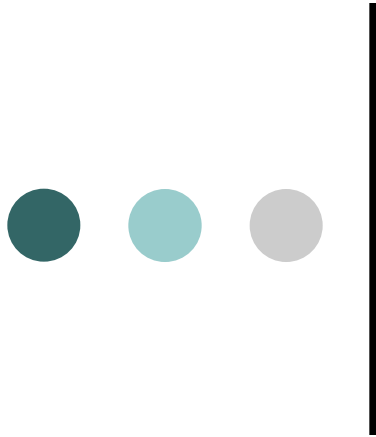


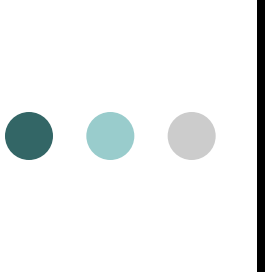
Multimedijalno inženjerstvo – master strukovne studije



Digitalni komunikacioni sistemi: **Lekcija 1: Uvod**

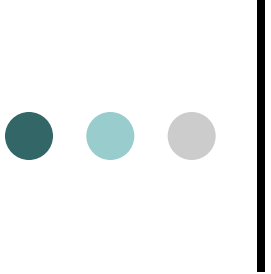
zima 2018/2019

Branimir M. Trenkić



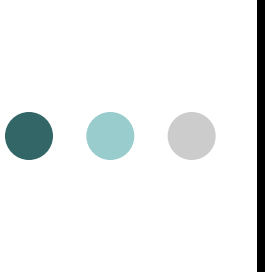
O meni

- **Branimir M. Trenkić**
- Doktor tehničkih nauka, oblast – računarske i telekomunikacione mreže
- Profesor strukovnih studija
- e-mail: btrenkic@viser.edu.rs
- Molim da subject- linija Vašeg email-a počinje sa kodom ***DKS19***



O predmetu....

- ***I godina MIN***, semestar – I (zimski)
- Status predmeta: ***izborni***
- ESPB bodova - **8**
- Šifra predmeta - **3173021**
- Obim: **3+0+2** časa nedeljno
- Termin:
 - ***Predavanja***: utorak 16:00 – 18:30, (106)



Literatura

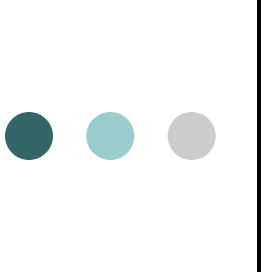
Materijali (prezentacije) sa predavanja (u pdf-formatu) – na sajtu predmeta

Dodatni materijali u elektronskoj verziji – na sajtu predmeta

B. Forouzan, *"Data Communications and Networking"*, Fifth Edition, Mc Graw Hill, 2013

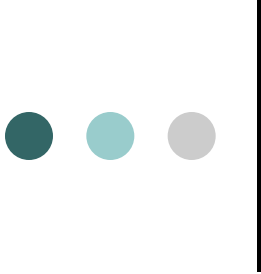
A. Tanenbaum, *"Computer Networks"*, Fifth Edition, Prentice Hall, 2011

V. Vasiljević, *"Računarske mreže"*, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, 2007



Način polaganja

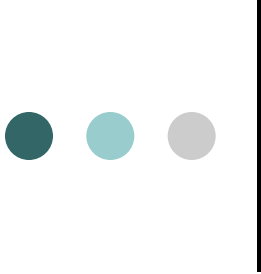
- ***Predispitne obaveze***
 - Redovno pohađanje nastave (nije obavezno ali ***utiče na konačnu ocenu kroz aktivnost!***) (10 bodova)
 - Odbrana vežbi (40 bodova)
 - Kolokvijum (*I + II*) (2 x 25 bodova)
- ***Ko ispuni sve predispitne obaveze (> 50 bodova) – ne polaže ispit!***



Način polaganja

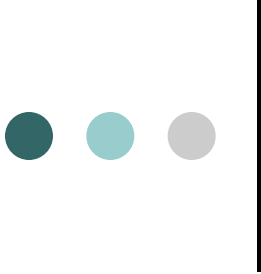
o *Ispit*

- ***Pismeni*** način polaganja
 - esejska pitanja + jednostavni problemi
- U januaru samo onaj ***deo koji nije položen!***
- Nakon toga, na ispitu se polaže ceo ispitni materijal



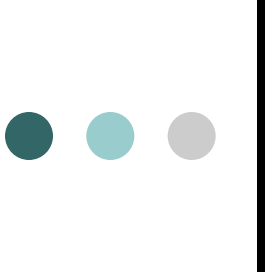
Značaj komunikacija

- ***Mogućnost*** isporuke i ***razmene informacija*** preko svetskih komunikacionih mreža značajno je ***uticala na promenu ponašanja ljudi***
- To je ***dovelo do fundamentalnih promena*** u ponašanju ljudi (načinu na koji ljudi rade, zabavljaju se, žive.....)
- Na prelazu u novi vek, U.S. Nacionalna Inženjerska Akademija napravila je ***listu 20 tehnologija*** koje su imale ***najveći uticaj na društvo u XX veku***



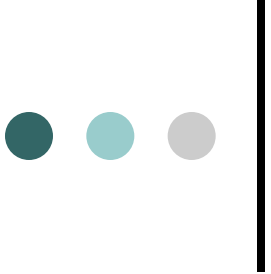
Značaj komunikacija

- Ova lista obuhvata **tehnološke inovacije** koje su **iz korena menjale način života**, kao što su: elektrifikacija, automobili, avioni,...
- Njima su pridružene i **4 tehnologije iz oblasti komunikacija**
 - radio i televizija,
 - telefon,
 - Internet i
 - računari



Bitovi, signali i paketi

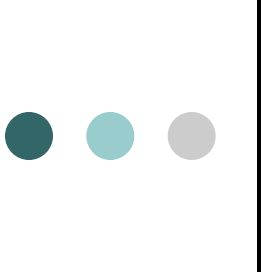
- Donekle iznenađujuće, ***Internet sa našao na 13. mestu***
 - To je tehnologija razvijena tek u drugom delu veka
 - Smatra se da će najznačajniji uticaj Interneta biti tek u XXI veku
- Posmatrajući prvu dekadu ovog veka, taj stav zvuči potpuno ispravno



Značaj komunikacija

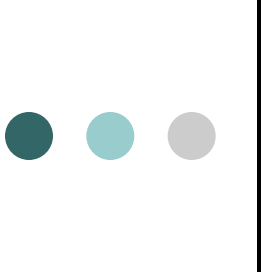
- *U ovom veku:*
- Sveobuhvatno **širenje bežičnih mreža** i mobilnih uređaja
- Nastanak i ekspanzija **društvenih mreža**
- Sposobnost **komuniciranja bilo kada i sa bilo kog mesta**

Fundamentalno menjaju načine organizovanja društva u celini!



Značaj komunikacija

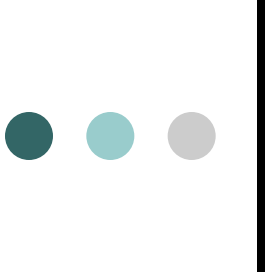
- Komunikacije su osnova našeg modernog postojanja
- Teško je sada i zamisliti **život bez Interneta** i **njegovih servisa** kao i bez umreženih **mobilnih uređaja**
- Početkom **2011**, u svetu je bilo aktivno **preko 5 milijardi** mobilnih telefona, preko milijardu sa širokopojasnim pristupom
 - To je više nego što je u to vreme bilo ljudi kojima je bila dostupna električna energija, cipele ili četkica za zube



Cilj predmeta

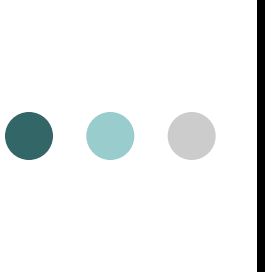
„Kako savremeni komunikacioni sistemi rade?“

- Ovo pitanje вреди studirati iz **dva razloga**
 1. Da razumemo **ključne principe** funkcionisanja i **osnovne tehnike** koje se koriste u komunikacijama
 2. S obzirom da se **tehničke ideje u okviru komunikacionih sistema**, pojavljuju i u drugim oblastima, računarske nauke (**CS**) i elektrotehnika (**EE**), **proučavanje komunikacionih sistema** pruža odličan kontekst za uvođenje **koncepata koji su široko primenjivi**



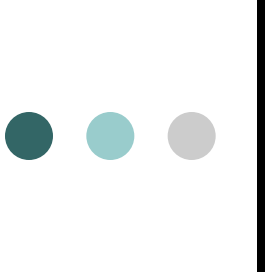
Cilj predmeta

- „Tradicionalno, i u edukativnom i u istraživačkom smislu **“komunikacije nižeg nivoa”** se razmatraju **u okviru EE polja** pokrivajući, pre svega, pitanje samog **fizičkog prenosa preko/kroz jedan komunikacioni kanal**
- Na sličan način, **“umrežavanje”** se uglavnom tretira **kroz CS polje**, pokrivajući uglavnom pitanja **izgradnje računarske mreže** sačinjene od više linkova



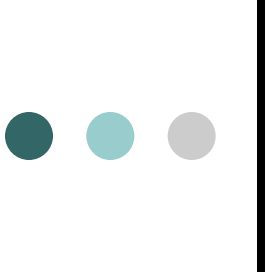
Cilj predmeta

- ***Većina tradicionalnih kurseva*** u oblasti digitalnih komunikacija ***retko obrađuju pitanja logičke strukture komunikacionih mreža***
- S druge strane, kursevi u oblasti računarskih mreža tretiraju ***prenos preko fizičkog linka kao crnu kutiju***
- Ova podela je jedan od načina ***kako savladati*** ovako ***složenu tematiku***
- **Rezultat** - veliki broj ljudi poseduje značajno neznanje u jednoj od ove dve oblasti, dok je mali broj eksperata za oba aspekta problema



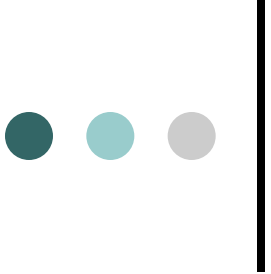
Cilj predmeta

- Naš cilj:
- Sticanje znanja o važnim detaljima ***oba aspekta (EE i CS)*** digitalnih komunikacija
- Poseban osvrt na razumevanje **kako različite apstrakcije** omogućuju ***izgradnju i modifikaciju različitih delova sistema bez detaljnog razumevanja*** šta se dešava u drugim delovima sistema



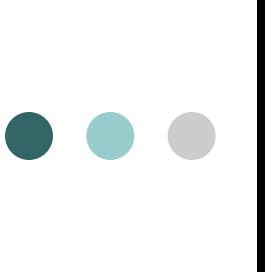
Cilj predmeta

- Kurs pokriva sve elemente komunikacionog sistema
- **Izvor** - koji poseduje **informaciju** koju želi da pošalje
- **Paketi** - u koje se deli poruka kako bi bila preneti preko komunikacione mreže,
- **Bitovi** - čije vrednosti mogu biti “0” ili “1”
- **Signali** - koji su u obliku talasa koji se prostiru kroz prenosni medijum (žičani, radio, optički,...).



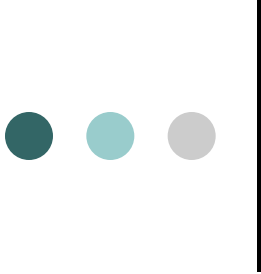
Cilj predmeta

- Govorićemo o **širokom spektru** komunikacionih **sistema (mreža)**
 - Najjednostavnije sa ***namenskim poin-to-point linkova***
 - Mreža sa ***deljenim prenosnim medijumom***
 - Skup komunikacionih stanica koji za prenos dele jedinstveni fizički prenosni medijum
 - ***Velikih*** komunikacionih ***mreža*** koje se same sastoje od drugih mreža



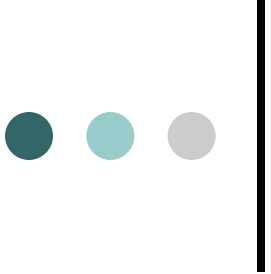
Cilj predmeta

- **Tri fundamentalne načela** čine **suštinu svih digitalnih komunikacionih sistema**:
 - **Pouzdanost prenosa**,
 - **Deljenje komunikacionih resursa** i
 - **Proširljivost** komunikacionog sistema
- Kurs će se uglavnom bazirati na **prve dve teme**



Digitalni komunikacioni sistemi

- fundamentalna načela -
 - pouzdanost prenosa -
 - deljenje resursa -

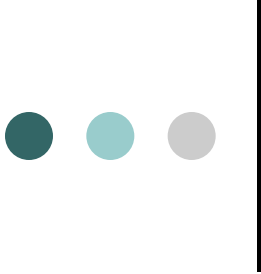


Pouzdanost prenosa

- ***Veliki broj faktora*** svojim delovanjem ***čine komunikaciju nepouzdanom***
- Mi ćemo analizirati ***različite tehnike koje poboljšavaju pouzdanost***
- Zajednički imenioc svih tehnika je **redudantnost**
- Pravilo:
“Primena principa redundantnosti na kreativan i efikasan način - omogućuje ***pouzdana korišćenje nepouzdatih komponenti***”

Pouzdanost prenosa

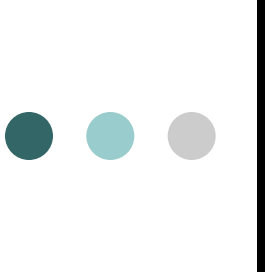
- **Primarni zadatak**: - **Prevazilaženje** širokog spektra **grešaka** i **poremećaja** u radu sistema
 - **Greške koje narušavaju i izobličuju signale** dovodeći do **grešaka u prenosu bitova**
 - Gausov šum i
 - Interferencija
 - **Gubitak paketa** izazvanih **bitskim greškama koje nisu korigovane**, preopterećenjem bafera ili greškama u softveru ili funkcionisanju linka
- Svi ti problem degradiraju komunikacioni kvalitet



Pouzdanost prenosa

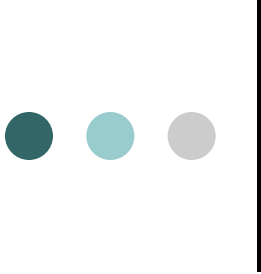
pouzdanost vs. brzina (propusnost)

- Neće samo ***pouzdanost*** biti u sferi našeg interesovanja već će to biti i ***brzina prenosa***
- Naime, većina tehnika koje ***poboljšavaju pouzdanost*** prenosa se baziraju na nekom obliku redundantnosti - koje ***redukuju brzinu prenosa*** (propusnu moć sistema)
- Vrlo značajno za većinu komunikacionih sistema je doći do ***kompromisnog rešenja***



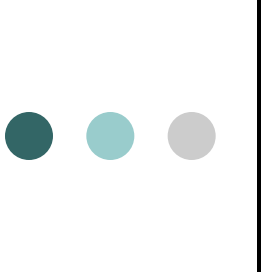
Pouzdanost prenosa

- **Brzina komunikacija** se vremenom rapidno povećala
- **U ranim 80-tim**, ljudi su se **povezivali na Internet preko telefonske linije** što je omogućavalo prenos **nekoliko kilobita u sekundi**
- **Danas** su brzine od **100 Mb/s** preko **bežičnih linkova** na laptopu i **1-10Gb/s** za **kablovske linkove** su uobičajne brzine



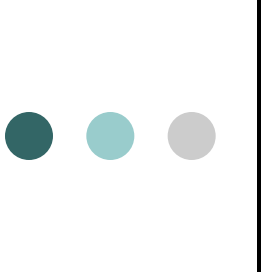
Pouzdanost prenosa

- Mi ćemo razviti dobre alate za razumevanje
 - **“Zašto je prenos nepouzdan?”**
 - **“Kako prevazići problem u tom polju?”**
- Tehnike koje se koriste su:
 1. **Retransmisioni protokoli** za oporavak od gubitaka paketa u prenosu iz različitih razloga
 2. Pouzdani **protokoli rutiranja** za nalaženje alternativnih putanja u mreži kako bi se premostio problem ispada iz rada linka ili stanice



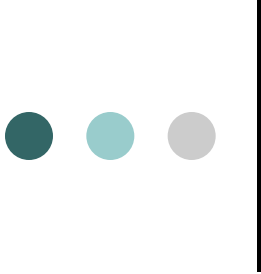
Deljenje komunikacionih resursa

- Komunikacione mreže u kojima je ***svaki par stanica povezan pomoću namenskog linka*** biće ***veoma skupo rešenje*** za mreže bilo koje veličine
- ***Deljenje komunikacionih resursa*** u mreži je ***neizbežno*** jer resursi nisu jeftini



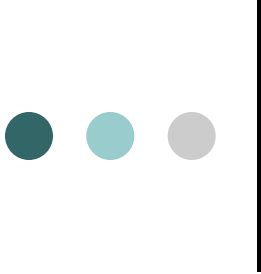
Deljenje komunikacionih resursa

- Mi ćemo analizirati kako se:
 - Deli *point-to-point link prenosni medijum*
 - Raspodeljuje *multi-point link* (deljeni medijum, *single-hop mreža*)
 - Deli *cela (multi-hop) mreža* između više veza (konekcija)



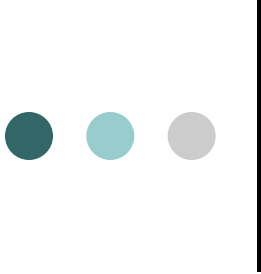
Deljenje komunikacionih resursa

- Govorićemo o metodama za deljenje zajedničkog prenosnog medijuma između povezanih stanica (u *single-hop* mrežama)
- Ovaj ***problem je veoma rasprostranjen***
 - Kablovske (žičane) mreže
 - Broadcast ***Ethernet***,
 - Bežične tehnologije
 - Bežične lokalne mreže (***802.11*** ili WiFi),
 - Mobilne mreže podataka (3G, 4G)
 - ²⁷Satelitske mreže



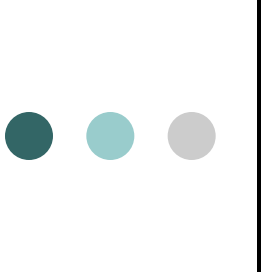
Deljenje komunikacionih resursa

- Govorićemo (na vežbama) o tehnikama **modulacije i demodulacije signala**, koje omogućuju **prenos signala na različitim prenosnim frekvencijama**
- Na taj način se omogućuje da **više veza dele zajednički prenosni medijum** tako što svaka veza koristi drugu prenosnu frekvenciju



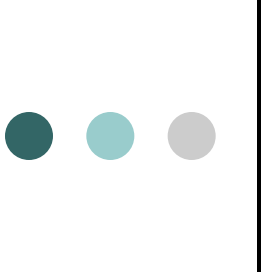
Deljenje komunikacionih resursa

- Govorićemo o **MAC (Medium access control) protokolima**, koji uspostavljaju pravila **kako se stanice moraju ponašati i reagovati** u mreži – oponašajući:
 - **Raspodele vremena** (*time sharing*)
 - ili
 - **Raspodele frekvencija** (*frequency sharing*)



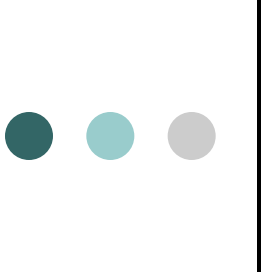
Deljenje komunikacionih resursa

- **Raspodele vremena** (*time sharing*)
 - svaka stanica dobija određeni vremenski interval ekskluzivnog korišćenja prenosnog medijuma
- **Raspodele frekvencija** (*frequency sharing*)
 - prenosni opseg se deli među stanicama tako da se svaki podopseg dodeljuje određenoj stanici i na taj način se omogućava **paralelni rad** bez interferencije



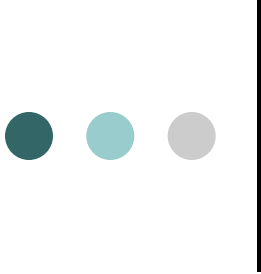
Deljenje komunikacionih resursa

- Posebano ćemo govoriti **o deljenju resursa u složenim (multi-hop) mrežama**
- U tim mrežama, **većem broju istovremenih veza između različitih stanica** je omogućeno da **dele iste linkove**
- Moguća je komunikacija između različitih entiteta a sve one da se odvijaju preko istih fizičkih linkova



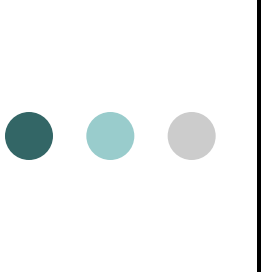
Deljenje komunikacionih resursa

- ***Takav način deljenja*** je upravljan od strane posebnih stanica u mreži koje se nazivaju – ***komutatori***
- Multi-hop mrežama se ***upravlja na distribuirani način*** - ***bez*** ikakve ***centralizovane kontrole***



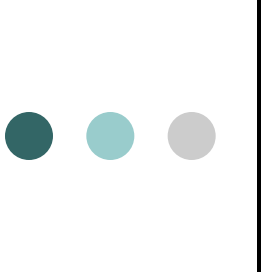
Deljenje komunikacionih resursa

- **Pitanja** na koja ćemo dati odgovore su:
- ***“Kako više istovremenih veza između različitih stanica dele mrežu?”***
- ***“Kako se poruke prenose od jedne tačke do druge u mreži?”***
- ***“Kako se može na pouzdan način komunicirati kroz multi-hop mrežu (za razliku od jednog linka ili deljenog prenosnog medijuma)?”***



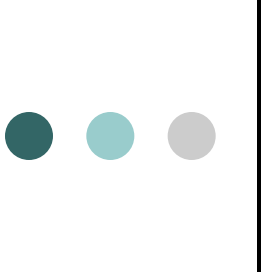
Deljenje komunikacionih resursa

- Tehnike koje se koriste u cilju ***deljenja mreže*** i ***dostizanja pouzdanog prenosa*** – određuju **efikasnost komunikacione mreže**
- U principu, ***pitanje efikasnosti*** se može posmatrati na više načina:
 - ***Minimiziranje kapitalnih troškova***
 - ***Smanjivanje troškova maksimiziranjem „korisnog rada“***



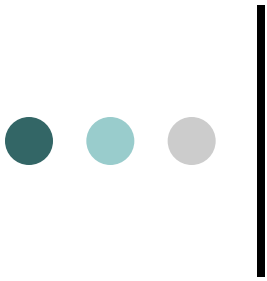
Deljenje komunikacionih resursa

- Prvi pristup je **da se minimiziraju**:
 - a) **Kapitalni troškovi** (hardverski uređaji, softver, cene linkova) i
 - b) **Operacionalni troškovi** (ljudi, troškovi zakupa)
- izgradnje i eksploatacije mreže koja ispunjava postavljene zahteve** (kao što su broj povezanih uređaja, nivo performansi i pouzdanosti,...).



Deljenje komunikacionih resursa

- Drugi pristup je ***smanjiti troškove maksimiziranjem „korisnog rada“*** u funkcionisanju mreže
- ***„Koristan rad“*** se može ***meriti***, na primer, ***kroz***
 - ***Zbirnu propusnost*** (merena u b/s ili Mb/s) ostvarenu sa različitim vezama
 - ***Varijacijom*** te ***propusnosti*** između grupe stanica
 - ***Prosečnim kašnjenjem*** (merenim, najčešće, u milisekundama) koje se dostiže u prenosu podataka



Komunikacione mreže

- formiranje i načela -
- deljenje resursa i komutatori -