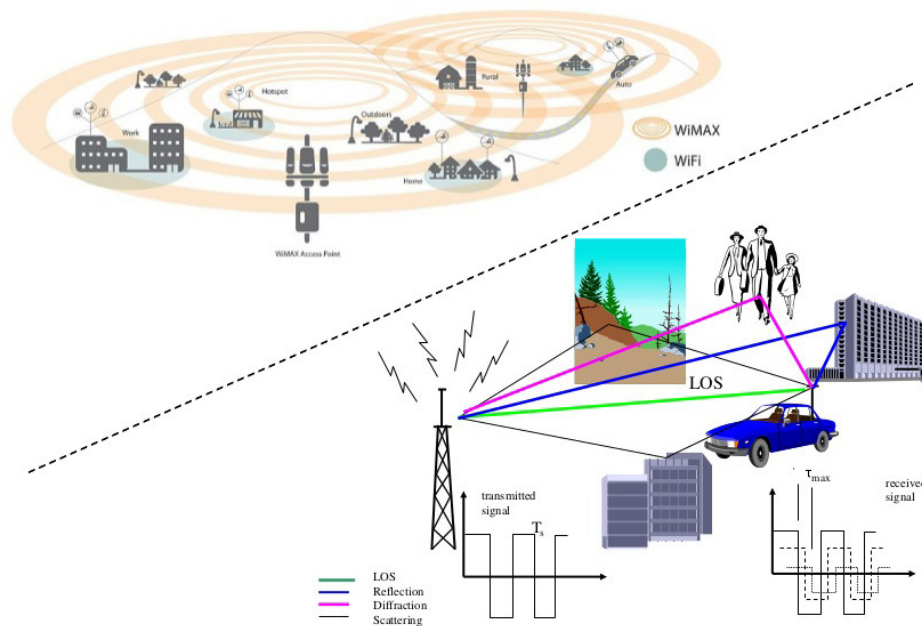
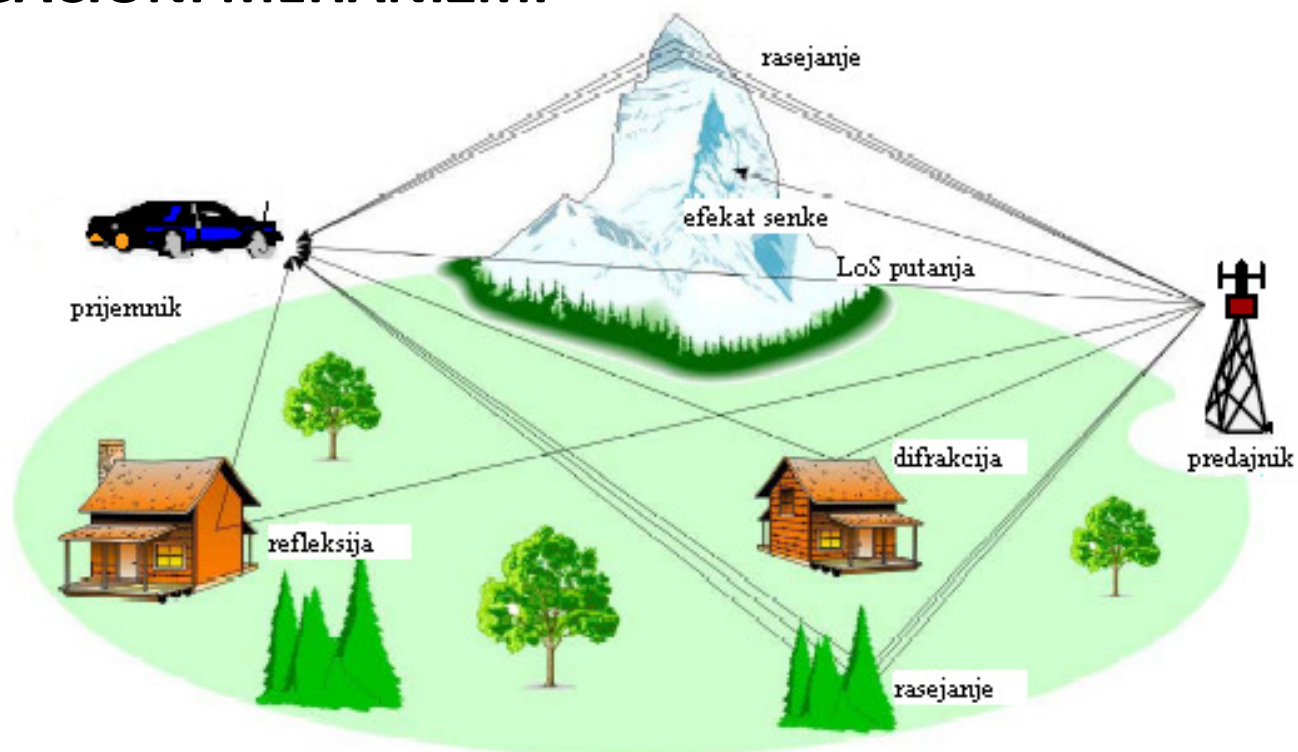


Bežični TK sistemi

Propagacija EM talasa – II deo



PROPAGACIONI MEHANIZMI



Ilustracija prostiranja signala po više putanja i efekta senke u tipičnom bežičnom telekomunikacionom sistemu

FEDING

prostiranje signala po više putanja ili višepropagacioni efekat (*mulipath propagation*)



veliki broj replika (kopija) emitovanog signala različitog slabljenja i faznog pomeraja

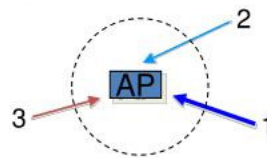


superpozicijom do rezultujućeg signala

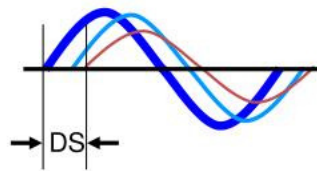


brzi feding (feding)

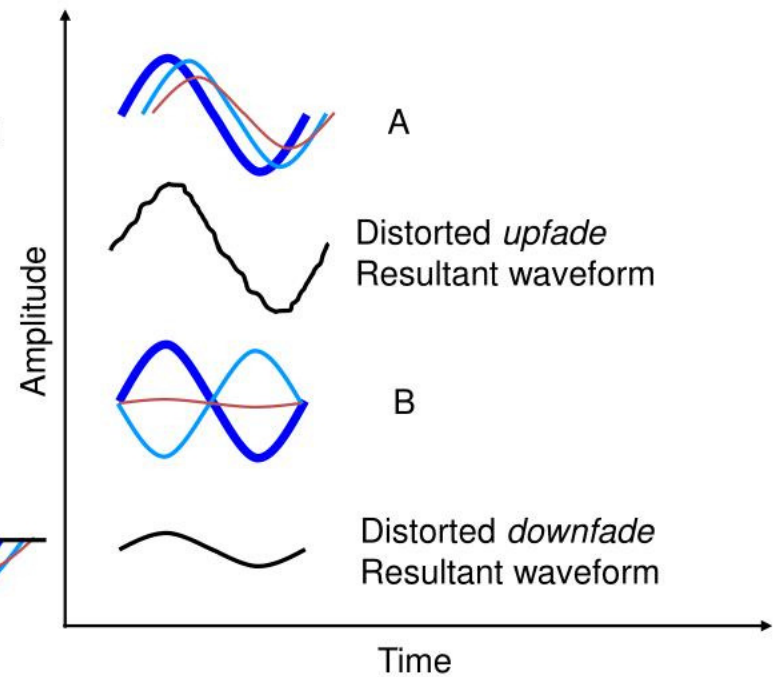
- Ako su dva signala, koja stižu u prijemnik, u fazi, onda se signal pojačava (tzv. **upfade**).



- Ako dva talasa koja stignu u prijemnik nisu u fazi, slabi ukupni signal. Lokacija na kojoj se signal poništava kao posljedica multipath-a naziva se **downfade**.



Multipath Wave forms



Modelovanje anvelope signala u kanalu sa brzim fadingom

- U zavisnosti od propagacionog okruženja razvijen je veći broj modela koji opisuju statističko ponašanje anvelope signala. Najčešće korišćeni su:
 1. **Rejljev**
 2. **Rajsov**
 3. **Nakagami- m**
 4. **Vejbulov model.**

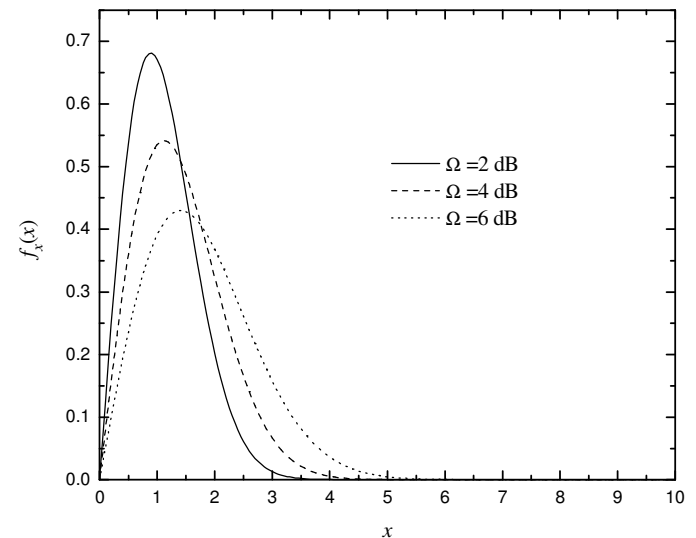
Modelovanje anvelope signala u kanalu sa brzim fedingom

1. Rejljev raspodela se koristi za modelovanje fedinga u okruženjima gde **ne postoji linija optičke vidljivosti** između predajnika i prijemnika. Ova raspodela je pogodna za opis komunikacionih kanala u **urbanim sredinama** kao što su gradska područja sa visokim zgradama.

Funkcija gustine verovatnoće (PDF-*probability density function*) anvelope signala x

$$f_x(x) = \frac{2x}{\Omega} \exp\left(-\frac{x^2}{\Omega}\right), \quad x \geq 0$$

Ω - srednja snaga signala



Modelovanje anvelope signala u kanalu sa brzim fedingom

2. Rajsov model se koristi za opisivanje fedinga u slučajevima kada između predajnika i prijemnika **postoji linija optičke vidljivosti**, odnosno kada na mestu prijema postoji jedna jako izražena komponenta koja odgovara upravo liniji optičke vidljivosti i mnoštvo slučajnih slabijih komponenti.

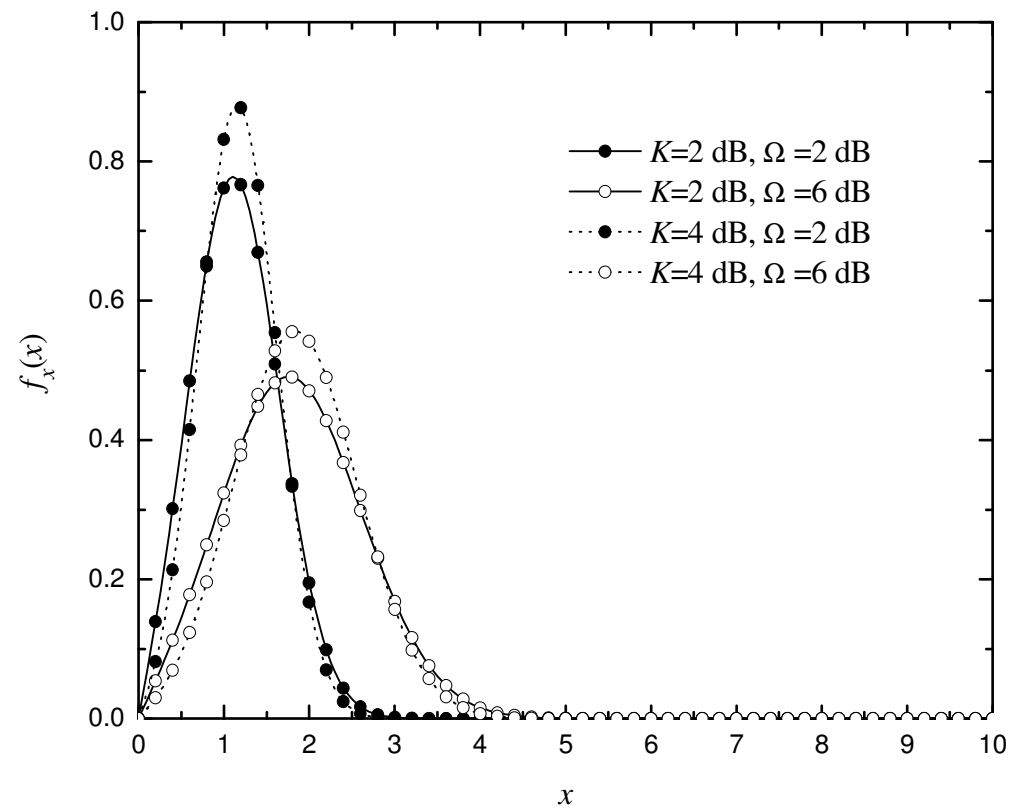
Ovaj model se koristi za opisivanje zemaljskih mobilnih kanala u predgrađima i **ruralnim sredinama i mobilnih satelitskih kanala**.

Funkcija gustine verovatnoće

$$f_x(x) = \frac{2(1+K)\exp(-K)x}{\Omega} \exp\left(-\frac{(1+K)x^2}{\Omega}\right) I_0\left(2x\sqrt{\frac{K(1+K)}{\Omega}}\right), \quad x \geq 0$$

$I_0(\cdot)$ - modifikovana Beselova funkcija prve vrste i nultog reda

K Rajsov faktor koji definiše odnos snage dominantne komponente i snage rasejanih komponenti. Rajsov faktor uzima vrednosti od 0 (Rajsov feding se svodi na Rejljev) do ∞ (u kanalu nema fedinga)



Rajsova raspodela za različite vrednosti Rajsovog faktora i srednje snage signala

Modelovanje anvelope signala u kanalu sa brzim fedingom

3. Zahvaljujući lakoj manipulaciji i širokom opsegu primenljivosti, **pre svega u mobilnim zemaljskim bežičnim sistemima**, Nakagami- m raspodela je našla široku primenu u teoriji telekomunikacija

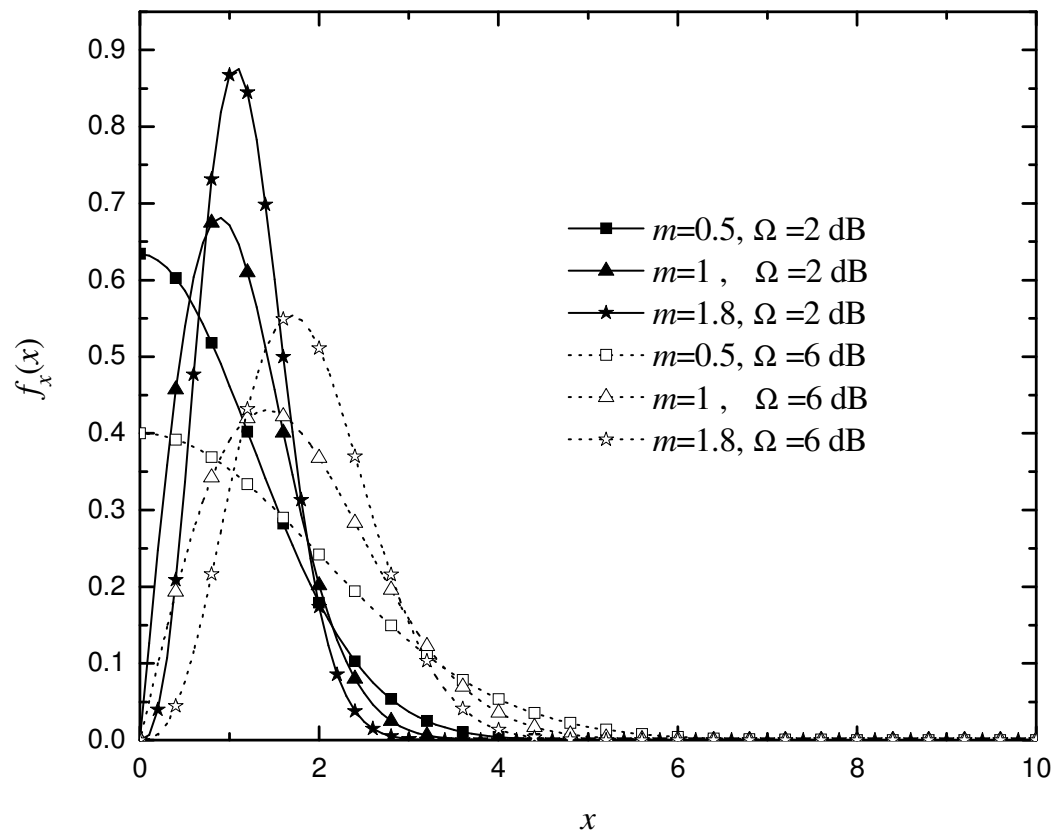
Funkcija gustine verovatnoće

$$f_x(x) = \frac{2m^m x^{2m-1}}{\Omega^m \Gamma(m)} \exp\left(-\frac{mx^2}{\Omega}\right), \quad x \geq 0$$

$\Gamma(\cdot)$ - gama funkcija

m - Nakagami parametar koji opisuje oštrinu fedinga ($m \geq 0.5$).

Sa porastom parametra m oštrina fedinga se smanjuje. Nakagami- m raspodela se može svesti na Rejljevu raspodelu kada je $m=1$ i na jednostranu Gausovu raspodelu za $m=0.5$



Nakagami- m raspodela za različite vrednosti srednje snage i oštine fedinga

Modelovanje anvelope signala u kanalu sa brzim fedingom

4. Vejbulova raspodela pokazuje dobro slaganje sa eksperimentalno dobijenim rezultatima u zemaljskim bežičnim sistemima i u unutrašnjoj i u spoljašnjoj sredini.

Funkcija gustine verovatnoće (PDF-probability density function) anvelope signala x

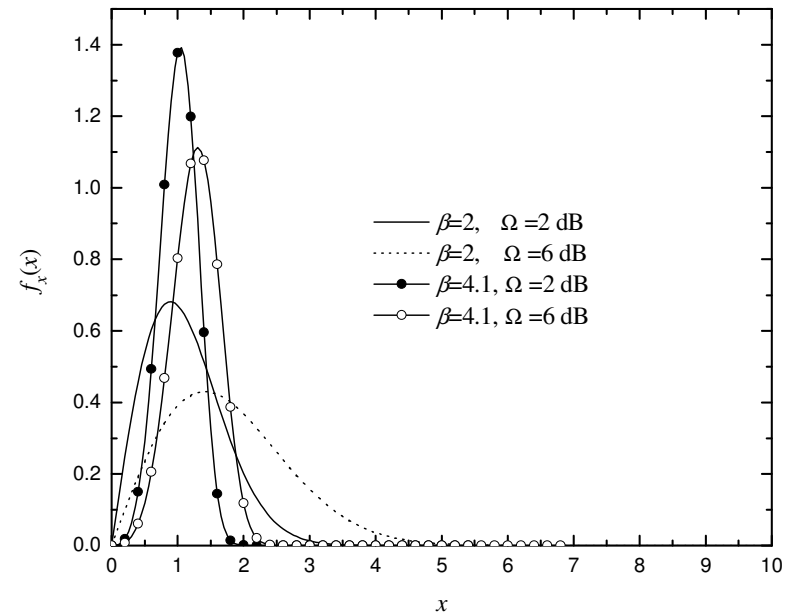
$$f_x(x) = \frac{\beta x^{\beta-1}}{\Omega} \exp\left(-\frac{x^\beta}{\Omega}\right), \quad x \geq 0$$

β - Vejbulov feding parametar, oštrinu fedinga ($\beta > 0$)

Kada vrednost parametra β raste,

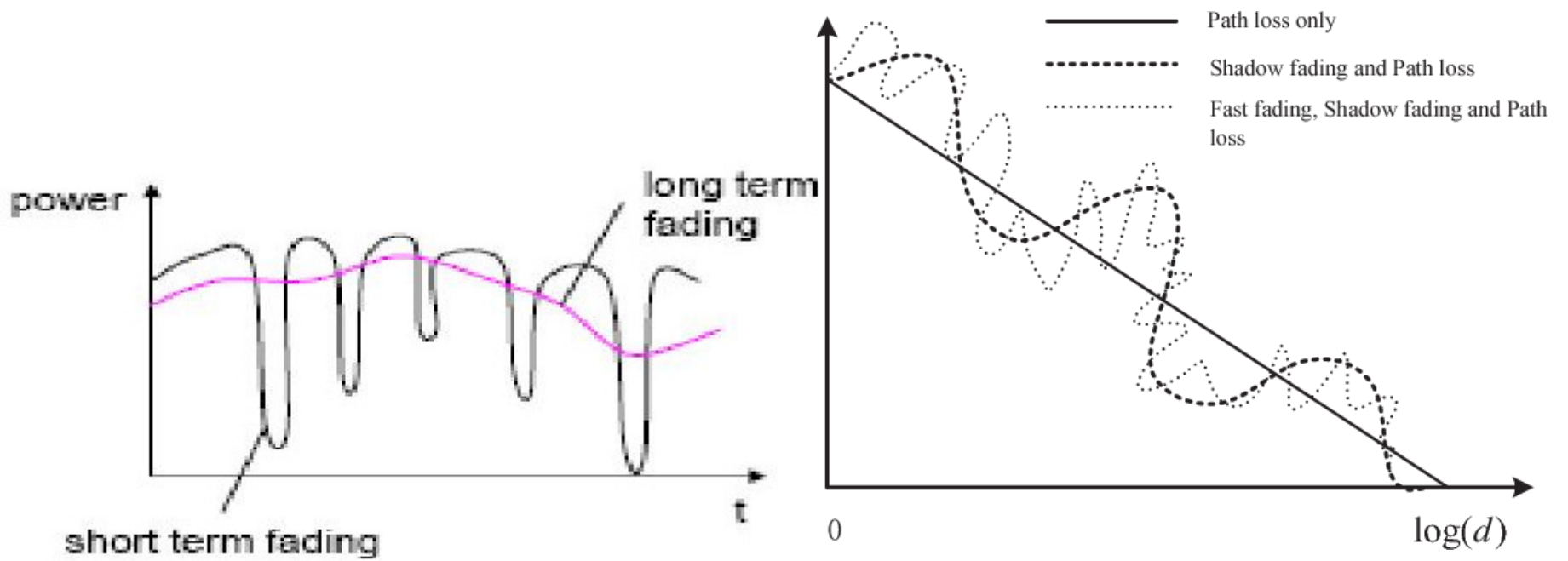
oštrina fedinga opada, dok se za $\beta=2$

Vejbulova raspodela svodi na Rejljevu



Efekat senke (Spori feding)

- Pored brzog fedinga (*short-term*), pri bežičnom prenosu prisutan je i spori feding (efekat senke – *long-term*) koji je posledica devijacije terena i velikih prepreka izmedju predajnika i prijemnika (drveće, zgrade...) koji apsorbuju snagu signala što može dovesti i do potpunog blokiranja signala.
- Usled ovog efekta i srednja snaga signala je promenljiva u vremenu Ω .
- Bežični komunikacioni kanali izloženi uticaju i brzog i sporog fedinga nazivaju se **kompozitni kanali**.



Ilustracija brzog i sporog fedinga

Modelovanje efekta senke

- Najčešće se u literaturi za opisivanje varijacija srednje snage signala koriste lognormalni i gama model.

1. Lognormalna funkcija gustine verovatnoće srednje snage

$$f_{\Omega}(\Omega) = \frac{\alpha}{\Omega\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{(10\log\Omega - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

$$\alpha = 10/\ln 10 = 4.3429$$

μ i σ predstavljaju srednju vrednost i

standardnu devijaciju u decibelima od $10\log\Omega$

Modelovanje efekta senke

2. Gamma funkcija gustine verovatnoće srednje snage

$$f_{\Omega}(\Omega) = \frac{\Omega^{c-1} \exp\left(-\frac{\Omega}{\Omega_0}\right)}{\Gamma(c) \Omega_0^c}$$

Ω_0 - srednja vrednost slučajnog procesa

c - predstavlja red gama funkcije i određuje oštrinu senke.

Manje vrednosti parametra c označavaju postojanje jačeg efekta senke, dok se vrednošću $c \rightarrow \infty$ opisuje kanal koji nije izložen uticaju senke.

DIVERZITI TEHNIKE

Cilj: povećati pouzdanost komunikacija u bežičnim sistemima

1. Povećati predajnu snagu, tj. snagu napajanja i dimenzije terminala
2. Diverziti tehnika

2.1. frekvencijski

2.2. vremenski

2.3. polarizacionu

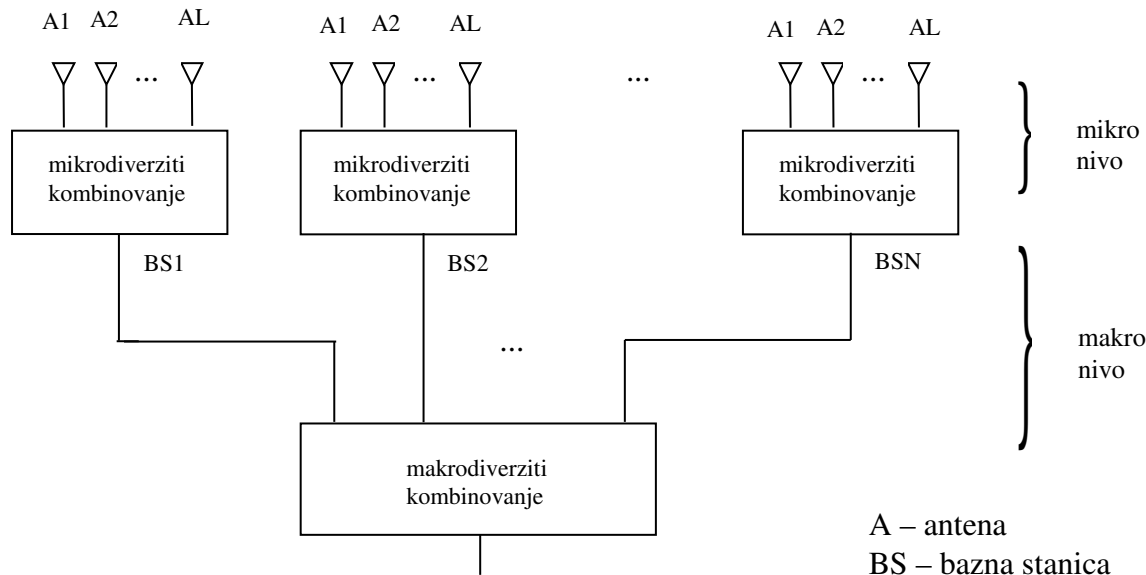
2.4. ugaoni

2.5. prostorni



DIVERZITI TEHNIKE

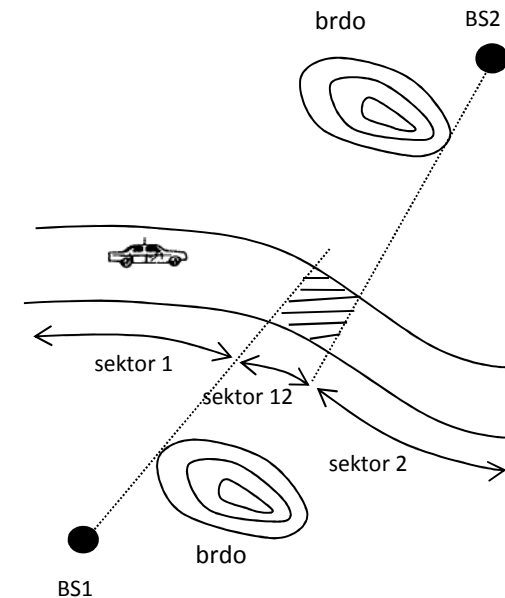
U zavisnosti od nivoa na kojem se ostvaruje, razlikuje se **mikrodiverziti** i **makrodiverziti**. Mikrodiverziti smanjuje uticaj brzog fedinga, a makrodiverziti smanjuje uticaj senke.



Blok šema mikrodiverzita L -tog
i
makrodiverzita N -tog reda

DIVERZITI TEHNIKE

- Makrodiverziti realizovan dvema identičnim baznim stanicama (BS1 i BS2) kojima se smanjuje uticaj senke nastao usled konfiguracije terena
- Na delu puta označen kao “sektor 1”, mobilna jedinica ostvaruje komunikaciju preko BS1, dok se na “sektoru 2” komunikacija ostvaruje preko BS2. Deo puta označen kao “sektor 12” je pod senkom. U tom slučaju se najčešće vrši tzv. makrodiverzitska selekcija kod koje se selektuje signal (dobijen primenom neke od mikrodiverziti tehnika) sa one bazne stanice kod koje je srednji SNR veći.



Srećno!

Konsultacije

e-mail: nikola.sekulovic@vtsnis.edu.rs

