

28.18. Statički plan upravljanja frekvencijskim spektrom s planom upravljanja paricama

SADRŽAJ

1. Pojmovi i značenja
2. Osnova i namjera
3. Okvir i primjena statičkog plana
4. Obilježja dozvoljenih prijenosnih tehnologija
 - 4.1. ISDN BRA
 - 4.2. HDSL
 - 4.3. SHDSL
 - 4.4. ADSL
 - 4.5. ADSL2
 - 4.6. ADSL2+
 - 4.7. Dodaci ADSL standardima
5. Frekvencijski predlošci za maske spektralne gustoće snage
 - 5.1. Frekvencijski predlošci za simetrične sustave prijenosa
 - 5.2. Frekvencijski predložak za dolazni smjer prijenosa (Referentni sustav ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks B)
 - 5.3. Nadopuna frekvencijskog predloška za dolazni smjer prijenosa (Referentni sustav ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks A)
 - 5.4. Frekvencijski predlošci za odlazni smjer prijenosa
6. Granice uvođenja usluga
 - 6.1. Kategorije pristupnih petlji
 - 6.2. Sukladnost tehnologija s granicama uvođenja usluga
 - 6.3. Dostupnost brzina prijenosa
 - 6.4. Moguće interferencije i preporuke za izbjegavanje
7. Upravljanje paricama
 - 7.1. Kategorije usluga i brzine
 - 7.2. Oznake
 - 7.3. Opća ograničenja i uvjeti
 - 7.4. Shema slaganja prijenosnih sustava
8. Izuzeci od primjene Statičkog plana
9. Prijelazne i završne odredbe

1. Pojmovi i značenja

Bakrena pristupna mreža, bakrena parična mreža – bakrena kabela mreža koja povezuje glavni razdjelnik u centrali i mrežne terminalne točke na korisničkoj lokaciji.

Maska spektralne gustoće snage (skr. PSD od engl. Power Spectral Density) – određuje gornju granicu (maksimum) spektralne gustoće snage na nekom pojasu prijenosa.

Nominalna PSD maska – određuje očekivanu vrijednost spektralne gustoće snage na nekom pojasu prijenosa.

1p, 2p, 3p – oznaka broja parica koje istovremeno sudjeluju u realizaciji prijenosnog sustava.

Simetrični prijenosni sustavi – prijenosni sustavi koji koriste prijenosne tehnologije kod kojih su spektri prijenosa u dolaznom i odlaznom smjeru jednaki.

Asimetrični prijenosni sustavi – prijenosni sustavi koji koriste prijenosne tehnologije kod kojih su spektri prijenosa u dolaznom i odlaznom smjeru različiti (po frekvenciji i/ili širini).

Dolazni smjer prijenosa – smjer prijenosa signala od glavnog razdjelnika u centrali prema mrežnoj terminalnoj točki na korisničkoj lokaciji.

Odlazni smjer prijenosa – smjer prijenosa signala od mrežne terminalne točke prema glavnom razdjelniku u centrali.

Glavni razdjelnik – krajnja točka bakrene pristupne mreže na lokaciji centrale.

Mrežna terminalna točka – krajnja točka bakrene pristupne mreže na lokaciji korisnika iza koje počinje korisnička instalacija.

Penetracija – zauzetost parica aktivnim prijenosnim sustavima u odnosu na ukupan broj parica u osnovnoj grupi izraženo u postocima.

Zauzeta parica – parica zauzeta aktivnim prijenosnim sustavom (širokopolasnom uslugom)

Raspoloživa parica – slobodna parica ili parica zauzeta POTS i ISDN uslugom (parica na kojoj je moguće implementirati neku širokopolasnu uslugu u trenutku promatranja)

Neraspoloživa parica – parica zauzeta PCM/PGS ili sl. uređajem, poprečnom vezom ili neispravna parica i u trenutku promatranja na njoj nije moguće implementirati širokopolasnu uslugu

Slobodna parica – ispravna parica na kojoj nije spojena niti jedna vrsta usluge odn. korisnik

2. Osnova i namjera

Osnovni tehnički problemi koji postaju sve značajniji prilikom uvođenja širokopoljnih tehnologija u primjenu kod bakrene pristupne mreže zahtijevaju plan upravljanja frekvencijskim spektrom u bakrenim kabelima s ciljem kontrole interferencija između sustava i ostvarivanja očekivanih mogućnosti postojeće infrastrukture za T-Com i Operatore korisnike.

Statički plan upravljanja frekvencijskim spektrom iz ovog priloga temelji se na pripadajućoj Studiji statičkog plana upravljanja frekvencijskim spektrom, izrađena u studenom 2007. (dalje u tekstu: Studija). Studija je rezultat znanstvenog istraživanja koje je proveo Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (dalje u tekstu: FER). Izradu studije vodio je posebni projektni tim formiran upravo za tu namjenu kojeg su sačinjavali stručnjaci T-Com-a kao operatora proglašeni sa značajnom tržišnom snagom u RH, FER-a kao nezavisne znanstvene institucije i Hrvatske agencije za poštu i elektroničke komunikacije kao nacionalnog regulatornog tijela u području elektroničkih komunikacija u RH (dalje u tekstu: HAKOM).

Istraživanje je provedeno na osnovu stvarnih rezultata mjerenja provedenih na raznim lokacijama diljem Hrvatske s ciljem utvrđivanja što realnije slike stanja T-Com-ove bakrene pristupne mreže. Takva ciljana mjerenja obavljena su na bakrenim kabelima, kako na onima s papirnom izolacijom (TK-00) tako i na onima s polietilenskom izolacijom (TK-59). Provedena su mjerenja sljedećih veličina važnih za proračun mogućih prijenosnih brzina:

- umetnuto prigušenje parice,
- preslušavanje na bližem kraju (NEXT),
- preslušavanje na daljem kraju (FEXT).

Studija se temelji na metodologiji znanstvenog istraživanja koju je FER razvio posebno za ovu namjenu i koja obuhvaća sljedeće postupke:

1. Analiza bakrene pristupne mreže T-Coma.

Bakrena pristupna mreža T-Coma sastoji se od dvije vrste bakrenih kabela: s polietilenskom i s papirnom izolacijom. Kabeli s polietilenskom izolacijom se izrađuju od upredenih parica grupno použenih u zvijezda četvorke (svaka četvorka sadrži dvije parice). Četvorke su organizirane u osnovne kabelske grupe (svaku osnovnu grupu tvori 5 četvorki, odnosno 10 parica), a 5 ili 10 osnovnih grupa u glavnu kabelsku grupu. Glavne grupe tvore parični kabel. Kod kabela s papirnom izolacijom elementi upredanja su također zvijezda četvorke.

Jezgra kabela se također izrađuje od upredenih četvorki, koje su isto tako grupno použene ili koncentrično použene.

2. Mjerenja na kabelskoj infrastrukturi kako bi se dobio uvid u stvarno stanje u bakrenoj pristupnoj mreži.

T-Com je načinio reprezentativni skup mjerenja na svojoj kabelskoj infrastrukturi, točnije na kabelima s oznakama TK-00 (papirna izolacija) i TK-59 (polietilenska izolacija). Mjerenja su provedena na pretplatničkim linijama, tj. od glavnog razdjelnika (engl. Main Distribution Frame, skr. MDF) u centrali do izvoda na strani korisnika (engl. Network Termination Point, skr. NTP). Rezultati mjerenja organizirani su u datoteke baze podataka, a podaci iz baze su statistički obrađeni.

3. Razvoj matematičkog modela.

Temeljem obrade rezultata mjerenja kreirani su matematički modeli prigušenja linije, preslušavanja na bližem kraju (NEXT) i preslušavanja na daljem kraju (FEXT).

4. Analiza parametara statičkog plana

Ostvarive prijenosne brzine prijenosnih sustava u zajedničkoj osnovnoj kabelskoj grupi proračunate su pomoću dobivenih modela i standardom definiranih maski (koje određuju spektralnu gustoću snage na izlazu predajnika u modemu ili DSLAM-u). Prijenosne brzine su prikazane u ovisnosti o duljini linija i penetraciji prijenosnih sustava. S obzirom da ranije spomenuta mjerenja nisu provedena nad cijelom poveznicom (linkom) od DSLAM-a do korisničke opreme (modem), prijenosne brzine ostvarive u praksi bit će nešto manje od ovih proračunatih.

5. Određivanje frekvencijskih predložaka za odlazni i dolazni smjer prijenosa.

6. Određivanje kratke, srednje i duge petlje i preporučene strukture prijenosnih sustava za svaku od njih.

Statički plan upravljanja frekvencijskim spektrom odnosi se isključivo na bakrenu pristupnu mrežu odnosno na bakrenu paričnu kabelsku infrastrukturu. Statički plan prvenstveno treba poboljšati njenu iskoristivost kako bi se ostvarile što veće brzine potrebne za realizaciju širokopoljanskih usluga te istovremeno ostvarila maksimalno moguća dozvoljena penetracija širokopoljanskih usluga zadovoljavajuće kvalitete. Osnovni cilj je omogućiti što bolje iskorištenje bakrene pristupne mreže kroz tri razine.

Prva je pokazati do kojih je granica (prijenosna brzina, domet i penetracija) moguće uvoditi nove prijenosne DSL sustave u postojećoj T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži uz zadovoljavajuću kvalitetu usluge prema krajnjim korisnicima. Drugo, definirani su frekvencijski predlošci za maske spektralne gustoće snage signala u prijenosnim sustavima u T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži. Treće, načinjen je plan korištenja simetričnih sustava (HDSL, SHDSL) u istoj osnovnoj kabelskoj grupi zajedno s ADSL-om.

3. Okvir i primjena statičkog plan plana

Stavke, preporuke i informacije dani ovim planom u skladu su s karakteristikama T-Comove bakrene pristupne mreže i dani su u svrhu i za primjenu kod raspetljavanja pristupne petlje. Pojmovi «bakrena parična petlja», «bakrena pristupna mreža» itd. odnose se na kabelsku mrežu između točke glavnog razdjelnika – MDF (engl. Main Distribution Frame) i mrežne terminalne točke NTP na korisničkoj lokaciji.

Statički plan upravljanja frekvencijskim spektrom

- predviđen je da omogućuje, ali ne i da jamči, parametre (brzina, domet, penetracija) i koegzistenciju tehnologija (usluga); u tom smislu Statički plan daje preporuke namijenjene T-Comu i Operatorima korisnicima s ciljem što učinkovitijeg korištenja postojeće parične kabelske infrastrukture T-Coma; u slučaju postupanja protivno preporukama iz Statičkog plana, moguća je degradacija kvalitete usluga;
- iznimno od prethodne točke, Operatori korisnici postojeće parične kabelske infrastrukture T-Coma dužni su primjenjivati maske spektralne gustoće snage koje su utvrđene u poglavljima 4. i 5. Statičkog plana; ovo se osobito odnosi na poglavlje 5.3 (referentni sustav ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks A), čije će nepoštivanje u svakom slučaju rezultirati degradacijom kvalitete usluga;
- razmatra samo aktualne prisutne tehnologije;
- obuhvaća probleme preslušavanja između parica, a ne tehnologija koje mogu zajedno koegzistirati na jednoj parici;
- ne pokriva probleme vezane uz vanjsko RF zračenje i druge vanjske utjecaje;
- omogućuje korištenje frekvencija do 2.2 MHz dok su frekvencije iznad 2.2 MHz rezervirane za buduće studije i nisu dozvoljene unutar ove verzije Plana;
- daje plan upravljanja paricama s primjenom u skladu s odredbama u poglavlju 7. „Upravljanje paricama“ i RUO-om.

Postupak proračuna prijenosnih brzina temelji se na stvarnim mjerenjima preslušavanja i popunjavanja tonova bitovima te daje stvarnu sliku situacije u mreži. Stoga dobiveni rezultati trebaju dati prikaz očekivanih ograničenja postojećih pristupnih petlji. Ipak, pojedinačne iznimke su moguće.

ADSL i njegove inačice su trenutno ključne širokopojasne pristupne tehnologije u T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži i stoga je dan izražen naglasak na ADSL, dok su sve ostale DSL-tehnologije promatrane u odnosu na ADSL.

U bakrenoj pristupnoj mreži T-Coma koristi se ADSL over ISDN (Annex B). Također, ADSL-modemi koji se danas koriste u bakrenoj pristupnoj mreži HT-a koriste frekvencijsko razdvajanje pojaseva prijenosa (engl. Frequency Division Duplex, skr. FDD).

Prilikom proračuna prijenosnih brzina dominantno je razmatran ADSL2+ po preporuci ITU-T 992.5, Aneks B („ADSL over ISDN“), u ovom trenutku najperspektivnija tehnologija u T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži za pružanje širokopojasnih usluga. U okviru toga nalazi se daleko najveći dio ponude širokopojasnih usluga.

Omjer S/N koji se koristi u proračunu promatran je na odredišnoj strani (npr. na korisničkoj strani ako se računa dolazna brzina). Broj bitova kojim je popunjen određen ton, određuje se

iz proračunatog omjera srednje snage signala i srednje snage šuma (S/N). U Studiji koja je osnova Statičkog plana korištena je tablica 3.1.

Tablica 3.1. Popunjavanje bitovima u ovisnosti o odnosu S/N

| [dB] | [bit/tonu/ okviru] | [dB] | [bit/tonu/ okviru] | [dB] | [bit/tonu/ okviru] |
|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| S/N < 21 | 0 | 36 < S/N < 39 | 6 | 54 < S/N < 57 | 12 |
| 21 < S/N < 24 | 1 | 39 < S/N < 42 | 7 | 57 < S/N < 60 | 13 |
| 24 < S/N < 27 | 2 | 42 < S/N < 45 | 8 | 60 < S/N < 63 | 14 |
| 27 < S/N < 30 | 3 | 45 < S/N < 48 | 9 | S/N > 63 | 15 |
| 30 < S/N < 33 | 4 | 48 < S/N < 51 | 10 | | |
| 33 < S/N < 36 | 5 | 51 < S/N < 54 | 11 | | |

4. Obilježja dozvoljenih prijenosnih tehnologija

U nastavku su preko maski spektralne gustoće snage (PSD maske, engl. Power Spectrum Density, skr. PSD) opisane osnovna obilježja dozvoljenih prijenosnih tehnologija.

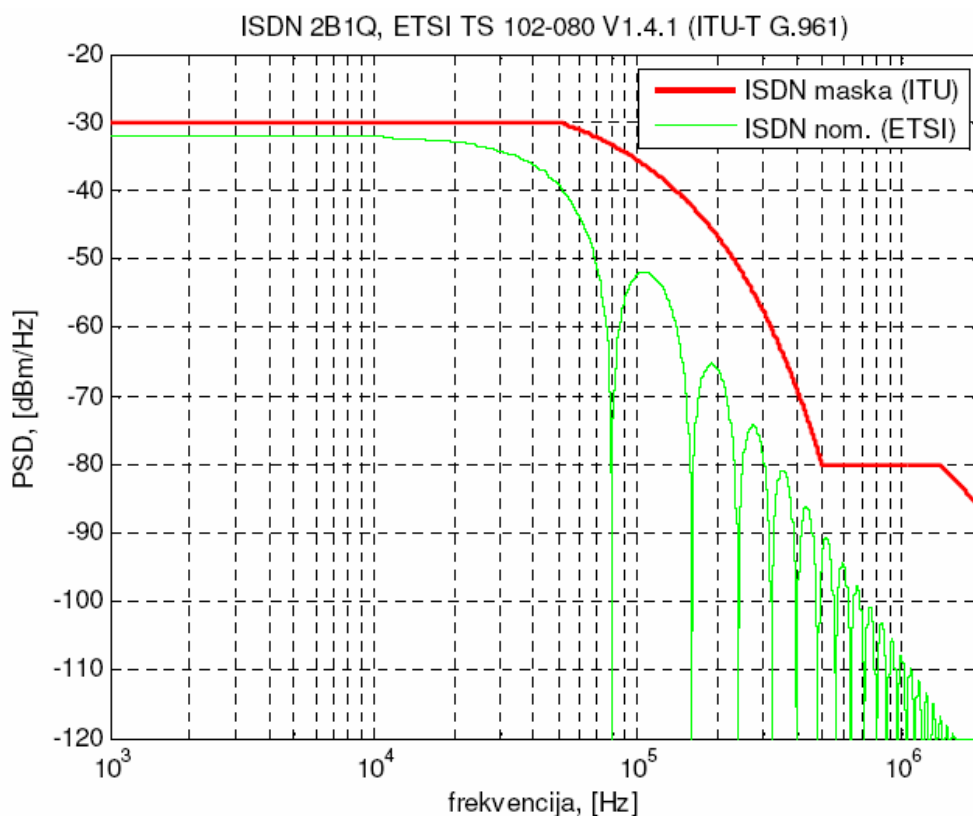
Navedene su najvažnije značajke za svaku tehnologiju kroz preporuku u kojoj je ona definirana, prijenosne brzine koje podržava, korištenu modulaciju ili linijski kod i masku spektralne gustoće snage zajedno s nominalnom maskom spektralne gustoće snage.

Maske PSD-a prikazuju graničnu vrijednost spektralne gustoće snage na izlazu predajnika. Osnovna razlika između maske spektralne gustoće snage i nominalne maske spektralne gustoće snage je u sljedećem: maska je napravljena u skladu s odgovarajućim standardom i osnovna namjena joj je definiranje gornje granice spektralne gustoće snage za svaku tehnologiju, dok se nominalna maska spektralna gustoća snage koristi u svrhu modeliranja prijenosa. Nominalne maske su korištene i za potrebe proračunavanja brzina.

4.1. ISDN BRA

U skladu s RUO N01 u članku 4.1.2.

Definiran je u preporukama ITU-T G.961 i ETSI TS 102 080 (V1.4.1).



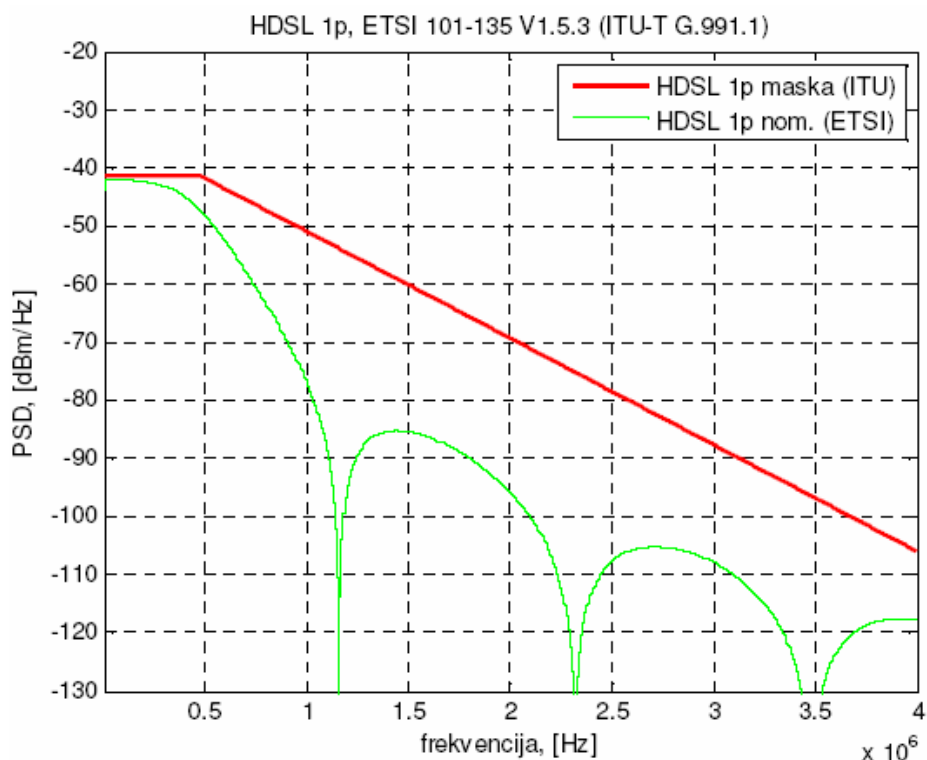
Slika 4.1.1 Maska i nominalna maska spektralne gustoće snage za ISDN 2B1Q.

Inačica ISDN-a koja se koristi u T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži koristi linijski kod 2B1Q. Gornja granica spektralne gustoće snage (PSD maska), definirana standardom, kao i nominalna maska spektralne gustoće snage signala na sučelju ISDN BRA dani su slikom 4.1.1. Definiran je dvosmjerni prijenos osiguravajući pri tome prijenosnu brzinu od 160 kbit/s (sučelje U).

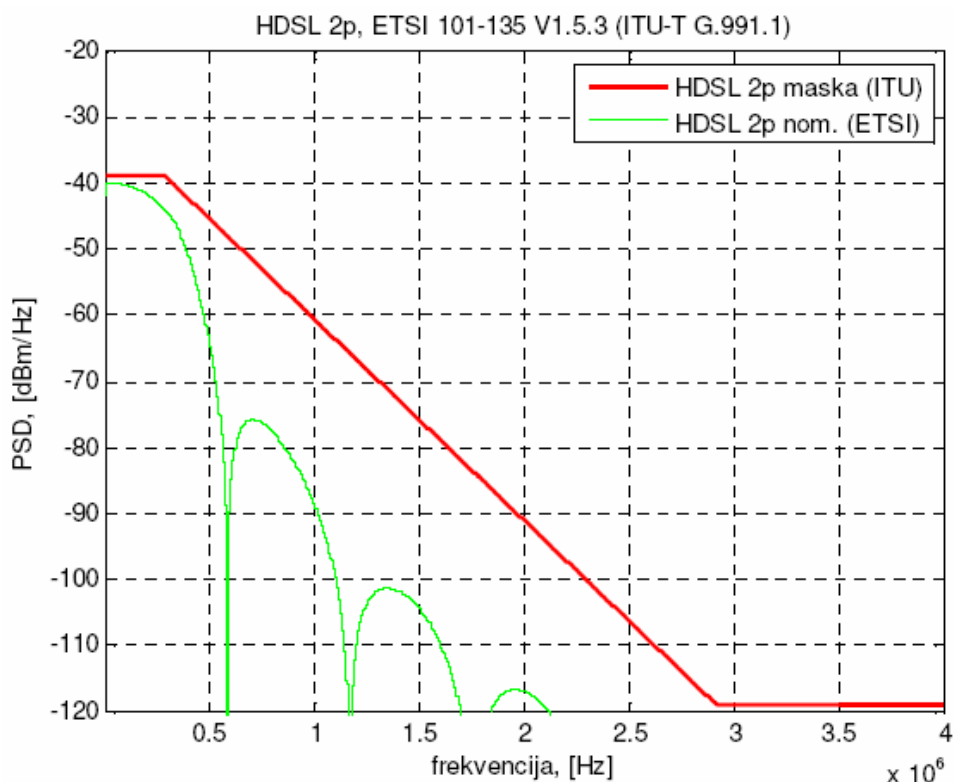
4.2. HDSL

U skladu s RUO H0, H02 i H04 u članku 4.1.2.

Tehnologija HDSL (engl. High Bit-rate Digital Subscriber Line) definirana je u preporukama ITU-T G.991.1 i ETSI TS 101 135 (V1.5.3).



Slika 4.2.1. Maska i nominalna maska spektralne gustoće snage za HDSL 2B1Q 1p.



Slika 4.2.2. Maska i nominalna maska spektralne gustoće snage za HDSL 2B1Q 2p.

HDSL koji u prijenosu koristi jednu, dvije ili tri parice i, sukladno tome, označavaju se kao: HDSL 1p, HDSL 2p, odnosno, HDSL 3p. Tehnologija HDSL podržava simetričan prijenos uz prijenosnu brzinu od 2 Mbit/s. HDSL-sustavi (1p i 2p) implementirani u T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži koriste linijski kod 2B1Q koji ima relativno široki spektar i zbog

prisutnog preslušavanja iz parica koje ga koriste potencijalno smanjuje dolaznu prijenosnu brzinu ADSL-a u bliskim paricama. Maske spektralne gustoće snage, definirane standardom, kao i nominalne maske spektralne gustoće snage za HDSL 1p, odnosno, HDSL 2p predložene su na slikama 4.2.1 i 4.2.2.

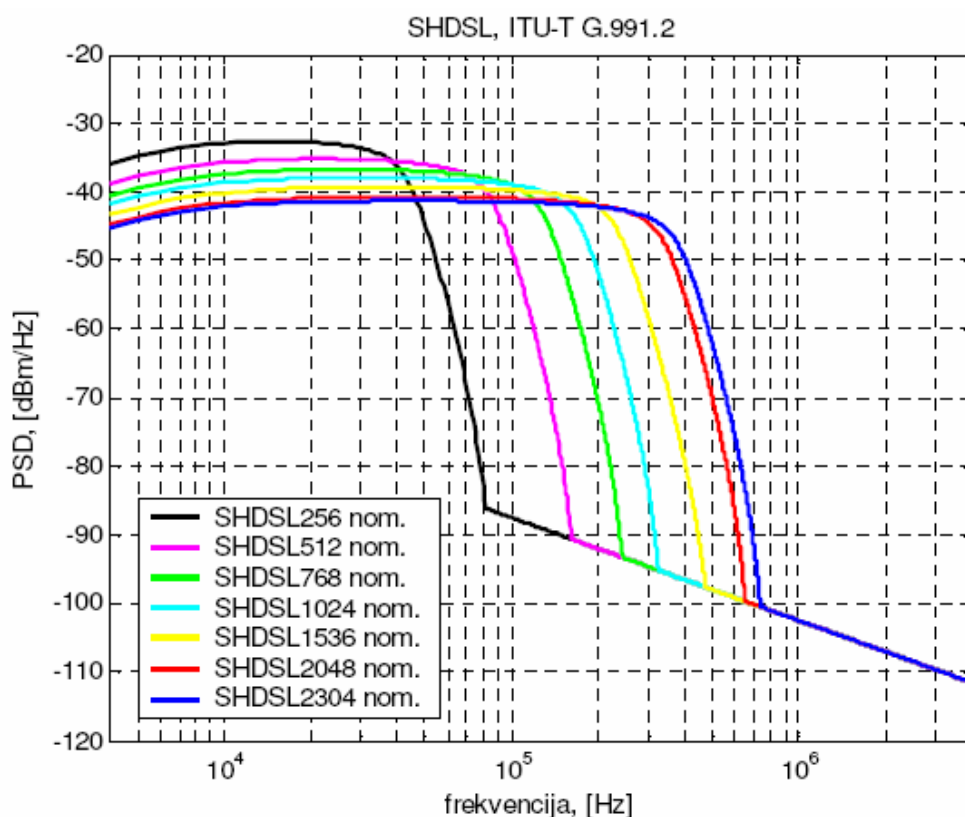
4.3. SHDSL

U skladu s RUO H06 članak 4.1.2

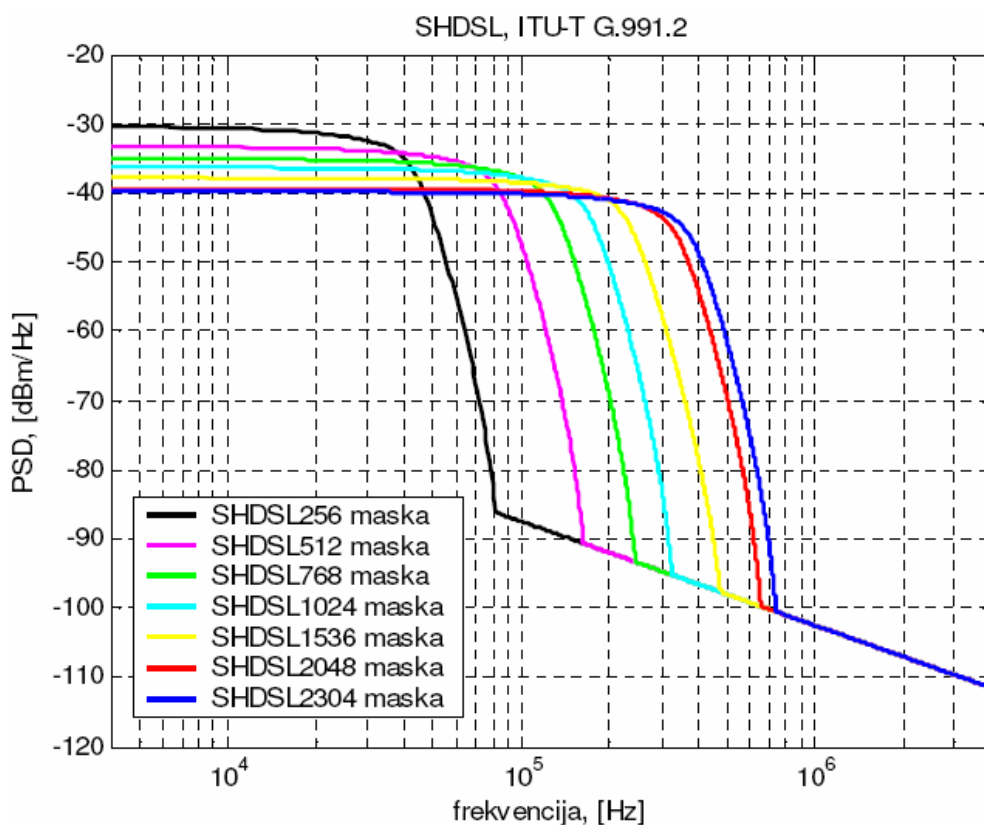
Tehnologija SHDSL (engl. High Bit-rate Digital Subscriber Line) definirana je u preporukama ITU-T G.991.2.

Tehnologija SHDSL-a (engl. Single-pair High Data Rate Digital Subscriber Line) definirana je ITU-T preporukom ITU-T SG 15/4 iz 2001. kao G.SHDSL standard (također znano kao preporuka G.991.2-2001). Tom je preporukom definiran simetrični prijenos po jednoj parici uz podršku prijenosnim brzinama od 192 kbit/s do 2,304 Mbit/s. Tehnologija G.SHDSL koristi modulaciju 16-PAM (engl. Pulse Amplitude Modulation) zajedno s rešetkastim kodiranjem, tzv. TC-PAM (engl. Trellis Code Pulse Amplitude Modulation).

Poboljšana inačica, nazvana G.shdsl.bis (G.991.2-2003, Dodatak G), pojavila se 2003. godine definirajući simetrični prijenos podataka. Standard podržava različite simetrične prijenosne brzine u opsegu od 192 kbit/s do 5,696 Mbit/s, koristeći rešetkasto kodiranje (engl. Trellis Code) u kombinaciji s modulacijom 32-PAM. Također, modem koji radi po standardu G.991.2 moguće je konfigurirati za rad na dugačkim linijama podržavajući pri tome spektralnu kompatibilnost sa svim ostalim DSL-tehnologijama.



Slika 4.3.1. Nominalne maske spektralne gustoće snage SHDSL-a za brzine 256 kbit/s, 512 kbit/s, 768 kbit/s, 1024 kbit/s, 1536 kbit/s, 2048 kbit/s i 2304 kbit/s.



Slika 4.3.2. Maske spektralne gustoće snage SHDSL-a za brzine 256 kbit/s, 512 kbit/s, 768 kbit/s, 1024 kbit/s, 1536 kbit/s, 2048 kbit/s i 2304 kbit/s.

Maske spektralne gustoće snage, definirane standardom, kao i nominalne maske spektralne gustoće snage za SHDSL prijenosne brzine 256 kbit/s, 512 kbit/s, 768 kbit/s, 1024 kbit/s, 1536 kbit/s, 2048 kbit/s i 2304 kbit/s predočene su na slikama 4.3.1 i 4.3.2.

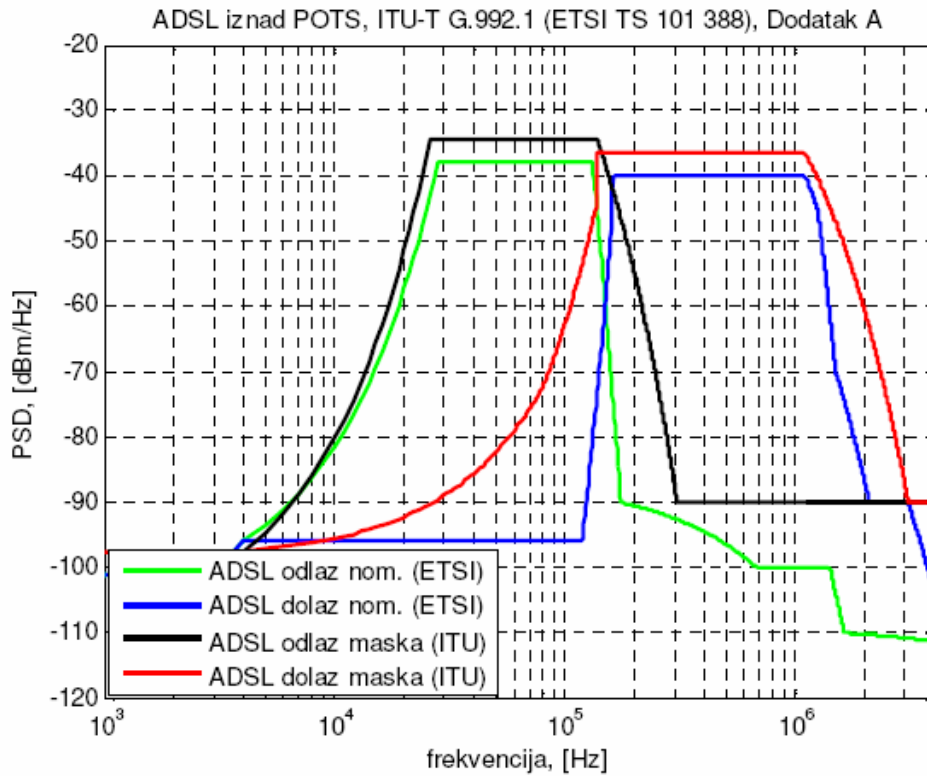
4.4. ADSL

U skladu s RUO H03 članak 4.1.2.

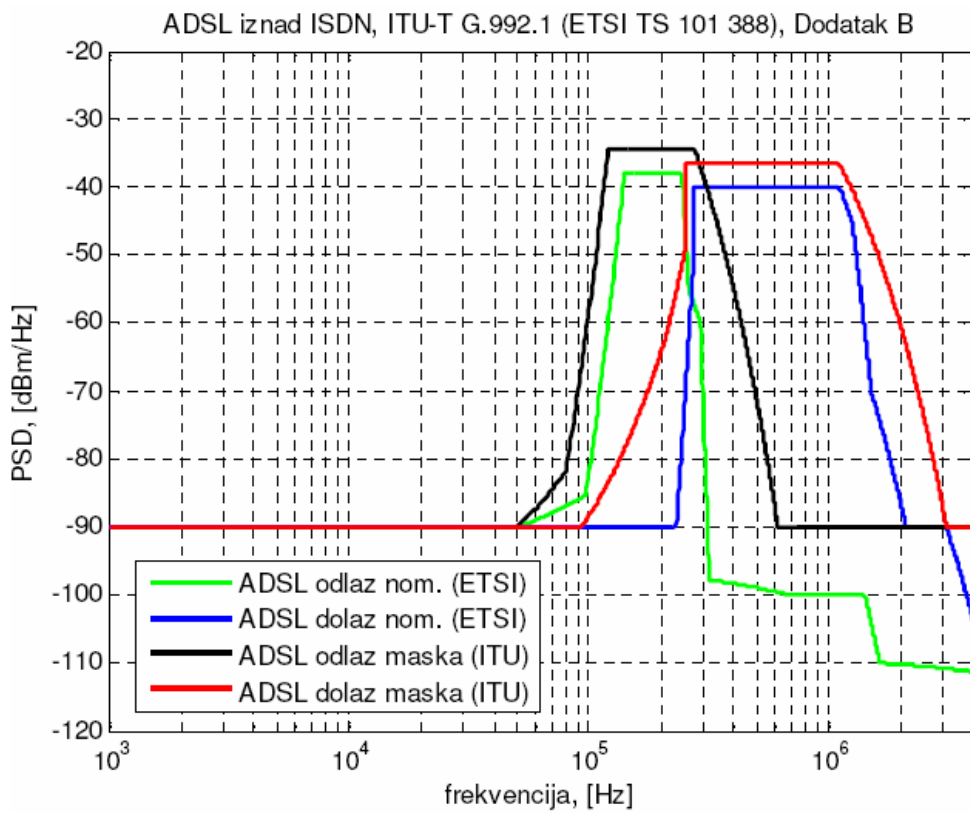
Standardizacija ADSL-a (engl. Asymmetric DSL) završena je 1999. godine i objavljena u preporukama ITU-T G.992.1. (G.dmt ADSL), ITU-T G.992.2 (G.lite ADSL ili ADSL bez razdjelnika) i ETSI TS 101 388 (V1.3.1).

U mreži T-Coma G.lite se ne koristi. Navedeni standardi uključuju i dodatke (engl. Annexes) koji definiraju način korištenja ADSL-a u različitim mrežnim okolinama. Preporuke ITU-T G.992.1 i G.992.2 definiraju asimetrični prijenos podataka. Modemski uređaji su u mogućnosti podržati prijenosnu brzinu u dolaznom smjeru prijenosa u pojasu od 32 kbit/s do 8 Mbit/s i u odlaznom smjeru prijenosa u pojasu od 32 kbit/s do 800 kbit/s, koristeći pri tome prirast brzine od 32 kbit/s i modulaciju DMT (engl. Discrete Multitone).

Maske spektralne gustoće snage, definirane standardom, kao i nominalne maske spektralne gustoće snage za odlazni i dolazni smjer prijenosa predočene su na slikama 4.4.1 i 4.4.2. U razmatranje su uzeti sljedeći ADSL sustavi: ADSL iznad POTS-a i ADSL iznad ISDN-a.



Slika 4.4.1. Maske i nominalne maske spektralne gustoće snage za ADSL iznad POTS-a.



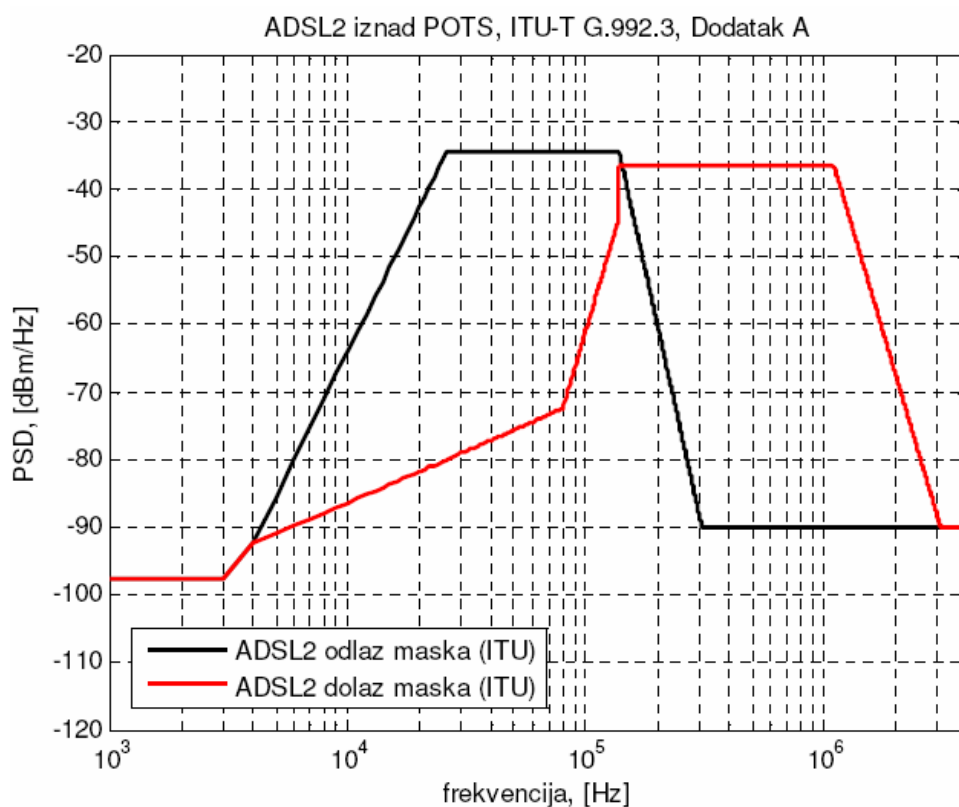
Slika 4.4.2. Maske i nominalne maske spektralne gustoće snage za ADSL iznad ISDN-a.

4.5. ADSL2

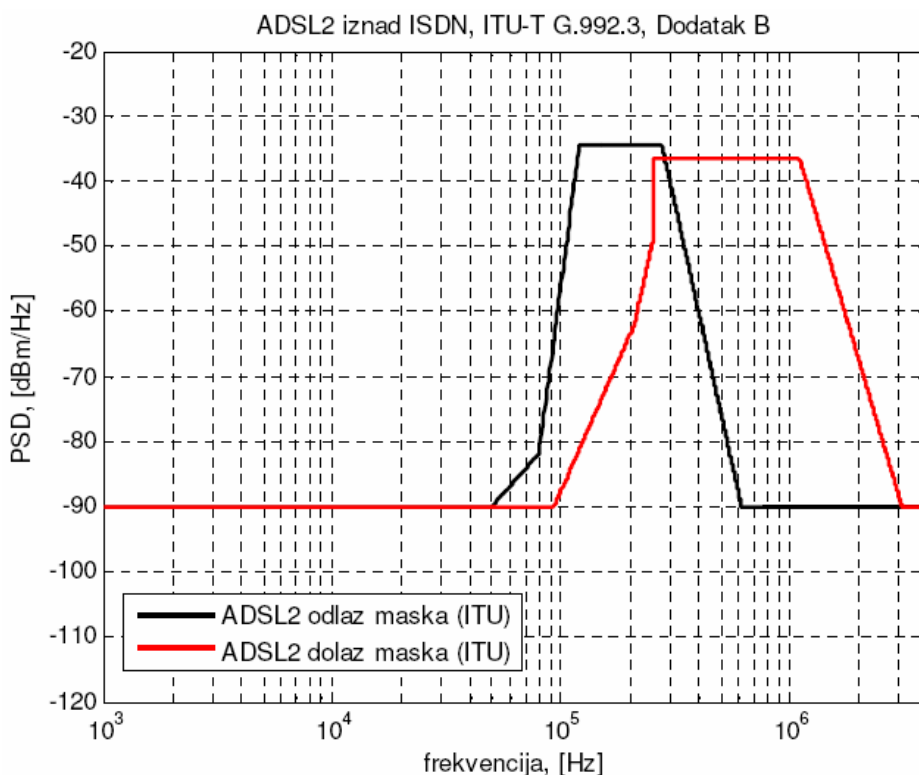
U skladu s RUO H07 članak 4.1.2.

Tehnologija ADSL2 definirana je preporukama ITU-T G.992.3 (G.dmt.bis) i ITU-T G.992.4 (G.lite.bis).

Poboljšanja u prijenosnoj brzini ADSL2 u odnosu na ADSL primarno dolaze do izražaja kod dugačkih pretplatničkih linija kod kojih je uskopojasna interferencija glavni oblik smetnje. Maske spektralne gustoće snage za odlazni i dolazni smjer prijenosa za ADSL2 iznad POTS i ADSL2 iznad ISDN predočene su na slikama 4.5.1 i 4.5.2. ADSL 2 nije zastupljen u T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži te stoga nije analiziran ni u Studiji.



Slika 4.5.1. Maske spektralne gustoće snage za ADSL2 (ADSL2 iznad POTS).



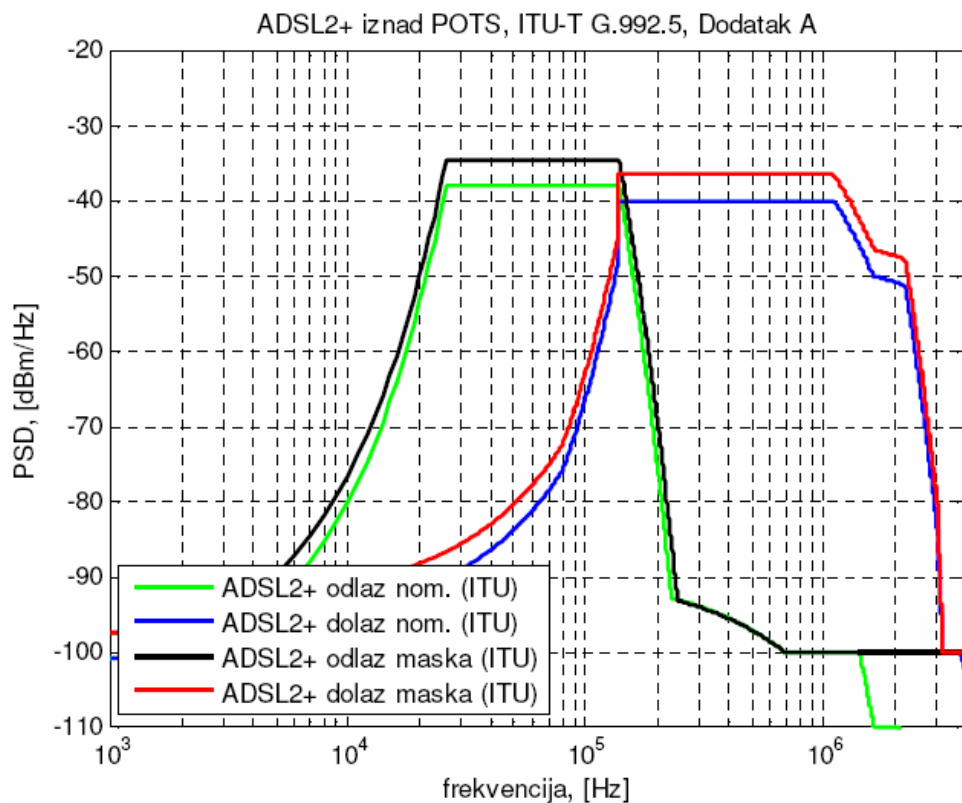
Slika 4.5.2. Maske spektralne gustoće snage za ADSL2 (ADSL2 iznad ISDN).

4.6. ADSL2+

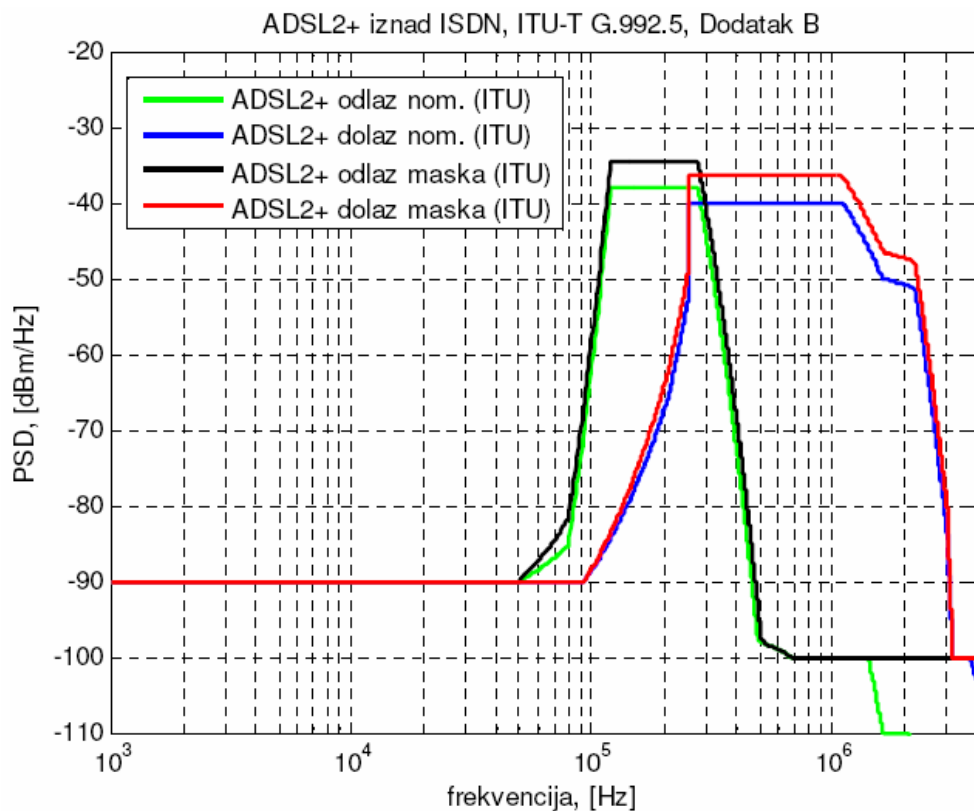
U skladu s RUO H08 članak 4.1.2.

Tehnologija ADSL2+ (ili ADSL2plus) definiran je preporukom ITU-T G.992.5. Za razliku od standarda ADSL-a i ADSL2, koji definiraju korištenje prijenosnog pojasa do 1,1 MHz u dolaznom smjeru, standard za ADSL2+ definira pojas prijenosa do 2,2 MHz. Usljed toga je povećana dolazna prijenosna brzina na kraćim linijama, što predstavlja teoretski maksimum. Dolazne brzine ostvarive u praksi su manje i dominantno ovise o uvjetima u kabelu (kvaliteta parica, razina preslušavanja). Odlazna prijenosna brzina ADSL2plus-a može iznositi do najviše 1 Mbit/s.

Maske spektralne gustoće snage, definirane standardom, kao i nominalne maske spektralne gustoće snage za odlazni i dolazni smjer prijenosa predočene su na slikama 4.6.1 i 4.6.2. U razmatranje su uzeti sustavi ADSL2+ iznad POTS-a i ADSL2+ iznad ISDN-a.



Slika 4.6.1. Maske i nominalne maske spektralne gustoće snage za ADSL2+ (ADSL2+ iznad POTS).



Slika 4.6.2. Maske i nominalne maske spektralne gustoće snage za ADSL2+ (ADSL2+ iznad ISDN).

4.7. Dodaci ADSL standardima

Tablica 4.7.1 prikazuje popis dodataka (engl. Annexes) ADSL-standardima. Općenito gledano, dodaci definiraju potkanale i njima pridijeljene iznose snage za odlazni i dolazni smjer prijenosa.

Tablica 4.7.1 Dodaci standardima ADSL-a.

| Dodatak | Okolina | KORIŠTENI POTKANALI | | | | | PRIMJENJIVO NA: | | |
|------------------|--------------|---------------------|--------|-------|--------|---------|-----------------|------------------|-------------------|
| | | 1-5 | 6-31 | 32-64 | 65-255 | 256-512 | ADSL G.992.1 | ADSL2 G.992.3 | ADSL2+ G.992.5 |
| A | POTS | POTS | ODL. | DOL. | DOL. | DOL.* | DA | DA | DA |
| B | ISDN | ISDN | ISDN | ODL. | DOL. | DOL.* | DA | DA | DA |
| C | TCM- ISDN | POTS | ODL. | DOL. | DOL. | - | DA | DA | DA |
| I (ADSL) | TCM- ISDN | POTS | ODL. | DOL. | DOL. | DOL.* | DA | NE | NE |
| I (ADSL2) | POTS | ODL. | ODL. | DOL. | DOL. | DOL.* | NE | DA | DA |
| J | ISDN | ODL. | ODL. | ODL. | DOL. | DOL.* | NE | DA | DA |
| L (RE- ADSL2) | POTS | POTS | ODL.** | DOL. | DOL.** | - | NE | DA | NE |
| M (ADSL2/2+) | POTS | POTS | ODL. | ODL. | DOL. | DOL.* | NE | DA | DA |

* Samo ADSL2+. ** Ne koriste se svi potkanali. ODL. – odlaz. DOL. – dolaz.

5. Frekvencijski predlošci za maske spektralne gustoće snage

Statički plan temelji se na frekvencijskim predlošcima za PSD maske sljedećih prijenosnih sustava:

- ISDN, osnovni pristup
- HDSL, 2p
- SHDSL, brzine manje od 2,304 Mbit/s, 1 ili 2 parice
- ADSL/ADSL2/ADSL2+, Dodatak (Aneks) A
- ADSL/ADSL2/ADSL2+, Dodatak (Aneks) B
- Potpuno digitalni ADSL2/ADSL2+ (engl. All digital ADSL), Dodatak (Aneks) J
- ADSL2/ADSL2+ iznad POTS-a (engl. ADSL/ADSL2/ADSL2+ over POTS), Dodatak (Aneks) M

Trenutačno se u T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži koristi ADSL/ADSL2+ over ISDN-a (Aneks B) i stoga je on bio razmatran u procesu definiranja frekvencijskih predložaka. Isto tako, ADSL/ADSL2/ADSL2+ dolazi u dvije izvedbe:

- a) s frekvencijski razdvojenim odlaznim i dolaznim pojasevima prijenosa i
- b) s pojasevima prijenosa koji se preklapaju.

Trenutačno se u T-Comovoj mreži koristi izvedba a).

Na osnovu frekvencijskih predložaka (engl. templates), definiranih preko maski spektralne gustoće snage, određuju se transmisijski sustavi koji mogu biti implementirani u T-Comovoj bakrenoj pristupnoj mreži.

Ovaj plan daje jedan frekvencijski predložak za simetrične prijenosne sustave, kao i jedan frekvencijski predložak za dolazni smjer komunikacije asimetričnih prijenosnih sustava.

Analizama ADSL/2/2+ sustava po aneksu A i njegovim utjecajem na sustave ADSL/2/2+ po aneksu B ustanovljeno je da mora doći do izmjene maske za sustave po aneksu A u dolaznom smjeru, te su ti frekvencijski predlošci posebno dani.

Za odlazni smjer komunikacije definirana su tri frekvencijska predloška ovisno o duljini pretplatničke linije gdje su za dugu petlju definirana dva frekvencijska predloška, ovisno o primijenjenom aneksu.

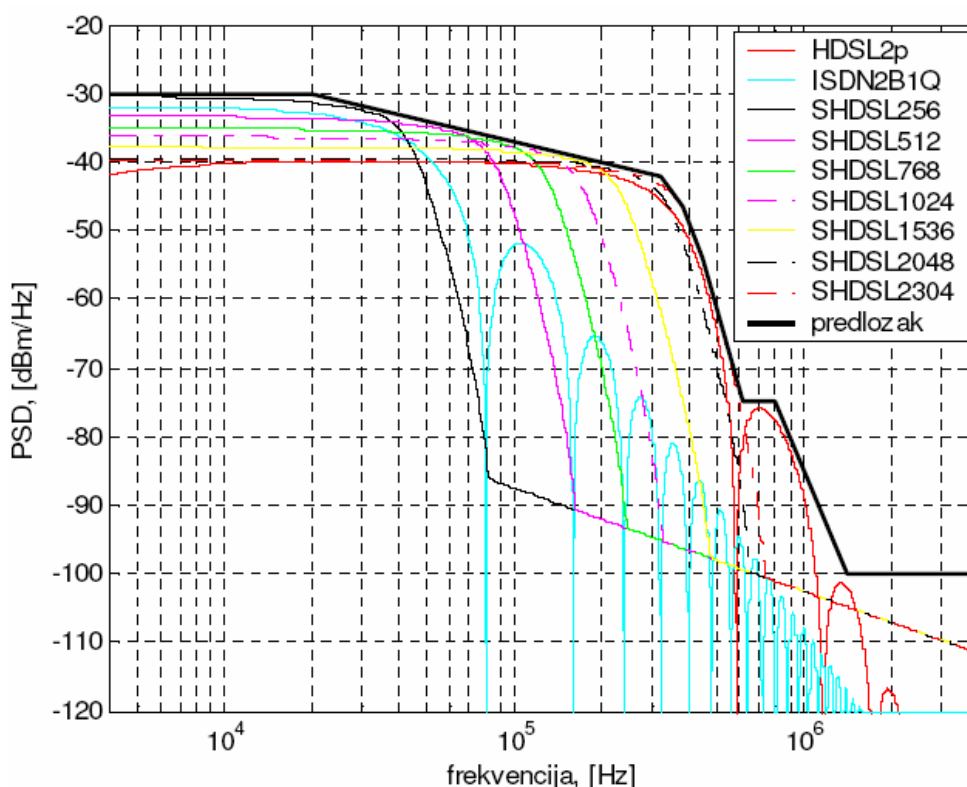
Frekvencijski predlošci dani ovim planom definirani su uzimajući u obzir rezultate Studije i preporuke dani u poglavlju 6.

5.1. Frekvencijski predlošci za simetrične sustave prijenosa

Frekvencijski predložak za buduće simetrične sustave prijenosa temelji se na sljedećim prijenosnim sustavima:

- ISDN, osnovni pristup
- HDSL, 2p
- SHDSL, brzine manje od 2,304 Mbit/s, 1 ili 2 parice

Frekvencijski predložak i maske spektralne gustoće snage prethodno navedenih sustava predočeni su na slici 5.1.1. Potpun opis frekvencijskog predložka dan je u tablici 5.1.1. Navedeni frekvencijski predložak definira krajnje granice PSD-a, u ovisnosti o frekvenciji, za sve simetrične sustave.



Slika 5.1.1 Frekvencijski predložak i maske spektralne gustoće snage za simetrične sustave prijenosa.

Tablica 5.1.1 Frekvencijski predložak za simetrične prijenosne sustave

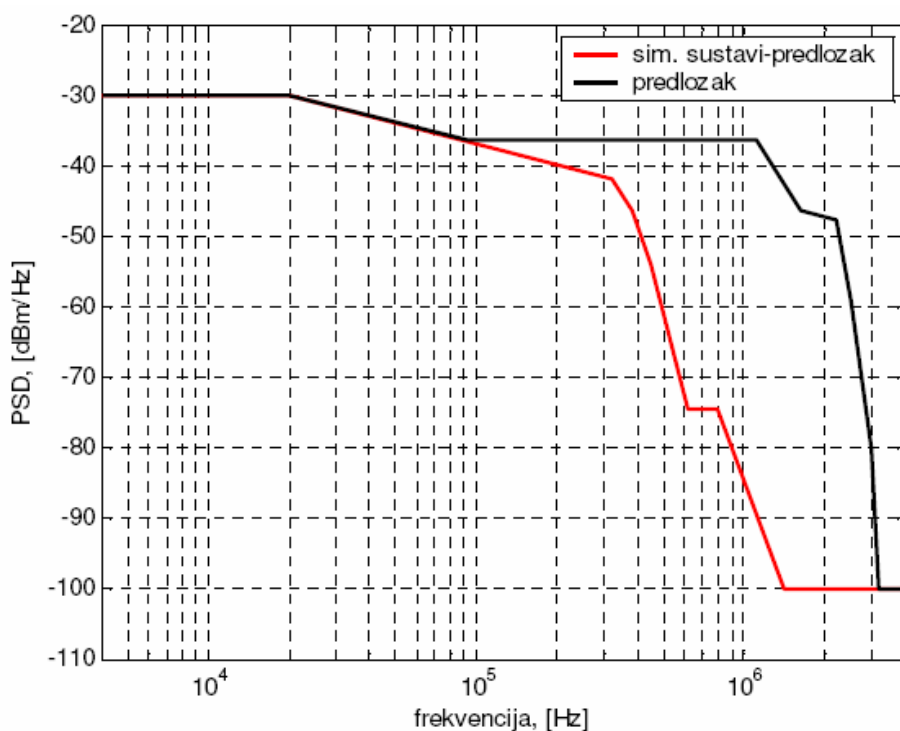
| Frekvencija, [kHz] | Spektralna gustoća snage -PSD, [dBm/Hz] |
|--------------------|---|
| 0.001 | -30 |
| 20 | -30 |
| 320 | -42 |
| 380 | -46.5 |
| 450 | -54 |
| 620 | -74.7 |
| 800 | -74.7 |
| 1400 | -100 |
| 4000 | -100 |

5.2. Frekvencijski predložak za dolazni smjer prijenosa (Referentni sustav ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks B)

Frekvencijski predložak definiran je na osnovu svih simetričnih sustava prijenosa (osim HDSL1p) kojima su pridodani prijenosni sustavi ADSL, ADSL2 i ADSL2+ po aneksu B, tj. dolazni smjer prijenosa u razmatranje uključuje sljedeće sustave prijenosa:

- ISDN, osnovni pristup
- HDSL, 2p
- SHDSL, brzine manje od 2,304 Mbit/s, 1 ili 2 parice
- ADSL/ADSL2/ADSL2+ po aneksu A, dolazni smjer prijenosa
- ADSL/ADSL2/ADSL2+ po aneksu B, dolazni smjer prijenosa

Frekvencijski predložak dan je na slici 5.2.1. Potpun opis frekvencijskog predloška dan je u tablici 5.2.1. Frekvencijski predložak za dolazni smjer prijenosa dobiven je kombinacijom dvaju frekvencijskih predloška, i to: frekvencijskog predloška za simetrične sustave prijenosa (na slici označen crvenom bojom) i frekvencijskog predloška za asimetrične sustave prijenosa (ADSL, ADSL2 i ADSL2+).



Slika 5.2.1 Frekvencijski predložak za asimetrične sustave prijenosa (dolazni smjer)

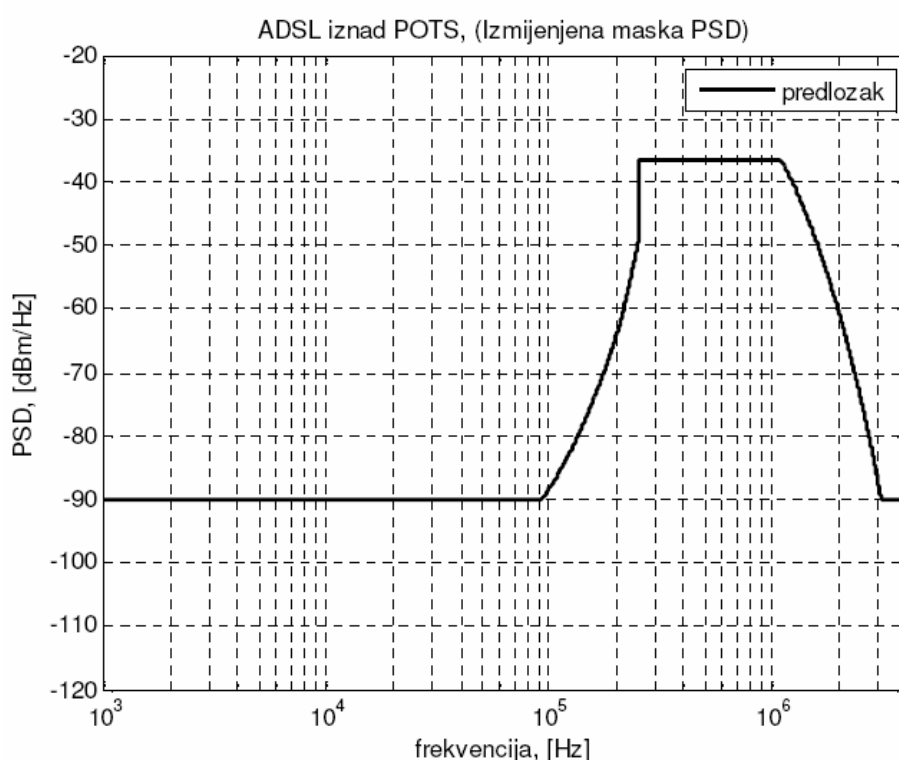
Tablica 5.2.1 Frekvencijski predložak za asimetrične sustave prijenosa (dolazni smjer prijenosa)

| Frekvencija, [kHz] | Spektralna gustoća snage -PSD, [dBm/Hz] |
|--------------------|---|
| 0.001 | -30 |
| 20 | -30 |
| 92.5 | -36.5 |
| 1104 | -36.5 |
| 1622 | -46.5 |
| 2208 | -47.8 |
| 2500 | -59.4 |
| 3001.5 | -80 |
| 3175 | -100 |
| 4000 | -100 |

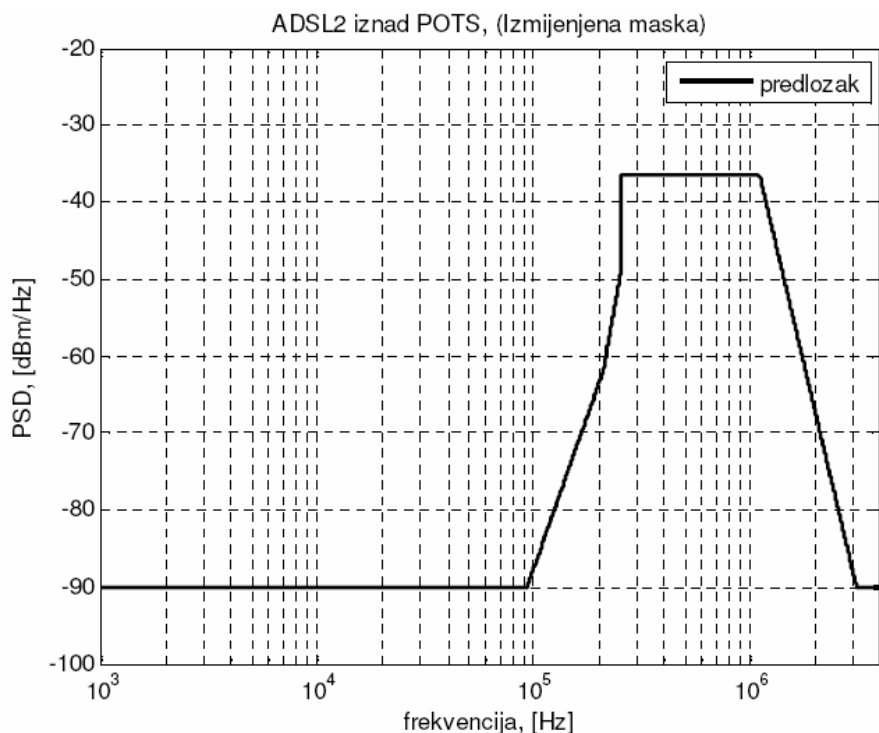
5.3. Nadopuna frekvencijskog predloška za dolazni smjer prijenosa (Referentni sustav ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks A)

Dolazni smjer komunikacije prijenosnih sustava ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks A ima veliki utjecaj na "pad" prijenosne brzine ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks B sustava u odlaznom smjeru. Iz tog razloga potrebno je napraviti suženje maske spektralne gustoće snage (skr. PSD, od engl. Power Spectral Density) ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks A sustava na način da se ista smanji po frekvenciji. Dakle, PSD maska za ADSL/ADSL2 Aneks A sustave treba biti u pojasu frekvencija od 276 kHz do 1104 kHz, dok je ista za ADSL2+ Aneks A sustave u pojasu frekvencija od 276 kHz do 2208 kHz. Svi potkanali u frekvencijskom opsegu od 134 kHz do 256 kHz su nedozvoljeni za korištenje.

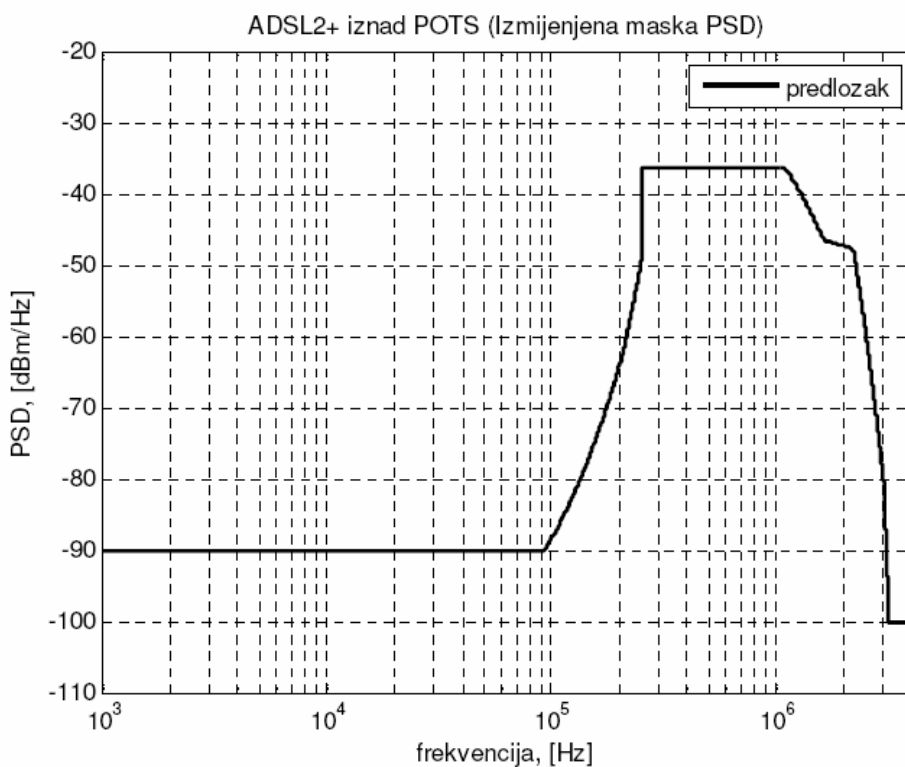
Izmijenjene PSD maske za ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks A dane su na slikama 5.3.1, 5.3.2. i 5.3.3:



Slika 5.3.1 Frekvencijski predložak za ADSL iznad POTS (dolazni smjer)



Slika 5.3.2 Frekvencijski predložak za ADSL2 iznad POTS (dolazni smjer)



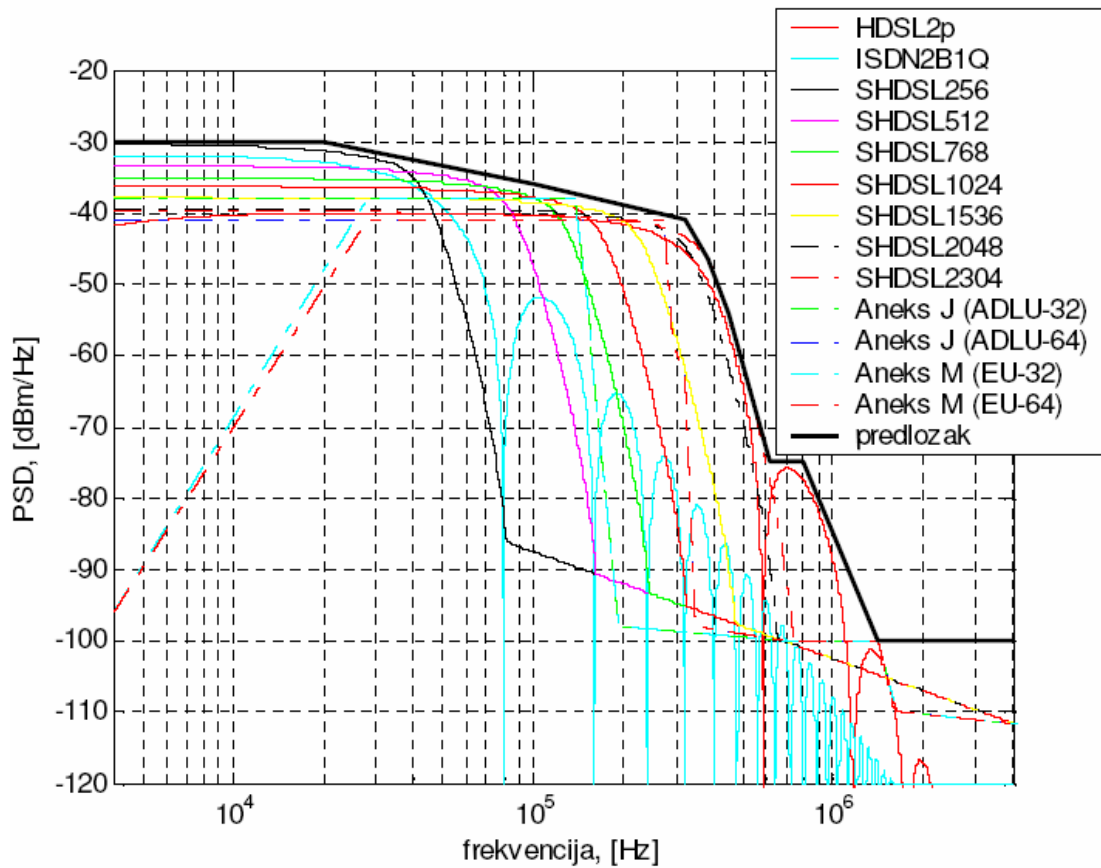
Slika 5.3.3 Frekvencijski predložak za ADSL2+ iznad POTS (dolazni smjer)

Ovime je izvršeno smanjenje frekvencijskog spektra u dolaznom smjeru za ADSL/ADSL2/ADSL2+.

5.4. Frekvencijski predloži za odlazni smjer prijenosa

Frekvencijski predloži za pojedinu duljinu pretplatničke linije definirani su na osnovu sustava koji zadovoljavaju prethodno navedene uvjete za granice uvođenja usluga.

Za pretplatničke linije kratke duljine:

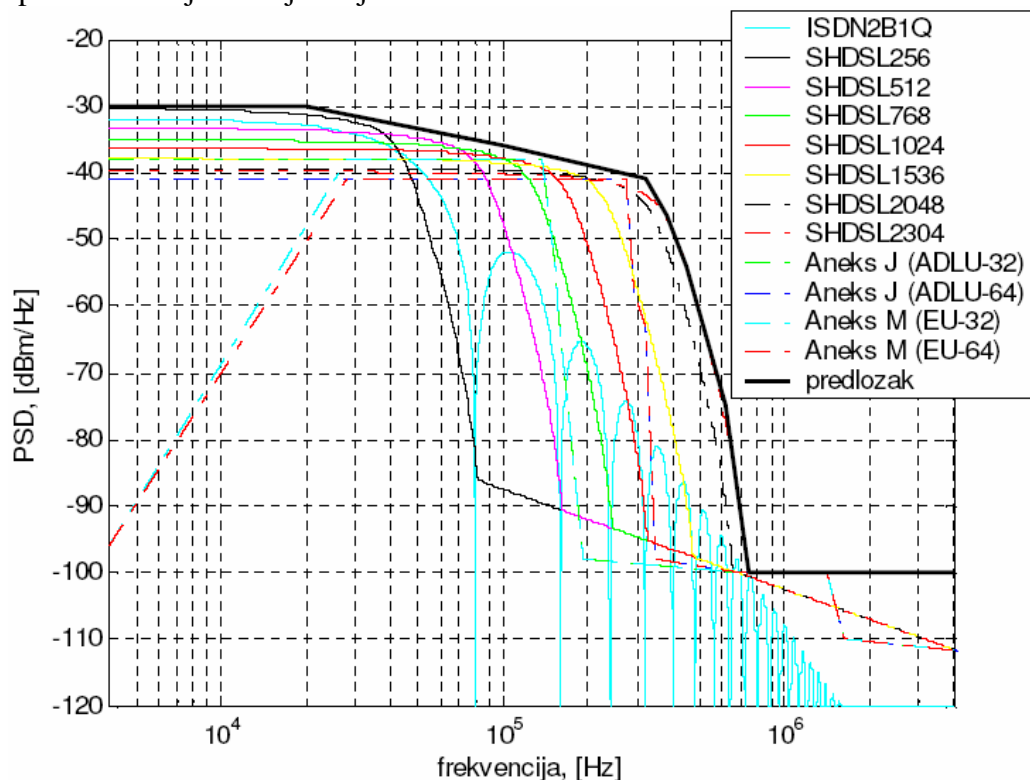


Slika 5.5.1 Frekvencijski predložak za odlazni smjer prijenosa (kratke pretplatničke linije).

Tablica 5.5.1 Frekvencijski predložak za odlazni smjer prijenosa (kratke pretplatničke linije).

| Frekvencija, [kHz] | Spektralna gustoća snage -PSD, [dBm/Hz] |
|--------------------|---|
| 0.001 | -30 |
| 20 | -30 |
| 100 | -36 |
| 320 | -41 |
| 380 | -46.5 |
| 450 | -54 |
| 620 | -74.7 |
| 800 | -74.7 |
| 1400 | -100 |
| 4000 | -100 |

Za pretplatničke linije srednje duljine:

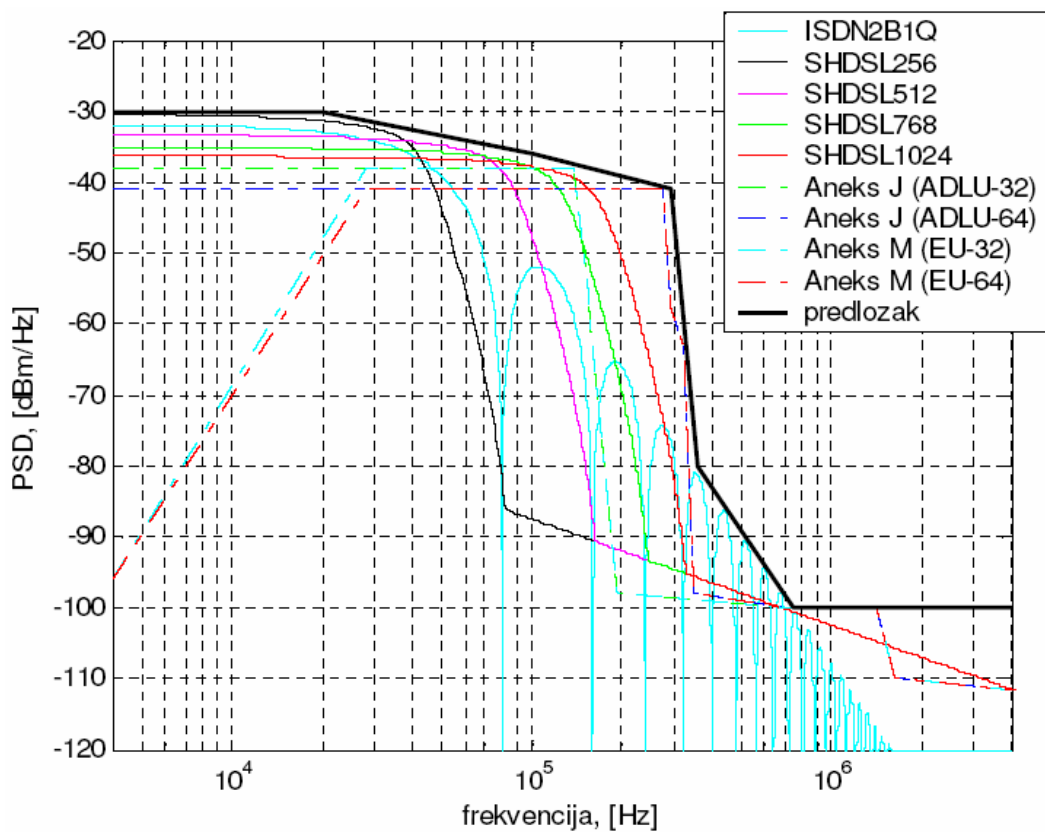


Slika 5.5.2 Frekvencijski predložak za odlazni smjer prijenosa (pretplatničke linije srednje duljine).

Tablica 5.5.2 Frekvencijski predložak za odlazni smjer prijenosa (pretplatničke linije srednje duljine).

| Frekvencija, [kHz] | Spektralna gustoća snage -PSD, [dBm/Hz] |
|--------------------|---|
| 0.001 | -30 |
| 20 | -30 |
| 100 | -36 |
| 320 | -41 |
| 380 | -46.5 |
| 450 | -54 |
| 620 | -74.7 |
| 750 | -100 |
| 1400 | -100 |
| 4000 | -100 |

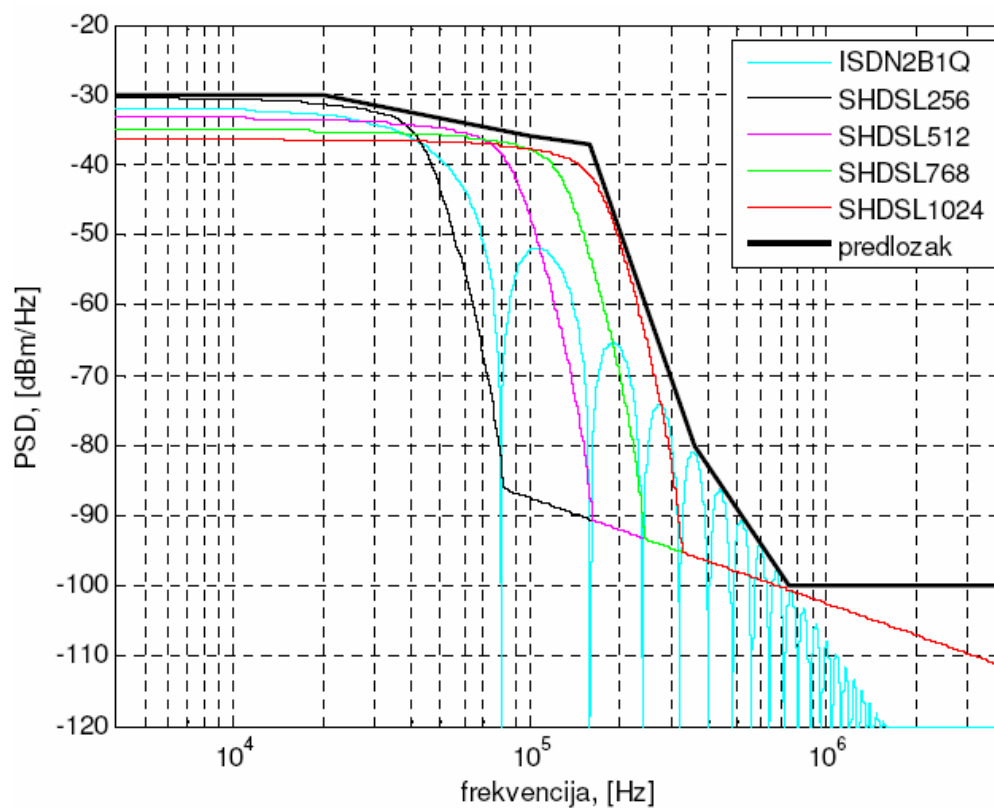
Za duge pretplatničke linije PSD maske za ADSL preko POTS i ADSL preko ISDN se razlikuju:



Slika 5.5.3 Frekvencijski predložak za odlazni smjer prijenosa (duge pretplatničke linije) za ADSL preko ISDN (aneks B).

Tablica 5.5.3 Frekvencijski predložak za odlazni smjer prijenosa (duge pretplatničke linije) za ADSL preko ISDN (aneks B).

| Frekvencija, [kHz] | Spektralna gustoća snage -PSD, [dBm/Hz] |
|--------------------|---|
| 0.001 | -30 |
| 20 | -30 |
| 100 | -36 |
| 290 | -41 |
| 360 | -80 |
| 750 | -100 |
| 1400 | -100 |
| 4000 | -100 |



Slika 5.5.4 Frekvencijski predložak za odlazni smjer prijenosa (duge pretplatničke linije) za ADSL preko POTS (aneks A).

Tablica 5.5.4 Frekvencijski predložak za odlazni smjer prijenosa (duge pretplatničke linije) za ADSL preko POTS (aneks A).

| Frekvencija, [kHz] | Spektralna gustoća snage -PSD, [dBm/Hz] |
|--------------------|---|
| 0.001 | -30 |
| 20 | -30 |
| 100 | -36 |
| 160 | -38 |
| 360 | -80 |
| 750 | -100 |
| 1400 | -100 |
| 4000 | -100 |

6. Granice uvođenja usluga

6.1. Kategorije pristupnih petlji

Definirana su tri granična područja uvođenja usluga unutar kojih je dozvoljena primjena različitih tehnologija, a vezani su uz sljedeće okvirne definicije kratke, srednje i duge pretplatničke petlje.

Granice kratke, srednje i duge petlje određene su i primjenjuju se u metrima, a dane su i preko vlastitog slabljenja na frekvenciji 1 MHz.

Tablica 6.1.1.

| | |
|------------------------------|--|
| Kratke pretplatničke petlje | < 1000 m; za promjer vodica $\Phi = 0,4$ mm; (do 26 dB) |
| Srednje pretplatničke petlje | 1000 m – 1800 m; za promjer vodica $\Phi = 0,4$ mm; (od 26 do 47 dB) |
| Duge pretplatničke petlje | > 1800 m; za promjer vodica $\Phi = 0,4$ mm; (preko 47 dB) |

Okvirne definicije kratke, srednje i duge pretplatničke petlje utvrđene su na temelju sljedećih parametara obrađenih u Studiji:

1. Maksimalnog dometa simetričnih prijenosnih sustava;
2. Iznosa preslušavanja kojeg simetrični sustavi generiraju na ADSL, ADSL2 i ADSL2+;
3. Od strane Hrvatske agencije za poštu i elektroničke komunikacije zahtijevane razdiobe profila širokopojasnih usluga, a opisanih u poglavlju 7. („Upravljanje paricama), na dva profila, koji se razlikuju po dolaznim brzinama: do 5 Mbit/s i preko 5 Mbit/s
4. Od strane Hrvatske agencije za poštu i elektroničke komunikacije zahtijevanih što viših penetracija za profil s dolaznim brzinama do 5 Mbit/s
5. Zahtijevanih prijenosnih brzina u dolaznom smjeru prijenosa za ADSL2+ sukladno Studiji (zahtijevane dolazne prijenosne brzine za ADSL2+ na kratkim, srednjim i dugim petljama po Studiji su 6 Mbit/s, 3 Mbit/s, odnosno 1 Mbit/s)
6. Stupnja penetracije simetričnih i asimetričnih sustava u kabelu sukladno Studiji (preporučeni stupanj penetracije za asimetrične prijenosne sustave u Studiji je od 40 % do 50%, dok je za simetrične prijenosne sustave od 10 % do 20%) da bi se ostvarile brzine iz točke 5;

Ovako određena granična područja rezultat su kompromisa primjene Statičkog plana u realnim uvjetima. Međutim, u slučaju pojave tehničkih poteškoća gdje je moguće da vrsta kabela utiče na njihovu pojavu potrebno je utvrditi sukladnost s graničnim područjima po vrsti kabela, a što je dano tablicom dolje:

Tablica 6.1.2.

| | Kabel TK-59 | Kabel TK-00 |
|-----------------------------|--|---|
| Kratke pretplatničke petlje | < 1100 m; za promjer vodica $\Phi = 0,4$ mm (do 29 dB) | < 900 m; za promjer vodica $\Phi = 0,4$ mm (do 22,7 dB) |

| | | |
|------------------------------|--|---|
| Srednje pretplatničke petlje | 1100 – 1900 m ; za promjer vodiča $\Phi = 0,4$ mm (od 29 do 50 dB) | 900 – 1700 m; za promjer vodiča $\Phi = 0,4$ mm (od 22,7 do 42,8 dB) |
| Duge pretplatničke petlje | > 1900 m; za promjer vodiča $\Phi = 0,4$ mm (preko 50 dB) | > 1700 m; za promjer vodiča $\Phi = 0,4$ mm (preko 42,8 dB) |

Definicije su dane preko vlastitog slabljenja na frekvenciji 1 MHz i okvirno u metrima, uz iste uvjete određivanja i primjene kratke, srednje i duge petlje.

6.2. Sukladnost tehnologija s granicama uvođenja usluga

S obzirom na rezultate Studije za duljine petlje preporuča se korištenje sljedećih tehnologija:

Tablica 6.2.1.

| | Duljina petlje | | |
|--|----------------|---------|------|
| | Kratka | Srednja | Duga |
| HDSL 2p | DA | NE | NE |
| SHDSL, < 2,304 Mbit/s, 1p/2p | DA | DA | NE |
| SHDSL, $\leq 2,048$ Mbit/s, 2p | DA | DA | DA |
| ADSL, ADSL2, ADSL2+ (A) odlazni smjer prijenosa ($f \leq 134$ kHz), frekvencijski razdvojeni pojasevi prijenosa | DA | DA)1 | DA)1 |
| ADSL, ADSL2, ADSL2+ (B) odlazni smjer prijenosa ($f \leq 276$ kHz), frekvencijski razdvojeni pojasevi prijenosa | DA | DA | DA |
| ADSL, ADSL2, ADSL2+(J) | DA | DA | DA |
| ADSL, ADSL2, ADSL2+(M) | DA | DA | DA |

)1 Spektralna maska mora biti modificirana tako da su svi potkanali u frekvencijskom opsegu od 134 kHz do 276 kHz isključeni.

Tablica uzima u obzir gušenje kao i efikasno korištenje parica.

Da bi se sukladno Studiji očekivani rezultati iz 6.1. mogli i ostvariti potrebno je zadovoljiti sljedeće preuvjete:

1. Sukladno parametrima SSM-a Studija preporuča optimalno popunjavanje osnovne kabelaške grupe. Sukladno Studiji optimalno popunjavanje pri penetraciji od 50 % je zauzimanje po jedne parice iz svake četvorke, pri penetraciji do 50 % zauzimanje po jedne parice iz što udaljenijih četvorki (npr. parice 1 i 5 za 20% penetraciju). Za penetracije preko 50% iz zaključaka Studije preporuča se izbjegavanje slaganja u istoj četvorci zahtjevnijih prijenosnih sustava, odnosno njihovo razmicanje u različite četvorke (s tim da Studija ne preporuča penetracije preko 50%).
2. Penetracija asimetričnih sustava u osnovnoj grupi ne bi trebala biti veća od 50%. Istovremeno u istoj osnovi grupi mogu egzistirati najviše dvije parice zauzete simetričnim sustavima.

3. Iz istog razloga, ali zbog jačeg utjecaja dolaznog smjera aneksa A, u istoj osnovnoj grupi s ADSL/ADSL2/ADSL2+ Aneks A sustavima se ne bi trebali nalaziti sljedeći sustavi:
 - a. ISDN
 - b. ADSL2/ADSL2+, Aneks J
 - c. ADSL2/ADSL2+, Aneks M
4. Uključenje korisnika se treba obavljati u skladu s mogućnostima mreže.
5. Svi prijenosni sustavi trebaju se ravnati po frekvencijskim predlošcima definiranih ovim planom.
6. Za realizaciju simetričnih sustava preporuča se korištenje asimetričnih prijenosnih tehnologija ADSL2/ADSL2+ Aneks J i Aneks M.

Ograničenja na dozvoljene širokopojasne tehnologije (u skladu s točkom 4.1.2. RUO-a):

1. Postojeći HDSL sustavi mogu se i dalje koristiti, neovisno o poziciji u osnovnoj grupi i duljini petlje, u skladu s prijelaznim i završnim odredbama Statičkog plana, međutim nakon 31.12.2009. ukupan broj HDSL sustava koji je u uporabi u mreži T-Coma na taj dan, ne smije se povećavati. Također, broj HDSL sustava koji je na dan 31.12.2009. u uporabi po svakom pojedinom operatoru (T-Com te svaki pojedini operator korisnik) ne smije se povećavati nakon tog datuma u odnosu na stanje na 31.12.2009.
2. Aneks A – dozvoljen samo za potpuni pristup izdvojenoj lokalnoj petlji na kratkoj petlji i uz modifikaciju spektra od 138 do 276 kHz u dolaznom smjeru na srednjoj i dugačkoj petlji, a sve u skladu sa Statičkim planom (Tablica 6.2.1)
3. Aneks M – dozvoljena samo opcija M.1.3 Opcija bez preklapanja spektra iznad ISDN
4. Aneks J – dozvoljena samo opcija J.1.3 Opcija bez preklapanja spektra iznad ISDN

6.3. Dostupnost brzina prijenosa

Dostupnost brzina prijenosa iz 6.1. ovisi o korištenim tehnologijama prijenosa na pristupnoj petlji kao i o ostvarenju određenih dodatnih preduvjeta:

1. kabel je bez mehaničkih oštećenja,
2. penetracija asimetričnih sustava je najviše 50%, uz simetričnih najviše 20%,
3. svi korisnici su sa istog izvora,
4. osnovna grupa je optimalno popunjena,
5. kućna instalacija je ispravna i podržava širokopojasne usluge.

Minimalne brzine koje se realno mogu očekivati na određenim udaljenostima i uz ostvarenje prethodno definiranih preduvjeta te uz toleranciju od 10% su sljedeće:

1. 6 Mbit/s, na udaljenosti do 1250 m
2. 3 Mbit/s, na udaljenosti od 1250 m do 2100 m
3. 1 Mbit/s, na udaljenosti 2100 m

Krajnja udaljenost do koje se može pružati širokopojasna usluga minimalne razine se ne može odrediti, a brzina prijenosa pada s udaljenosti.

Minimalne brzine koje se realno mogu očekivati na određenim udaljenostima, pod istim uvjetima, a uzimajući u obzir i vrste kabela su sljedeće:

1. 6 Mbit/s,
 - a. na kabelu tipa TK-59 na udaljenosti do 1350 m
 - b. na kabelu tipa TK-00 na udaljenosti do 1150 m
2. 3 Mbit/s
 - a. na kabelu tipa TK-59 na udaljenosti od 1350 m do 2200 m
 - b. na kabelu tipa TK-00 na udaljenosti od 1150 m do 2000 m
3. 1 Mbit/s
 - a. na kabelu tipa TK-59 na udaljenosti 2200 m
 - b. na kabelu tipa TK-00 na udaljenosti 2000 m

Krajnja udaljenost do koje se može pružati širokopojasna usluga minimalne razine se ne može odrediti, a brzina prijenosa pada s udaljenosti.

6.4. Moguće interferencije i preporuke za izbjegavanje

Ključni parametar statičkog plana koji se razmatra je brzina, dok su penetracija i udaljenost vrijednosti u odnosu na koje se promatra brzina.

Na osnovu provedenih simulacija u predmetnoj Studiji mogu se definirati sljedeći zaključci u svezi utjecaja pojedinih DSL-sustava na prijenosnu brzinu ADSL-a (ADSL, ADSL2 i ADSL2+) koji radi po aneksu B (ADSL over ISDN) u dolaznom, odnosno, odlaznom smjeru komunikacije:

Dolazni smjer komunikacije:

- ADSL po aneksu A: ADSL po aneksu A (ADSL preko POTS) utječe na prijenosnu brzinu ADSL-a po aneksu B (ADSL preko ISDN-a) na isti način kao i međusobni utjecaj samih ADSL-a po aneksu B te stoga vrijede ista ograničenja.
- ISDN: Utjecaj na prijenosnu brzinu ADSL-a je zanemariv.
- HDSL2p (2 parice): Na kratkim pretplatničkim petljama ne dolazi do značajnog smanjenja prijenosne brzine ADSL-a do penetracije od 3ADSL + 1HDSL2p sustava. Svako daljnje povećanje broja ADSL-linija i HDSL2p-linija u kabelu dovodi do znatnog smanjenja prijenosne brzine ADSL-linija. Zbog boljih spektralnih karakteristika SHDSL-a od HDSL2p na pretplatničkim linijama kratke i srednje duljine preporuča se korištenje SHDSL 1p/2p sustava, do 2,304 Mbit/s, odnosno SHDSL 2p sustava do 2,048 Mbit/s na svim duljinama petlje. Na dugim pretplatničkim linijama preporuča se korištenje tehnologije SHDSL1p (1 parica, 2048 kbit/s ili 2304 kbit/s), odnosno, tehnologije SHDSL2p (2 parice, 2048 kbit/s). Razlika između prijenosnih tehnologija SHDSL1p i SHDSL2p je u širini frekvencijskog pojasa prijenosa, tj. SHDSL1p ima širi spektar prijenosa od SHDSL2p, a samim tim i veći utjecaj na prijenosnu brzinu ADSL-a u dolaznom smjeru komunikacije.
- SHDSL: Gotovo isti zaključci koji su navedeni za HDSL2p vrijede i za SHDSL1p (1 parica), s tim da se SHDSL1p, zbog boljih spektralnih karakteristika od HDSL2p, može koristiti na pretplatničkim linijama kratke i srednje duljine. Na dugim pretplatničkim petljama poželjno je koristiti SHDSL2p (2 parice) brzine do 2048 kbit/s.

- ADSL, ADSL2 i ADSL2+: preporuča se da penetracija ADSL-a u kabelu ne bude veća od 50%. Svako povećanje broja ADSL-linija u kabelu dovodi do smanjenja prijenosne brzine ADSL-a.
- Na duljinama pretplatničke petlje do 1700 m na prijenosnu brzinu ADSL-a više utjecaja imaju asimetrični sustavi (zbog preslušavanja FEXT) u odnosu na simetrične sustave, dok je na duljinama petlje iznad 1700 m više izražen utjecaj simetričnih sustava.

Odlazni smjer komunikacije:

- ADSL preko POTS: ADSL po aneksu A (ADSL preko POTS) ima značajan utjecaj na ADSL sustave po aneksu B (ADSL preko ISDN). Na odlazni smjer ADSL-a po aneksu B značajno negativno utiče dolazni smjer ADSL-a po aneksu A. Analizom ADSL-a po aneksu A i analizom međusobnog utjecaja ADSL sustava koji rade po aneksu A i aneksu B ustanovljeno je da mora doći do izmjene maske za A u dolaznom smjeru, te je potrebno smanjiti širinu PSD maske ADSL-a preko POTS po širini tj. ista bi trebala počinjati na 65. tonu (276 kHz).
- ISDN: Utjecaj na prijenosnu brzinu ADSL-a je zanemariv.
- HDSL2p (2 parice): Utjecaj HDSL2p na smanjenje prijenosne brzine ADSL-linije je jako velik iz razloga preklapanja odlaznih spektara danih tehnologija. Ovo upućuje na činjenicu da se HDSL2p može koristiti na kratkim pretplatničkim linijama, dok je na linijama veće duljine poželjno zajedno s ADSL-linijama koristiti SHDSL (1 parica ili 2 parice).
- SHDSL: Gotovo isti zaključci koji su navedeni za HDSL2p vrijede i za SHDSL1p (1 parica). Na dugim pretplatničkim petljama poželjno je koristiti SHDSL2p (2 parice), dok se na pretplatničkim linijama kratke i srednje duljine može zadržati SHDSL1p.
- ADSL, ADSL2 i ADSL2+: Smanjenje prijenosne brzine nastaje uslijed povećanja FEXT-a od danih DSL sustava. Svako povećanje broja ADSL-linija u kabelu dovodi do smanjenja prijenosne brzine ADSL-a.

7. Upravljanje paricama

Plan upravljanja paricama koji će biti izveden u nastavku temelji se na sljedećem:

1. Studiji statičkog upravljanja frekvencijskim spektrom i opsežnim simulacijama i analizama provedenim u skladu sa zahtjevima HAKOM-a za dodatnim istraživanjima
2. Specifičnim svojstvima različitih prijenosnih tehnologija
3. Različitim uvjetima s obzirom na duljinu pristupne petlje
4. Ostalim uvjetima koji proizlaze iz Statičkog plana
5. Empirijskih podataka te istraživanja i analiza provedenih u skladu sa zahtjevima HAKOM-a (u sklopu postupka istraživanja u modu rada sa smanjenom maksimalnom marginom)
6. Tipovima i konstrukciji kabela u T-Com pristupnoj mreži
7. Slične dokumente i dostupna iskustva iz drugih zemalja EU
8. Specifičnim zahtjevima HAKOM-a navedenim u poglavlju 6.1.

Plan upravljanja paricama rezultat je utjecaja svih navedenih čimbenika i predstavlja kompromis.

7.1. Kategorije usluga i brzine

S obzirom na specifičnosti hrvatskog tržišta elektroničkih komunikacija kategorije usluga (dalje u tekstu: profili) određene su po tehnologiji, duljini pristupne petlje, brzinama i potrebnoj razini ciljane SNR margine usluge.

Razdioba po tehnologijama i duljinama petlje definirana je sukladnostima tehnologija po granicama uvođenja usluge u poglavlju 6.2.

U smislu zahtjeva na brzinu i maksimalnu SNR marginu usluge su podijeljene na P1 profil brzine do 5 Mbit/s i MaxSNRM snižene vrijednosti (točnu vrijednost MaxSNRM određuje HAKOM posebnom odlukom) i P2 profil brzine preko 5 Mbit/s i MaxSNRM do 31 dB (proizvoljne vrijednosti).

1. kategorija (po linijskim brzinama i MaxSNRM) – Profil P1

| | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Dolazna (downstream, DS) | do 5 Mbit/s, MaxSNRM \leq 12 dB |
| Odlazna (upstream, US) | do 640 kbit/s |

2. kategorija (po linijskim brzinama i MaxSNRM) – Profil P2

| | |
|--------------------------|---|
| Dolazna (downstream, DS) | preko 5 Mbit/s, MaxSNRM proizvoljne vrijednosti |
| Odlazna (upstream, US) | preko 256 kbit/s |

Ovako definirane brzine u kategoriji 1 i kategoriji 2 odnose se na asimetrične prijenosne sustave i ne mijenjaju dostupnost brzina definiranih u poglavlju 6.3., a koje se temelje na Studiji, već se nalaze unutar njih na način da daju moguće vrijednosti. Konačni iznosi ostvarenih brzina ovisit će o konkretnoj kombinaciji prijenosnih sustava u osnovnoj grupi. Kombinacije prijenosnih sustava, koje su navedene u tablici pod točkom 7.4. ovog Statičkog plana, slagane su tako da, uz uvažavanje općih ograničenja i uvjeta te dostupnost brzina, pružaju što veće mogućnosti ukupnog iskorištenja bakrene pristupne mreže u skladu s tehnologijama i stanjem i razvojem hrvatskog tržišta elektroničkih komunikacija uz istovremeno zadovoljenje kvalitativnih zahtjeva za pojedine vrste usluga.

7.2. Oznake Profila

Iduća tablica daje popis profila na asimetričnim prijenosnim sustavima i njihovih oznaka.

Tablica 7.2.1.

| Naziv profila | Opis profila |
|---------------|---|
| P1 | BB usluga DS linijske brzine do 5 Mbit/s i MaxSNRM \leq 12 dB |
| P2 | BB usluga DS linijske brzine preko 5 Mbit/s i MaxSNRM proizvoljne vrijednosti |

7.3. Opća ograničenja i uvjeti

Temeljem

1. istraživanja koje je proveo Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, a rezultati kojeg su navedeni u Studiji statičkog upravljanja frekvencijskim spektrom,
2. dodatnih istraživanja i analiza međusobnih utjecaja pojedinih tehnologija,
3. dodatnih istraživanja i analiza frekvencijskog i amplitudnog modeliranja,
4. dodatnih istraživanja i analiza modeliranja korekcijom MaxSNRM,
5. dodatnih mjerenja i analiza provedenih posebno za namjenu plana upravljanja paricama
6. najnovijih spoznaja vezanih uz kvalitetu usluge od strane organizacija ITU, ETSI i DSL forum,
7. prethodnih zaključaka statičkog plana,
8. iskustva drugih operatora,

uvode se opća ograničenja i uvjeti korištenja osnovne grupe (OG):

- u istoj OG dozvoljene su maksimalno 2 parice simetričnih sustava
- dozvoljena su ukupno 2 sustava u jednoj OG u kratkoj petlji po annexu A.
- postojeće realizirano stanje u mreži se prihvaća do pojave smetnji

7.4. Shema slaganja prijenosnih sustava

U nastavku je tablicom dana osnovna shema slaganja prijenosnih sustava u osnovnoj grupi. Brojke navedene u tablici predstavljaju maksimalni dozvoljeni broj parica zauzet odgovarajućim prijenosnim sustavom (a ne dozvoljeni broj prijenosnih sustava), odgovarajuće brzine, po vrsti petlje. Navedena gustoća predstavlja očekivanu vrijednost na sredini pojedine petlje i ne daje garanciju da se može postići u svakom pojedinom slučaju.

| | KRATKA | SREDNJA | DUGA |
|---|--------|---------|------|
| Maksimalno dozvoljeni broj parica zauzetih širokopolasnim prijenosnim sustavima | 10 | 7 | 5 |
| HDSL, ≤ 1168 kbit/s | 2 | 0 | 0 |
| SHDSL, ≤ 2320 kbit/s | 2 | 2 | 0 |
| SHDSL, ≤ 1280 kbit/s | 2 | 2 | 2 |
| ADSL/ADSL2/ADSL2+ (A) P1 | 2 | 0 | 0 |
| ADSL/ADSL2/ADSL2+ (A) P2 | 2 | 0 | 0 |
| ADSL/ADSL2/ADSL2+ (A) P1 ¹ | 10 | 7 | 5 |
| ADSL/ADSL2/ADSL2+ (A) P2 ¹ | 5 | 3 | 1 |
| ADSL/ADSL2/ADSL2+ (B, M, J) P1 | 10 | 7 | 5 |
| ADSL/ADSL2/ADSL2+ (B, M, J) P2 | 5 | 3 | 1 |

¹ Spektralna maska mora biti modificirana tako da su svi potkanali u frekvencijskom opsegu od 134 kHz do 276 kHz isključeni.

U zagradi su navedeni aneksi prijenosnih sustava.

Shema slaganja prijenosnih sustava dana prethodnom tablicom usklađena je s RUO-om i preporukama iz prethodnih poglavlja Statičkog plana.

Plan upravljanja paricama se primjenjuje bez obveze primjene optimalnog popunjavanja osnovne grupe¹.

Dodatna pravila, koja reguliraju zbirno stanje vrsta usluga.

- Ukupan broj sustava po annexu A² ne može biti veći od 2.
- Ukupan broj sustava po annexu A i annexu B ne može biti veći od većeg broja sustava po nekom od tih annexa³.
- Ukupan broj sustava ne može biti veći od najvećeg dozvoljenog broja za pojedini sustav

Ograničenja na dozvoljene širokopojasne tehnologije (u skladu s točkom 4.1.2. RUO-a):

- Postojeći HDSL sustavi mogu se i dalje koristiti, neovisno o poziciji u osnovnoj grupi i duljini petlje, u skladu s prijelaznim i završnim odredbama Statičkog plana, međutim nakon 31.12.2009. ukupan broj HDSL sustava koji je u uporabi u mreži T-Coma na taj dan, ne smije se povećavati. Također, broj HDSL sustava koji je na dan 31.12.2009. u uporabi po svakom pojedinom operatoru (T-Com te svaki pojedini operator korisnik) ne smije se povećavati u odnosu na stanje na 31.12.2009.
- Aneks A – dozvoljen samo za potpuni pristup izdvojenoj lokalnoj petlji, uz modifikaciju spektra od 138 do 276 kHz u dolaznom smjeru i u skladu sa Statičkim planom.
- Aneks M – dozvoljena samo opcija M.1.3 Opcija bez preklapanja spektra iznad ISDN
- Aneks J – dozvoljena samo opcija J.1.3 Opcija bez preklapanja spektra iznad ISDN

Iz prikazane tablice vidljivo je da je ukupno dozvoljeno zauzimanje osnovne grupe u kratkoj petlji svih 10 parica, u srednjoj 7 parica, dok je u dugoj petlji to 5 parica. Pri tome najveći broj usluga je ograničen po svakoj duljini petlje, bez obzira na stanje ostalih parica u osnovnoj grupi.

¹ Kompleksnost operativne primjene i zanemariv utjecaj na kvalitetu usluge u ovakvom planu upravljanja paricama ne opravdavaju primjenu optimalnog popunjavanja osnovne kabelaške grupe.

² Annex A podrazumijeva punu širinu spektra

³ Primjer: u kratkoj petlji ne mogu biti 2 P2 po annexu A i 5 P2 po annexu B (to je ukupno 7) već ukupno 5 P2 sustava, ako su 2 od tih 5 po annexu A, onda su dozvoljena još najviše 3 P2 po annexu B.

8. Izuzeci od primjene Statičkog plana

Ovime se definiraju sljedeći izuzeci od primjene Statičkog plana:

1. Simetrični sustavi koji su u uporabi u bakrenoj pristupnoj mreži zadržat će se u mreži ukoliko ne uzrokuju interferencijske smetnje sustavima koji su u skladu s Planom. U slučaju da se dogodi interferencija, T-Com, odnosno Operator korisnik će pod određenim uvjetima zamijeniti takav sustav drugim koji je u skladu s Planom. U svakom slučaju T-Com, odnosno Operator korisnik će poduzimati razumne mjere za izbjegavanje interferencija. Sukladno tome, simetrični sustavi koji su zatečeni u mreži u trenutku donošenja Statičkog plana ostaju u primjeni dok se redovnim postupkom ne povuku iz uporabe, s time da će T-Com zaključno s 31.12.2014. godine u potpunosti ukloniti HDSL tehnologije iz pristupne mreže.
2. Postojeće stanje popunjenosti u osnovnoj grupi asimetričnih sustava koji su u uporabi u bakrenoj pristupnoj mreži zadržat će se u mreži ukoliko ne uzrokuju interferencijske smetnje sustavima koji su u skladu s Planom. U slučaju da se dogodi interferencija, T-Com, odnosno Operator korisnik će pod određenim uvjetima zamijeniti takav sustav drugim koji je u skladu s Planom. U svakom slučaju T-Com, odnosno Operator korisnik će poduzimati razumne mjere za izbjegavanje interferencija.
3. Trenutna situacija postavljanja transmisijskih sustava u osnovnoj grupi ostaje dok se ne utvrdi da je ono izravna smetnja. U tom slučaju T-Com će uložiti najbolje napore da uskladi popunjavanje osnovne grupe transmisijskim sustavima s preporukama ovoga plana.
4. VDSL2 sustavi nisu dio ovog dokumenta.

9. Prijelazne i završne odredbe

U slučajevima tehničkih smetnji uzrokovanih međusobnim djelovanjem opreme i tehnologija T-Coma i opreme i tehnologija Operatora korisnika, T-Com i Operator korisnik uložiti će najbolje napore da riješe uočeni problem u dobroj vjeri i međusobnoj suradnji te uklone uzroke tehničkih smetnji.

Način prijelaza statusa izdvojenih lokalnih petlji iz sadašnjeg u profile sukladno ovom Statičkom planu bit će definiran naknadno.

T-Com i Operatori korisnici koji koriste raspetljani okoliš sustavno će sakupljati sve relevantne podatke svih svojih DSL linija, iste statistički obrađivati te vršiti adekvatne predikcije te pravovremeno predlagati adekvatne izmjene i dopune Statičkog plana a sve u cilju efikasnijeg korištenje raspoloživog informacijskog kapaciteta postojećih pristupnih mreža u Hrvatskoj.

Ovaj Dodatak 28.18. Standardne ponude stupa na snagu i počinje se primjenjivati po isteku šest (6) mjeseci od dana objave.