHz Granične vrednosti | NFK prosek | NFK najlošiji |
|---------|--|------------|---------------|
| 1 | 44,0 | 49,4 | 46,7 |
| 4 | 35,0 | 42,7 | 36,2 |
| 10 | 29,0 | 39,1 | 32,2 |
| 16 | 25,9 | 33,0 | 29,6 |
| 24 | 23,3 | 31,4 | 27,9 |

Na slici 2 je dat grafički prikaz vrednosti PSNEXT-a datih u tabeli 4.

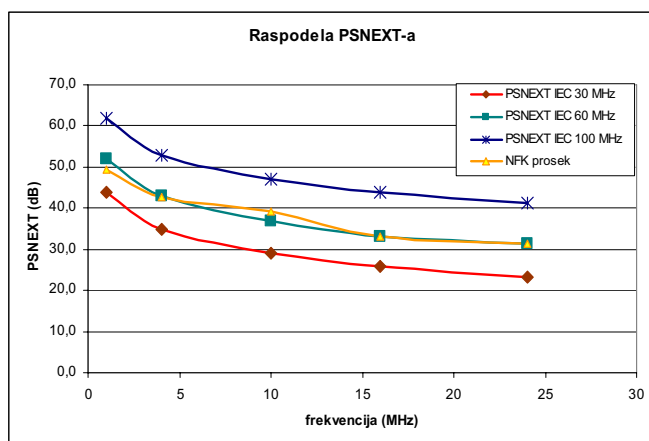


Sl.2. Vrednosti PSNEXT-a merenog TZK kabla i granične vrednosti po IEC-u (30 MHz kablovi)

Izmereni i proračunati rezultati ukazuju da prosečno merene vrednosti PSNEXT-a kablovima TZK imaju marginu u opsegu 4-10 dB u odnosu na granične vrednosti definisane po IEC-u za kablove sa referentnom frekvencijom od 30 MHz (DSL kablovi kategorije 1). Najlošije izmerene vrednosti imaju marginu od 1-2 dB u opsegu od 1-4 MHz a margina raste sa porastom frekvencije i iznosi oko 4 dB na $f=24$ MHz.

Prvi preliminarni rezultati merenja pokazuju da se vrednosti parametra PSNEXT-a kabela TZK u frekventnom području 1-24 MHz nalaze iznad graničnih vrednosti definisanih IEC 62255 standardom za kablove sa referentnom frekvencijom od 30 MHz, tj zadovoljavaju kriterijum PSNEXT-a za kablove kategorije 1.

Na slici 3 je dat grafički prikaz raspodele prosečnog PSNEXT-a za kabl proizveden u NFK-Telekomunikacije (TZK-58GEB 100x2x0.4 i granične vrednosti PSNEXT-a za tri kategorije DSL kablova po IEC standardu (kablovi sa referentnim frekvencijama od 30, 60 i 100 MHz).



Sl.3. Vrednosti PSNEXT-a merenog TZK kabla i granične vrednosti po IEC-u (30, 60 i 100 MHz kablovi)

IV. ZAKLJUČAK

Nedostaci testiranog kabla TZK-58GEB 100x2x0.4:

- dve parice u centralnom sloju (2x2) i prve dve parice u prvom sloju (8x2) kod elementarnog A sektora imaju iste korake upredanja,
- elementarni A sektori imaju iste korake upredanja,
- smerovi upredanja parica u centralnom sloju (2x2) i prvom sloju (8x2) su isti,
- obeležavanje parica nije propisno urađeno.

Pravilo je da se kod procene kvaliteta kablova uzimaju najlošije izmerene vrednosti električnih parametara relevantnih za ocenu kvaliteta. U slučaju izmerenog TZK kabla za širokopojasni pristup u području najveće spektralne gustine snage poznatih linijskih kodova xDSL sistema, margina NEXT-a je 1-2dB. Smatramo da je neophodno unaprediti kablovsku konstrukciju tako što će se povećati margine PSNEXT-a u odnosu na postavljene granice prema standardu IEC62255. Dobijena margina na D sektoru ne predstavlja dovoljan stepen sigurnosti imajući u vidu moguće pojave nehomogenosti u procesu proizvodnje kablova koje su stalno prisutne (nekad u većoj a nekad u manjoj meri). Dakle, priprema i kontrola toka tehnoloških faza kod proizvodnje konstruktivnih elemenata kabla ima za cilj da smanji nehomogenosti čime može znatno da doprinese povećanju nivoa margina PSNEXT-a u odnosu na postavljene granične vrednosti.

U cilju poboljšanja raspodele NEXT-a kod D sektora kablovskog jezgra (važi za sve DSL kablove koji sadrže

D sektor) preporučujemo da se izradi novi završni kabl (D sektor) tako što će:

- sve parice u okviru elementarnog A sektora imati različite korake upredanja
- parice u centralnom (2x2) i spoljašnjem (8x2) sloju imati različite smerove kod formiranja elementarnih A sektora¹
- elementarni A sektori imati različite korake upredanja
- kod formiranja glavnog sektora D=(3+7)xA, elementarni sektori A u centralnom sloju 3x(10x2) i prvom sloju 7x(10x2) imati različite smerove upredanja.²

ABSTRACT

This paper relates to “Telekom Srbija” pilot project of production and testing of symmetrical copper pair cables for broadband access network (DSL cables). A trial cable length was made in cable factory “Novkabel”, Novi Sad. “Kabsistem”- d.o.o. has performed a set of measurement of the most important cable’s transmission parameter – PSNEXT. The results of testing are presented and compared to IEC 62255 recommendation. The first results shows that PSNEXT distribution of trial cable satisfies the limits defined for category 1 cables with 30 MHz reference frequency.

DSL CABLES – Analyses of measuring results on cable TZK-58 GEB 100x2x0.4

Đuro Kopitović , Velimir Šćepanović

^{1,2} Ukoliko postoji tehnologija koja to omogućava