



# ATM

Doc. dr. sc. Damir Seršić

Fakultet elektrotehnike i računarstva

---

---

---

---

---

---

---

---



## Sadržaj predavanja:

- ◆ Osnovna tehnička svojstva ATM-a.
- ◆ Usporedba ATM-a i ostalih računalnih mrežnih tehnologija, međusobno povezivanje.
- ◆ ATM u primjeni: prošlost, sadašnjost i budućnost?

---

---

---

---

---

---

---

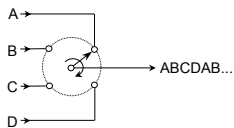
---



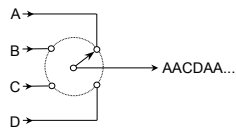
## ATM?

### Asynchronous Transfer Mode - asinkroni način prijenosa

sinkroni način prijenosa



asinkroni način prijenosa



---

---

---

---

---

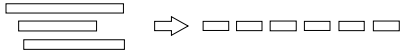
---

---

---



### Ukratko o ATM-u:



- ◆ Podaci se segmentiraju u pakete fiksne dužine 53 bytea - ćelije (*engl. cells*).
- ◆ Radi lakšeg usmjeravanja (*engl. routing*), ATM zahtjeva prethodno uspostavljanje spoja sugovornika (*engl. circuit-oriented*).
- ◆ ATM je transparentan za sve tipove podataka - audio, video, računalni podaci, ...
- ◆ Velik raspon brzina prijenosa, medija, područja primjene (LAN, WAN, ...).

---

---

---

---

---

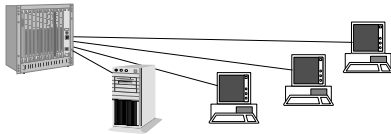
---

---

---



### Ukratko o ATM-u:



- ◆ Zvezdasta topologija mreže.
- ◆ Puna širina komunikacijskog kanala za svakog korisnika.
- ◆ Lako održavanje mreže.

---

---

---

---

---

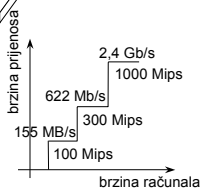
---

---

---



### Ukratko o ATM-u:



- ◆ Različite brzine prijenosa

---

---

---

---

---

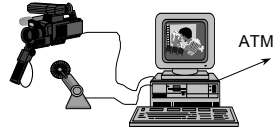
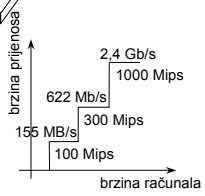
---

---

---



### Ukratko o ATM-u:



- ◆ Različite brzine prijenosa

- ◆ Podrška za multimediju

---

---

---

---

---

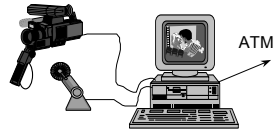
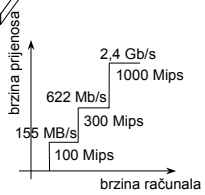
---

---

---



### Ukratko o ATM-u:



- ◆ Različite brzine prijenosa

- ◆ Podrška za multimediju:
- ◆ malo kašnjenje,
- ◆ dinamičko određivanje širine prijenosnog kanala.

---

---

---

---

---

---

---

---



### Ukratko o ATM-u:

Cijena?



- ◆ velike serije
- ◆ brzo širenje
- ◆ opća prihvaćenost među proizvođačima

---

---

---

---

---

---

---

---



### *Ukratko o ATM-u:*

Cijena?



- ◆ velike serije
- ◆ brzo širenje
- ◆ opća prihvaćenost među proizvođačima
- ◆ očekivane niže cijene

---

---

---

---

---

---

---

---



### *Ukratko o ATM-u:*



- ◆ velike serije
- ◆ brzo širenje
- ◆ opća prihvaćenost među proizvođačima
- ◆ očekivane niže cijene
- ◆ integracija lokalnih i globalnih informacijskih mreža

---

---

---

---

---

---

---

---



### *Zašto uopće ATM?*

*Što nedostaje drugim, uobičajenim načinima prijenosa informacija?*

---

---

---

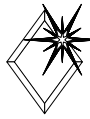
---

---

---

---

---



*Današnje javne mreže za prijenos podataka:*

- ◆ telex mreža




---

---

---

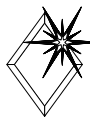
---

---

---

---

---



*Današnje javne mreže za prijenos podataka:*

- ◆ telex mreža
- ◆ telefonska mreža - dvosmjerna audio komunikacija




---

---

---

---

---

---

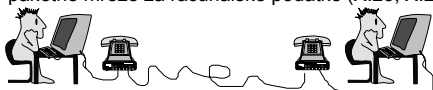
---

---



*Današnje javne mreže za prijenos podataka:*

- ◆ telex mreža
- ◆ telefonska mreža - dvosmjerna audio komunikacija
- ◆ paketne mreže za računalske podatke (X.25, X.21,...)




---

---

---

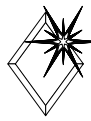
---

---

---

---

---



### Današnje javne mreže za prijenos podataka:

- ◆ televizijski i radijski signali prenose se:
  - ◆ odašiljanjem putem radio valova



---

---

---

---

---

---

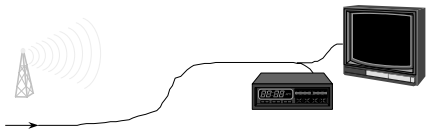
---

---



### Današnje javne mreže za prijenos podataka:

- ◆ televizijski i radijski signali prenose se:
  - ◆ odašiljanjem putem radio valova
  - ◆ kabelskim sustavima



---

---

---

---

---

---

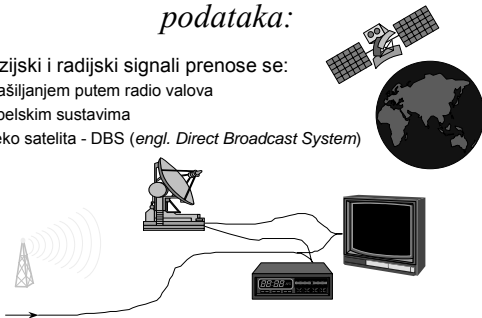
---

---



### Današnje javne mreže za prijenos podataka:

- ◆ televizijski i radijski signali prenose se:
  - ◆ odašiljanjem putem radio valova
  - ◆ kabelskim sustavima
  - ◆ preko satelita - DBS (*engl. Direct Broadcast System*)



---

---

---

---

---

---

---

---



## Današnje javne mreže za prijenos podataka:

- ◆ Lokalne mreže računala (Ethernet, Token Bus, Token Ring, ...)



---

---

---

---

---

---

---

---



## Koji su nedostaci?

- ◆ Specijaliziranost
  - ◆ radi se o međusobno nepovezanim i potpuno različitim sustavima, namijenjenima za prijenos samo jedne vrste informacija
- ◆ Nefleksibilnost
  - ◆ parametri prijenosa (brzina, kvaliteta, ...) čvrsto su zadani, bez mogućnosti izbora ili poboljšanja
- ◆ Neefikasnost
  - ◆ resursi koje koristi jedna informacijska mreža nisu niti kompatibilni ni iskoristivi drugim mrežama

---

---

---

---

---

---

---

---



## Kakvu mrežu želimo?

- ◆ Univerzalnu
  - ◆ koja će objединiti sve informacijske mreže bez obzira na tip prometa
- ◆ Fleksibilnu
  - ◆ s ugrađenom mogućnošću podešavanja kvalitete servisa prema zahtjevu i prema budućem tehnološkom napretku
- ◆ Efikasnu
  - ◆ sa statističkom raspodjelom raspoloživih resursa svim tipovima prometa

---

---

---

---

---

---

---

---



Moguće rješenje:

# ATM

---

---

---

---

---

---

---

---



Osnove ATM mreže su:

- ◆ Nagodba oko kvalitete veze
  - ◆ logičke veze ili tzv. virtualni krugovi - VC (*engl. Virtual Circuits*)
  - ◆ nagodba o kvaliteti - QoS (*engl. Quality of Service contract*)
- ◆ Komutirane veze
  - ◆ poput telefona, ne kao raspodijeljeni Ethernet
  - ◆ veze od točke do točke, nedjeljivog kapaciteta
- ◆ Zasnovanost na ćelijama
  - ◆ mali paketi fiksne dužine, ćelije (*engl. cells*)
  - ◆ sve se vrste podataka jednako tretiraju

---

---

---

---

---

---

---

---



Nagodba oko kvalitete veze

**NAGODBA**  
**Svojstva veze:**  
 ☞ vršna brzina prijenosa  
 ☞ srednja brzina prijenosa...  
**Kvaliteta veze (QoS):**  
 ☞ kašnjenje  
 ☞ gubici ćelija...



- Virtualni krug 1 (QoS A)
- Virtualni krug 2 (QoS B)
- Virtualni krug 3 (QoS C)
- Virtualni krug 4 (QoS D)

- ◆ Prije početka prijenosa podataka, potrebno je uspostaviti vezu putem signalizacije
- ◆ Za svaku vezu postiže se nagodba o kvaliteti servisa
- ◆ Svaka veza (virtualni krug) može imati različite parametre nagodbe

---

---

---

---

---

---

---

---





## Klase QoS-a i važnji parametri

- ◆ QoS klase prema zahtjevima na brzinu prijenosa (BR = *bit rate*):
  - ◆ CBR - konstantna
  - ◆ VBR - promjenjiva
  - ◆ ABR - raspoloživa
  - ◆ UBR - nespecificirana
- ◆ Parametri prometa:
  - ◆ brzina prijenosa (CR = *cell rate*):
    - ◆ PCR - vršna
    - ◆ SCR - održiva
    - ◆ MCR - minimalna
  - ◆ i brojni drugi:
    - ◆ VT, BT, CDV, Max CTD, Mean CDV, CLR ...

---

---

---

---

---

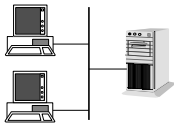
---

---

---



## Raspodijeljeno nasuprot komutiranom



- ◆ svi čvorovi rade na istoj, zadanoj brzini prijenosa
- ◆ kvar jednog čvora uzrokuje zastoj svih
- ◆ veća brzina - veća cijena za sve čvorove

---

---

---

---

---

---

---

---



## Raspodijeljeno nasuprot komutiranom



- ◆ svi čvorovi rade na istoj, zadanoj brzini prijenosa
- ◆ kvar jednog čvora uzrokuje zastoj svih čvorova
- ◆ veća brzina - veća cijena za sve čvorove
- ◆ svaki čvor radi na svojoj, nedijeljenoj brzini prijenosa

---

---

---

---

---

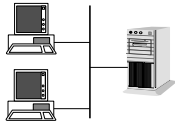
---

---

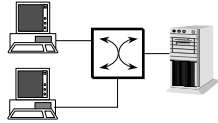
---



## Raspodijeljeno nasuprot komutiranom



- ◆ svi čvorovi rade na istoj, zadanoj brzini prijenosa
- ◆ kvar jednog čvora uzrokuje zastoj svih čvorova
- ◆ veća brzina - veća cijena za sve čvorove



- ◆ svaki čvor radi na svojoj, nedijeljenoj brzini prijenosa
- ◆ kvar jednog čvora ne uzrokuje zastoj ostalih

---

---

---

---

---

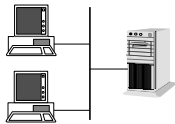
---

---

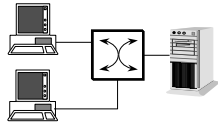
---



## Raspodijeljeno nasuprot komutiranom



- ◆ svi čvorovi rade na istoj, zadanoj brzini prijenosa
- ◆ kvar jednog čvora uzrokuje zastoj svih čvorova
- ◆ veća brzina - veća cijena za sve čvorove



- ◆ svaki čvor radi na svojoj, nedijeljenoj brzini prijenosa
- ◆ kvar jednog čvora ne uzrokuje zastoj ostalih
- ◆ odnos brzina/cijena određen za svaki čvor posebno

---

---

---

---

---

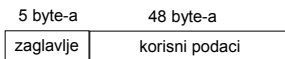
---

---

---



## ATM ćelija



ukupno 53 byte-a

- ◆ Kratki paketi, fiksne dužine (međunarodni kompromis).
- ◆ Zaglavije sadrži (uglavnom) podatke o virtualnom krugu.
- ◆ Ostatak sadrži (uglavnom) korisne podatke
- ◆ Korisni podaci mogu biti glas, video, računalni podaci, ...

---

---

---

---

---

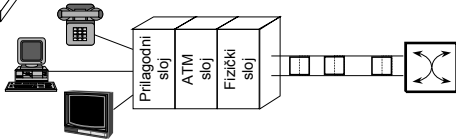
---

---

---



## Arhitektura ATM sustava



- ◆ Prilagodni sloj: pretvara podatke u 48 byte-no ATM polje u skladu s tipom podataka.
- ◆ ATM sloj: određuje put kroz mrežu, te dodaje 5 byte-no zaglavlje.
- ◆ Fizički sloj: pretvara ćelije u odgovarajući električni ili optički format.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Prilagodni slojevi

- ◆ **AAL1** (engl. *ATM Adaptation Layer 1*) namijenjen je za podatke s konstantnom brzinom prijenosa - audio, video.
- ◆ **AAL2** je namijenjen za podatke s promjenjivom brzinom prijenosa - komprimirani audio, video.
- ◆ **AAL3/4** je namijenjen za prijenos računalnih podataka, promjenjiva brzina prijenosa, sa i bez prethodnog uspostavljanja veze sugovornika - zbog svoje je složenosti uglavnom napušten.
- ◆ **AAL5** je znatno pojednostavljena verzija AAL3/4, te se koristi za računalne podatke i signalizaciju.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## ATM sloj (zaglavlje)

osnovna kontrola toka - <b>GFC</b>	identifikator virtualnog puta - <b>VPI</b>	
... <b>VPI</b>	identifikator virtualnog kanala - <b>VCI</b>	
... <b>VCI</b>		
... <b>VCI</b>	tip prometa - <b>PTI</b>	prioritet - <b>CLP</b>
kontrola zaglavlja - <b>HEC</b>		

- ◆ VPI - identifikator virtualnog puta i VCI - identifikator virtualnog kanala određuju "smjer" kretanja ćelije kroz ATM mrežu

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### Fizički slojevi

- ◆ Velik raspon brzina prijenosa: 2 Mbps, 25, 34, 45, 51, 100, 155, 622, ...
- ◆ Velik izbor prijenosnih medija: parični, koaksijalni, optički kabel ili bežični prijenos...
- ◆ Velik raspon udaljenosti: od 100 metara (parični kabel kategorije 5) do nekoliko tisuća kilometara (optički prijenosni sustavi)
- ◆ Velik raspon primjena: lokalne, gradske, svjetske mreže ili kabelaška televizija..

---

---

---

---

---

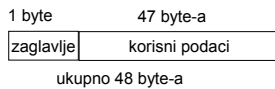
---

---

---



### Tipični prilagodni slojevi



- ◆ **AAL1** - zajamčena (i nepromjenjiva) brzina prijenosa.
- ◆ Zaglavlje obuhvaća:
  - ◆ detekciju izgubljenih ćelija,
  - ◆ poravnavanje strukture podataka na određištu,
  - ◆ vremensku markicu za restauraciju takta i vremensku sinkronizaciju na određištu.

---

---

---

---

---

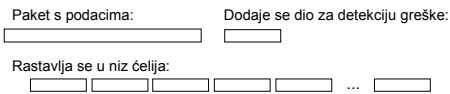
---

---

---



### Tipični prilagodni slojevi



- ◆ **AAL5** - računalni podaci.
- ◆ Nema dodatnog zaglavlja - svih 48 byte-a se koristi za podatke.
- ◆ Paketi s podacima se rastavljaju na niz ćelija, na određištu se ponovno sastavljaju - SAR (*engl. Segmentation & Reassembly*).
- ◆ Jedan po jedan paket na svakom VC-u.

---

---

---

---

---

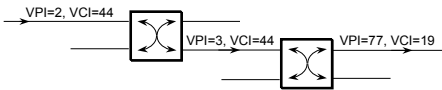
---

---

---



### Virtualni putevi i virtualni krugovi?



- ◆ Svi VPI-ovi i VCI-ovi imaju isključivo lokalni značaj, te se mijenjaju od čvora do čvora (*switch-a*).
- ◆ Uloga *switch-a* je krajnje pojednostavljena - iz tablice saznaje na koju stranu (ili koje strane) mora uputiti čeliju i koji joj (novi) VPI i VCI mora pridružiti.
- ◆ Tablice se formiraju prethodno, prilikom uspostavljanja veze.
- ◆ PVC - (*engl. Permanent Virtual Connections*) trajne veze, uspostavljaju se konfiguriranjem (mrežni administrator).
- ◆ SVC - (*engl. Switched Virtual Connections*) komutirane veze, uspostavljaju se i raskidaju na zahtjev, signalizacijom.

---

---

---

---

---

---

---

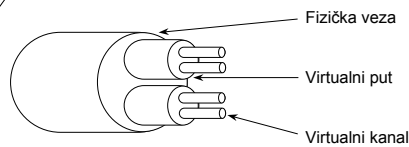
---

---

---



### Virtualni putevi i virtualni krugovi?



- ◆ VP - virtualni put je "svežanj" virtualnih krugova.
- ◆ ATM mreža može komutirati čelije i samo na osnovu VPI-jeva, zadržavajući VCI-jeve nepromijenjenim.
- ◆ Virtualni putevi omogućuju rekonfiguraciju mreže bez ometanja virtualnih krugova (lakše administriranje).

---

---

---

---

---

---

---

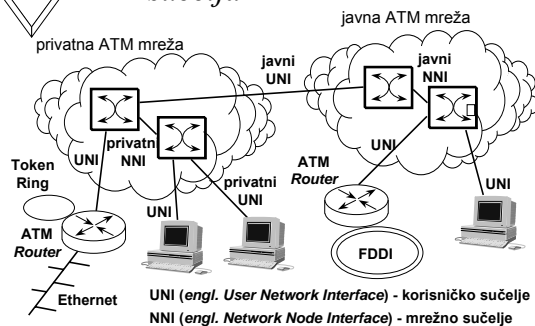
---

---

---



### ATM sučelja




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## UNI - što je to?

- ◆ UNI (*engl. User Network Interface*) je korisničko mrežno sučelje, kao što je npr. sučelje računalo - ATM mreža.
- ◆ Pomoću signalizacije (VPI=0, VCI=5) omogućuje uspostavljanje i raskidanje komunikacijskih puteva, koji povezuju dva ili više sugovornika.
- ◆ UNI 3.0 i UNI 3.1, P-NNI *Phase 1*, B-ICI 2.1 ("javni NNI").

---

---

---

---

---

---

---

---



## ATM adrese

Javna adresa zasnovana na telefonskom broju (ITU-T):

45	E.164 broj	polja za usmjeravanje	oznaka krajnjeg sustava	sel
----	------------	-----------------------	-------------------------	-----

oznaka krajnjeg sustava - MAC adresa, administrirana od IEEE-a  
sel - 1 byte, podjela unutar krajnjeg sustava, nema mrežno značenje

---

---

---

---

---

---

---

---



## ATM adrese

Javna adresa zasnovana na telefonskom broju (ITU-T):

45	E.164 broj	polja za usmjeravanje	oznaka krajnjeg sustava	sel
----	------------	-----------------------	-------------------------	-----

Privatna adresa, podjela po državama (ISO 3166):

39	oznaka države	polja za usmjeravanje	oznaka krajnjeg sustava	sel
----	---------------	-----------------------	-------------------------	-----

oznaka krajnjeg sustava - MAC adresa, administrirana od IEEE-a  
sel - 1 byte, podjela unutar krajnjeg sustava, nema mrežno značenje

---

---

---

---

---

---

---

---



## ATM adrese

Javna adresa zasnovana na telefonskom broju (ITU-T):

45	E.164 broj	polja za usmjeravanje	oznaka krajnjeg sustava	sel
----	------------	-----------------------	-------------------------	-----

Privatna adresa, podjela po državama (ISO 3166):

39	oznaka države	polja za usmjeravanje	oznaka krajnjeg sustava	sel
----	---------------	-----------------------	-------------------------	-----

Privatna adresa, podjela po međunarodnim institucijama (ISO 6523):

47	međun. oznaka	polja za usmjeravanje	oznaka krajnjeg sustava	sel
----	---------------	-----------------------	-------------------------	-----

oznaka krajnjeg sustava - MAC adresa, administrirana od IEEE-a  
sel - 1 byte, podjela unutar krajnjeg sustava, nema mrežno značenje

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Ostvarivanje veze signalizacijom



- ◆ Izvorni sustav: zahtjev za vezom (najbližem čvoru).
- ◆ Odgovor: zahtjev primljen
  - ◆ uspostavljanje virtualnog kruga i prosljeđivanje zahtjeva slijedećem čvoru ...
- ◆ Odredišni sustav: zahtjev odobren (ili odbačen)
  - ◆ potvrda odobrenja (ili odbijanja) prosljeđuje se istim putem natrag do izvornog sustava.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Veza ATM-a s postojećim mrežama?

- ◆ Pitanje od izuzetne važnosti za primjenu.
- ◆ 2 načina:
  - ◆ Prirodni ATM način (*engl. native mode*). Primjer: IP preko ATM-a direktnim ugrađivanjem svih adresnih mehanizama IP-a u ATM adrese.
  - ◆ Emulacija lokalnih mreža preko ATM-a. Primjer: emulacija Etherneta ili Token Ringa.
- ◆ Prvi način, za razliku od drugog, zahtjeva promjenu postojećeg programskog sučelja, ali omogućava nagodbu oko svojstava veze - QoS.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Standardizacija i proces razvoja ATM-a

- ◆ IETF (*Internet Engineering Task Force*) donio neke od prvih ATM *de facto* normi (RFC preporuke).
- ◆ Od 1991. ATM Forum donosi *de facto* ATM standarde.
- ◆ ATM Forum - sada međunarodni konzorcij sa više od 600 komercijalnih kompanija.
- ◆ ITU-T (bivši CCITT) je međunarodno standardizacijsko tijelo koje donosi formalne standarde.

---

---

---

---

---

---

---

---



## Važniji ATM standardi

- ◆ Fizički slojevi
  - ◆ 155Mb/s (UTP, Phy, SDH,...)
  - ◆ DS3, DS1, E3, E1, 100Mb/s
  - ◆ TAXI, 25Mb/s, WIRE, Utopia,...
- ◆ Korisničko mrežno sučelje
  - ◆ UNI 2.0, 3.0, 3.1, ILMI MIB,...
- ◆ Privatno mrežno sučelje
  - ◆ P-NNI 1.0, Addend., IISSP
- ◆ Javno mrežno sučelje
  - ◆ B-ICI 1.0, 1.1, 2.0, 2.1
- ◆ Signalizacija
  - ◆ UNI Signaling 4.0, UNI 3.1
- ◆ Nadzor mreže
  - ◆ CNM for public ATM, M4, CMIP
- ◆ Emulacija LAN-a
  - ◆ LANE 1.0, Addend., Client & Server Manag. Spec.
- ◆ Testiranje
  - ◆ PICS za razne fiz. slojeve,...
- ◆ ...

---

---

---

---

---

---

---

---



## ATM uređaji

- ◆ ATM komutator (*engl. switch*) je osnovni element ATM mreža:
  - ◆ LAN *workgroup switch*, LAN *backbone switch*,
  - ◆ posebna "klasa" su ATM *switch*-evi za WAN-ove.
- ◆ ATM pristupni uređaji:
  - ◆ ATM kartice za računala s pripadajućim programima i periferijskim uređajima,
  - ◆ ATM *access switch* (npr. ATM / Ethernet),
  - ◆ ATM video i audio pristupni uređaji.

---

---

---

---

---

---

---

---





### *ATM u primjeni*

- ◆ ATM je još uvijek skupa tehnologija, masovno raširena jedino u vanjskim mrežama (WAN).
- ◆ U lokalnim mrežama uvođenje ATM-a značajno usporavaju znatno jeftinije brze LAN tehnologije kao što su 100BaseT, 1000BaseT i slične.
- ◆ Nezamjenjiv za prijenos različitih tipova podataka (računalnih i multimedijjskih) jednom komunikacijskom mrežom.

---

---

---

---

---

---

---

---