

**ISPITNA PITANJA**  
kolegija RAČUNALNE MREŽE - sveučilišni studij  
PO SUSTAVU ISPITIVANJA PREMA BOLONJSKOJ DEKLARACIJI

Iz svakog ispitnog pitanja zada se jedno potpitanje. Na svako potpitanje odgovor mora biti pozitivno ocijenjen.  
Ukupno kandidat treba postići 10 bodova od mogućih 20 za svaku trećinu gradiva.

**I. PITANJA PRVE TREĆINE GRADIVA**

**1. RAZVOJ PRIJENOSA PODATAKA**

1.1. Razvoj telekomunikacijskih sustava

- telegraf, telefon, telefonske mreže
- povezivanje telefonskih centrala
- standardni telefonski kanal, prospajanje
- značaj telefonskih mreža

1.2. Informacijski volumen i prijenos podataka

- sustav s niskim propustom, broj razina,
- brzina prijenosa (kapacitet)
- paralelni i serijski prijenos
- izvedeni kanali

1.3. Telegrafske mreže

- problem kodiranja, koncentrirani i redundantni kod
- problem prijenosa: asinkroni serijski prijenos
- teleks mreža i mreža s prospajanjem poruka
- kodiranje znakova

**2. RAZVOJ TERMINALSKIH MREŽA**

2.1. Razvoj centralnih računala

- upravljanje konzolom i terminalom
- lokalni i daljinski unos poslova (RJE)
- lokalni i daljinski interaktivni rad

2.2. Terminalske mreže

- korištenje telefonskih kanala
- povezivanje više terminala
- prijenos podataka telefonskim kanalom

2.3. Jednospojno povezivanje

- definirati jednospojno povezivanje
- opisati rad terminala

2.4. Višespojno povezivanje

- definirati višespojno povezivanje
- opisati rad terminala

**3. RAZVOJ MREŽNIH ARHITEKTURA**

3.1. Privatne arhitekture

- motivacija
- zatvorenost
- najpoznatije arhitekture

3.2. Javne arhitekture

- javne mreže s prospajanjem kanala
- javne mreže s prospajanjem paketa
- razvoj IDN-ISDN-STM

3.3. ARPANet i Internet

- osnovna arhitektura ARPANet
- osnovna arhitektura Internet
- usporedba s ISO/OSI arhitekturom

#### 4. OPĆA SVOJSTVA RAČUNALNIH MREŽA

- 4.1. Sistematizacija mreža prema elementima i topologiji
  - mreže prema elementima
  - mreže prema topologiji
- 4.2. Sistematizacija mreža prema uslugama, vlasništvu i području
  - mreže prema načinu korištenja usluga
  - mreže prema vlasništvu
  - mreže prema području
- 4.3. Prospajanje kanala
  - svojstva, uspostava i raskid veze
  - kašnjenje i kvaliteta kanala
- 4.4. Prospajanje poruka
  - svojstva
  - vremensko-prostorni dijagram
  - primjena u prijenosu podataka
- 4.5. Prospajanje paketa
  - svojstva
  - usmjeravanje i prosljeđivanje
  - vremensko-prostorni dijagram
  - primjena u prijenosu podataka
- 4.6. Prospajanje u ATM mreži
  - svojstva
  - opis ćelije ATM mreže
  - način prospajanja

#### 5. ELEMENTI RAČUNALNIH MREŽA

- 5.1. Kanali računalnih mreža
  - vodovi
  - optičke niti
  - elektromagnetska zračenja
- 5.2. Osnovni i izvedeni kanali
  - osnovni kanali
  - izvedeni kanali
  - načini i uređaji višestrukog korištenja
- 5.3. Karakteristike kanala
  - kapacitet kanala
  - sinkronizacija
  - smjer prijenosa
- 5.4. Čvorišta i terminali računalnih mreža
  - navesti poimence čvorišta i opisati njihovu funkciju
  - definirati terminal mreže

#### 6. SLOJEVITI HIJERARHIJSKI SUSTAVI

- 6.1. Koncept razine, protokola i sučelja
  - motivacija
  - skica hijerarhijskog sustava
  - koncept protokola i koncept sučelja
  - standardizacija
- 6.2. Koncept zaglavlja i umetanje
  - definirati zaglavlje
  - definirati PDU, SDU
  - umetanje PDU, SDU na prijemu i predaji
- 6.3. Jedinica informacije i fragmentacija
  - jedinice informacije po razinama
  - fragmentacija, segmentacija i P/S pretvorba
  - strategija fragmentacije, MSS, MTU
- 6.4. Referentna ISO-OSI arhitektura
  - definicija ISO-OSI arhitekture
  - opis pojedinih razina
  - skica čvorišta obzirom na razine

## 7. KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI

### 7.1. Svojstva protokola

- definicija komunicirajućeg procesa i protokola
- značaj i provođenje standardizacije
- vanjska i unutrašnja specifikacija
- mehanizmi protokola

### 7.2. Adresiranje

- svrha adresiranja, prosljeđivanje
- objekti i organizacija adresiranja
- vrste adresa
- upravljanje adresama
- adresiranje po razinama

### 7.3. Sinkronizacija

- svrha sinkronizacije
- sinkronizacija PDU po razinama
- sinkronizacija procesa

## 8. KONTROLA POGRJEŠKI

### 8.1. Organizacija kontrole pogriješki

- kontrola pogriješki prema vrsti informacije
- zahtjevi kontrole pogriješki kod prijenosa podataka
- organizacija kontrole pogriješki kod prijenosa podataka

### 8.2. Spojevni i bespojni protokoli

- definirati funkcije kontrole pogriješki
- definirati karakteristike bespojnih protokola
- definirati karakteristike spojevnih protokola
- identifikacija PDU i posljedice

### 8.3. Vrste potvrda i algoritmi retransmisije

- podjela potvrda
- potvrde u praksi i TCP Interneta
- detekcija gubitka i vrste retransmisije

### 8.4. Kontrola pogriješki po razinama

- optimalna organizacija spojevnih i bespojnih protokola
- mogućnosti kontrole pogriješki po razinama

## 9. KONTROLA ZAGUŠENJA

### 9.1. Zagušenje i kontrola zagušenja

- definicija zagušenja
- mjere protiv zagušenja

### 9.2. Kontrola zagušenja prema vrsti prospajanja

- kontrola zagušenja kod prospajanja kanala
- kontrola zagušenja kod prospajanja paketa
- kontrola zagušenja u ATM mrežama

### 9.3. Vrste zagušenja

- definirati vrste zagušenja
- definirati mjere po vrstama zagušenja

### 9.4. Kakvoća usluge i kontrola zagušenja

- kakvoća usluge za analogne i digitalne kanale
- kakvoća usluge za prospajanje paketa
- mreže bez rezervacije kapaciteta
- mreže s rezervacijom kapaciteta

## 10. KONTROLA TOKA

### 10.1. Optimalna radna točka mreže

- definicija i kriterij optimalnosti
- kriterij kašnjenja
- stanje elemenata mreže
- jednakost korisnika i pravednost

### 10.2. Modeliranje sustavima s posluživanjem

- motivacija
- definirati propusnost i snagu mreže
- prikazati karakteristike M/M/1 sustava
- prikazati karakteristike D/D/1 sustava

### 10.3. Funkcije čvorišta i terminala mreže

- algoritmi posluživanja
- FIFO, RED, FQ
- razlučivanje tokova
- funkcije izvorišta i odredišta

### 10.4. Detekcija zagušenja

- zagušenje kod paketnih mreža
- detekcija zagušenja u čvorištima
- rad predajnika

### 10.5. Dojava zagušenja

- eksplicitna dojava
- implicitna dojava
- mjerenje RTT i W
- problem fluktuacije i reda veličine
- algoritam eksponencijalnog usrednjavanja

### 10.6. Algoritmi predajnika

- strategija kontrole toka
- prozorska kontrola toka i karakteristike
- kontrola brzine i karakteristike

## II. PITANJA DRUGE TREĆINE GRADIVA

### 11. SUČELJE DTE-DCE

- 11.1. Fizička razina
  - uloga fizičke razine
  - što se specificira
  - jedinice informacije
- 11.2. Koncept DTE-DCE
  - struktura sučelja, skica
  - pregled standarda na sučelju
  - pregled standarda na kanalima
  - mehaničke karakteristike sučelja i standardi
- 11.3. Električne karakteristike sučelja
  - nebalansirano povezivanje i standard
  - polubalansirano povezivanje i standard
  - balansirano povezivanje i standard
  - usporedba električnih karakteristika
- 11.4. Funkcionalne karakteristike sučelja
  - osnovno povezivanje po RS232/V.24
  - povezivanje po X.24
  - osnovna svojstva RS485
- 11.5. Kontrola toka na sučelja DTE-DCE
  - primjena kontrole toka na sučelju DTE-DCE
  - tehnike kontrole toka
  - povezivanje DTE-DCE ovisno o kontroli toka

### 12. KANALI FIZIČKE RAZINE

- 12.1. Prijenos podataka telefonskim kanalom
  - karakteristike telefonskog kanala
  - uloga modema
  - pregled modulacija, standarda i brzina
  - pozivni i odzivni način rada
- 12.2. Inteligentni modemi
  - pregled razvoja modema
  - blok shema inteligentnog modema
  - osnovne funkcije inteligentnog modema
  - interni i eksterni modemi
- 12.3. Upravljanje inteligentnim modemom
  - koncept upravljanja inteligentnim modemom
  - dijagram stanja modema
  - upravljanje modemom
  - osnovne naredbe AT jezika
- 12.4. Signalni kodovi
  - namjena signalnih kodova
  - vremenski dijagram osnovnih signalnih kodova
  - svojstva osnovnih signalnih kodova
  - primjer telekomunikacijskog signalnog koda

### 13. LOKALNE MREŽE - ETHERNET

- 13.1. Lokalne računalne mreže
  - opća svojstva topologija
  - strukturno kabliranje
  - pregled standarda
- 13.2. Lokalna mreža Ethernet općenito
  - svojstva i razvoj Etherneta
  - pregled standarda Etherneta
  - mogućnosti povezivanja segmenata
  - funkcija čvornih uređaja
- 13.3. Kontrola medija Etherneta
  - osnovni mehanizam pristupa mediju
  - oporavak za slučaj kolizije
  - zone lokalne mreže Ethernet
  - virtualne lokalne mreže

- 13.4. Tehnička svojstva 10Mb/s Ethernet
    - signali i standardi na 10Mb/s
    - vremenski odnosi na 10Mb/s
    - osnove projektiranja na 10Mb/s
  - 13.5. Tehnička svojstva 100Mb/s Ethernet
    - signali i standardi na 100Mb/s
    - vremenski odnosi na 100Mb/s
    - osnove projektiranja na 100Mb/s
  - 13.6. Tehnička svojstva 1000Mb/s Ethernet
    - signali i standardi na 1000Mb/s
    - vremenski odnosi na 1000Mb/s
    - osnove projektiranja na 1000Mb/s
14. BEŽIČNE LOKALNE MREŽE
- 14.1. Opća svojstva bežičnih lokalnih mreža
    - namjena, prednosti i mane
    - razvoj i pregled standarda, frekvencija i brzina
    - tehnologija širokog spektra
  - 14.2. Upravljanje bežičnim mrežama
    - načini povezivanja učesnika
    - definicija i funkcije BSS i ESS
  - 14.3. Kontrola medija bežičnih lokalnih mreža
    - osnovni mehanizam pristupa bežičnom mediju
    - vrste kontrolnih poruka
15. DIGITALNE PRETPLATNIČKE MREŽE
- 15.1. Uskopojasni ISDN
    - namjena i razvoj
    - osnovni kanali i priključci
    - referentna arhitektura ISDN sučelja
    - S/T i U sučelja
  - 15.2. xDSL mreže
    - namjena i razvoj
    - korištenje postojećih parica
    - veza prema javnoj mreži
  - 15.3. Tehnologija xDSL mreža
    - pregled xDSL tehnologija
    - ADSL standardi
  - 15.4. ATM na fizičkoj razini
    - razvoj i namjena ATM mreža
    - standardizacija ATM priključaka
16. KODOVI ZA OTKRIVANJE POGRJEŠKI
- 16.1. Redundantni kodovi
    - koncept zaštite podataka od pogreški
    - model kanala i uloga uređaja
    - redundantni kodovi i efikasnost
    - primjena redundantnih kodova (LRC, VRC)
  - 16.2. Sistematski blok kodovi s paritetnim ispitivanjem
    - sistematizacija kodova
    - podjela po načinu dodavanja redundancije
    - podjela po načinu izračuna redundantnih bita
    - podjela po korištenim algebarskim operacijama
  - 16.3. Kodiranje sistematskih blok kodova s paritetnim ispitivanjem
    - sistematski blok kodovi s paritetnim ispitivanjem
    - svojstva koda i veličina matrice
    - generirajuća matrica i jednadžbe kodera
    - svojstva matrice P
  - 16.4. Dekodiranje sistematskih blok kodova s paritetnim ispitivanjem
    - definicija matrica za dekodiranje
    - tehnika detekcije pogreški
    - jednadžbe dekodera
    - dobivanje i svojstva sindroma

## 17. CIKLIČKI KODOVI

- 17.1. Svojstva cikličkih kodova
  - svojstva i primjena
  - polinomski zapis kodne riječi
  - generirajući polinom i formiranje matrice G
  - polinomi i primjena cikličkih kodova u praksi
- 17.2. Kodiranje i dekodiranje cikličkih kodova
  - svojstva kodne riječi cikličkog koda
  - konstrukcija kodne riječi cikličkog koda
  - izračunavanje  $c(x)$
  - dekodiranje cikličkog koda
- 17.3. Sklopovlje cikličkih kodova
  - operator kašnjenja
  - prijenosna funkcija digitalnog filtra
  - digitalni filter s povratnom vezom
  - sklop za kodiranje i dekodiranje

## 18. ZNAKOVNO ORIJENTIRANI PROTOKOLI

- 18.1. Opća svojstva znakovnih protokola
  - zadaće podatkovne razine
  - definicija, namjena i razvoj znakovnih protokola
  - pregled standarda protokola i znakova
- 18.2. Znakovni protokoli po ISO 1745
  - faze prijenosa podataka
  - podjela uređaja na vezi
  - vrste i oblik okvira - blokova
  - problem transparentnosti
- 18.3. Dijagrami stanja ZO protokola
  - upotreba okvira - blokova
  - dijagram stanja primarne stanice
  - dijagram stanja sekundarne stanice
- 18.4. Znakovno orijentirani protokoli u praksi
  - korištenje znakovnih protokola
  - samoodredni protokoli
  - SLIP
- 18.5. PPP protokol Interneta
  - osnovna svojstva PPP
  - oblik okvira
  - uloga LCP i NCP
- 18.6. Protokoli za prijenos datoteka
  - osnovna svojstva i primjena
  - XMODEM, YMODEM, ZMODEM

## 19. BITOVNO ORIJENTIRANI PROTOKOLI

- 19.1. Opća svojstva BO protokola
  - razvoj i standardizacija
  - mogućnosti primjene
  - podjela na podrazine
- 19.2. HDLC BO protokoli po ISO3309
  - osnovni oblik okvira
  - sinkronizacija po okviru
  - svojstva adresnog polja
  - mehanizam transparentnosti
- 19.3. HDLC BO protokoli po ISO4335
  - funkcija i uređaji
  - osnovni načini prijenosa podataka
  - C polje i grupe okvira
- 19.4. Mehanizmi HDLC protokola
  - numeracija, polja i varijable
  - P/F mehanizam u NRM i ARM načinu rada
  - vrste i upotreba S okvira

#### 19.5. HDLC protokol u NRM načinu

- namjena NRM načina
- U okviri za NRM
- primjeri prijenosa i oporavka za NRM

#### 19.6. HDLC protokol u ARM načinu

- namjena ARM načina
- U okviri za ARM
- primjeri prijenosa i oporavka za ARM

### 20. PRIMJENA BITOVNO ORIJENTIRANIH PROTOKOLA

#### 20.1. LAP-B

- balansni odzivni mod
- sučelje na X.25 mreži
- korištenje adresnog polja
- okviri LAP-B protokola

#### 20.2. LAP-M

- razvoj protokola inteligentnih modema
- mehanizmi LAP-M protokola
- okviri LAP-M protokola

#### 20.3. Mreže za prijenos okvira (Frame Relay)

- namjena i standardizacija
- mehanizmi LAP-F protokola
- adresno polje LAP-F protokola



### III. PITANJA TREĆE TREĆINE GRADIVA

#### 21. LOKALNE MREŽE NA PODATKOVNOJ RAZINI

- 21.1. Organizacija podatkovne razine lokalnih mreža
  - svojstva lokalnih mreža
  - podjela na podrazine i uloga podrazina
  - pregled standarda
- 21.2. Protokol podrazine 2.2
  - svojstva protokola, klase usluga
  - oblik okvira, C polje i tipovi okvira
  - sustav adresiranja s komentarom
  - praktična primjena po klasi usluge i po adresiranju
- 21.3. ATM tehnologija na podatkovnoj razini
  - struktura ATM mreže i položaj sučelja
  - referentna ATM arhitektura
  - karakteristike AAL5 razine
  - parametri kvalitete usluge ATM veze
- 21.4. Primjena ATM tehnologije na lokalnim mrežama
  - struktura i svojstva LANE tehnologije
  - struktura i svojstva CIPOA tehnologije
  - struktura i svojstva NHRP i MPOA tehnologije

#### 22. LOKALNE MREŽE ETHERNET

- 22.1. Osnovna svojstva MAC podrazine Ethernet
  - osnovna struktura MAC okvira Ethernet
  - arhitektura adresiranja Ethernet
  - struktura i svojstva MAC adresa
- 22.2. Problemi standardizacije Ethernet
  - problem minimalne duljine okvira
  - problem identifikatora protokola mrežne razine
  - primjena Ethernet okvira u praksi
- 22.3. Varijante okvira Ethernet
  - struktura i svojstva Ethernet II okvira
  - struktura i svojstva 802.3 okvira
  - struktura i svojstva 802.2 LLC okvira
  - struktura i svojstva 802.2 SNAP okvira

#### 23. LOKALNE MREŽE - WLAN

- 23.1. Osnovna svojstva MAC podrazine WLAN
  - osnovna arhitektura WLAN
  - vremenski dijagram CSMA/CA
  - CSMA/CA procedura za razne scenarije
- 23.2. MAC okvir WLAN
  - struktura MAC okvira WLAN
  - koncept prilagođenja brzine
  - fragmentacija
  - funkcija čvornih uređaja

#### 24. SVOJSTVA MREŽNE RAZINE

- 24.1. Opća svojstva mrežne razine
  - zadaća, protokoli, standardizacija
  - moguće kombinacije mehanizama protokola
  - optimalna konfiguracija mehanizama mrežne razine
- 24.2. Deterministički algoritmi usmjeravanja
  - teorijske i praktične mogućnosti usmjeravanja, prosljeđivanje
  - pregled determinističkih algoritama usmjeravanja
- 24.3. Stohastički algoritmi usmjeravanja
  - teorijske i praktične mogućnosti usmjeravanja, prosljeđivanje
  - pregled stohastičkih algoritama usmjeravanja

## 25. MREŽNA RAZINA INTERNETA

### 25.1. Protokoli mrežne razine Interneta

- IPv4 protokol Interneta
- mehanizmi IPv4 protokola
- zaglavlje IP paketa
- polja zaglavlja IP paketa

### 25.2. Adresiranje na Interneta

- arhitektura adresiranja na Internetu, priključnice i veza
- klase IP adresa, oblik i svojstva
- korištenje mrežne maske za podmrežavanje i nadmrežavanje

### 25.3. IP adresiranje na lokalnoj mreži

- preslikavanje IP adrese u MAC adresu
- obrada dolaznog paketa
- obrada odlaznog paketa za lokalno i udaljeno odredište

## 26. USMJERAVANJE PROMETA NA INTERNETU

### 26.1. IP adresiranje na globalnom Internetu

- struktura i razvoj usmjeravanja na Internetu
- koncept autonomnih sustava
- korištenje podmreža i nadmreža

### 26.2. Usmjeravajući protokoli Interneta

- definirati ulogu usmjeravajućih protokola
- opća svojstva usmjeravajućih protokola
- tablice usmjeravanja
- RIP protokol

### 26.3. Privatne podmreže - intranet

- motivacija i razvoj
- privatne adrese
- povezivanje privatne podmreže na Internet
- tehnike prevođenja adresa

## 27. SVOJSTVA PRIJENOSNE RAZINE

### 27.1. Opća svojstva prijenosne razine

- zadaća, protokoli, standardizacija
- moguće kombinacije mehanizama protokola
- optimalna konfiguracija mehanizama prijenosne razine
- arhitektura adresiranja na Internetu

### 27.2. UDP protokol Interneta

- namjena UDP protokola i mehanizmi
- zaglavlje UDP protokola
- polja zaglavlja UDP protokola

### 27.3. TCP protokol Interneta

- namjena TCP protokola i mehanizmi
- zaglavlje TCP protokola
- polja zaglavlja TCP protokola

## 28. MEHANIZMI TCP PROTOKOLA

### 28.1. Uspostava TCP veze

- vrste TCP priključaka
- sinkronizacija u 3 koraka
- dijagram stanja TCP priključka
- određivanje početnog rednog broja

### 28.2. Kontrola pogreški TCP protokola

- vrste potvrda TCP protokola i detekcija gubitka
- izračun vremena obilaska i devijacije
- izračun vremena retransmisije

### 28.3. Organizacija kontrole toka TCP protokola

- algoritmi segmentacije
- varijable kontrole toka
- usporeni start i izbjegavanje zagušenja

### 28.4. Napredni algoritmi kontrole toka TCP protokola

- algoritam brze retransmisije
- algoritam brzog oporavka
- algoritam djelomičnih potvrda

## 29. SUSTAVI S POSLUŽIVANJEM

### 29.1. Modeli sustava s posluživanjem

- opća struktura sustava s jednim ili više poslužitelja
- model usmjernika kao sustava s posluživanjem
- vrijeme kašnjenja paketa
- razdioba duljine paketa na Internetu

### 29.2. Stohastički procesi

- opis procesa dolazaka zahtjeva
- opis procesa posluživanja
- Kendallova notacija
- najčešće korišteni stohastički modeli

### 29.3. Ostali sustavi s posluživanjem

- M/G/1
- Pollachek-Khintchine formula
- veza M/G/1 prema M/M/1 i M/D/1 (ATM)

## 30. M/M/1 sustav s posluživanjem

### 30.1. Poissonov proces

- Korištenje i svojstva Poissonovog procesa
- vjerojatnost događaja Poissonovog procesa
- razdioba vremena međudolazaka
- funkcije gustoće i kumulativne vjerojatnosti

### 30.2. Markovljevi procesi - lanci

- svojstva eksponencijalne razdiobe
- sustavi rađanja i umiranja i Markovljevi lanci
- izvod vjerojatnosti  $p(n)$  i očekivanja  $E(n)$

### 30.3. Svojstva M/M/1 sustava

- izračun očekivanja  $E(t)$
- Littleova formula
- utjecaj konačnosti spremnika i vjerojatnost gubitka
- primjena M/M/1 sustava