

Stvarni čas in komunikacije

# KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI IN OMREŽNA VARNOST

# VSEBINA

---

- × primeri rabe in zajem podatkov
- × omrežni čas
- × osnovni protokol za promet v stvarnem času
- × protokol za upravljanje s tokom podatkov
- × varna inačica protokola

# PRIMERI RABE

---

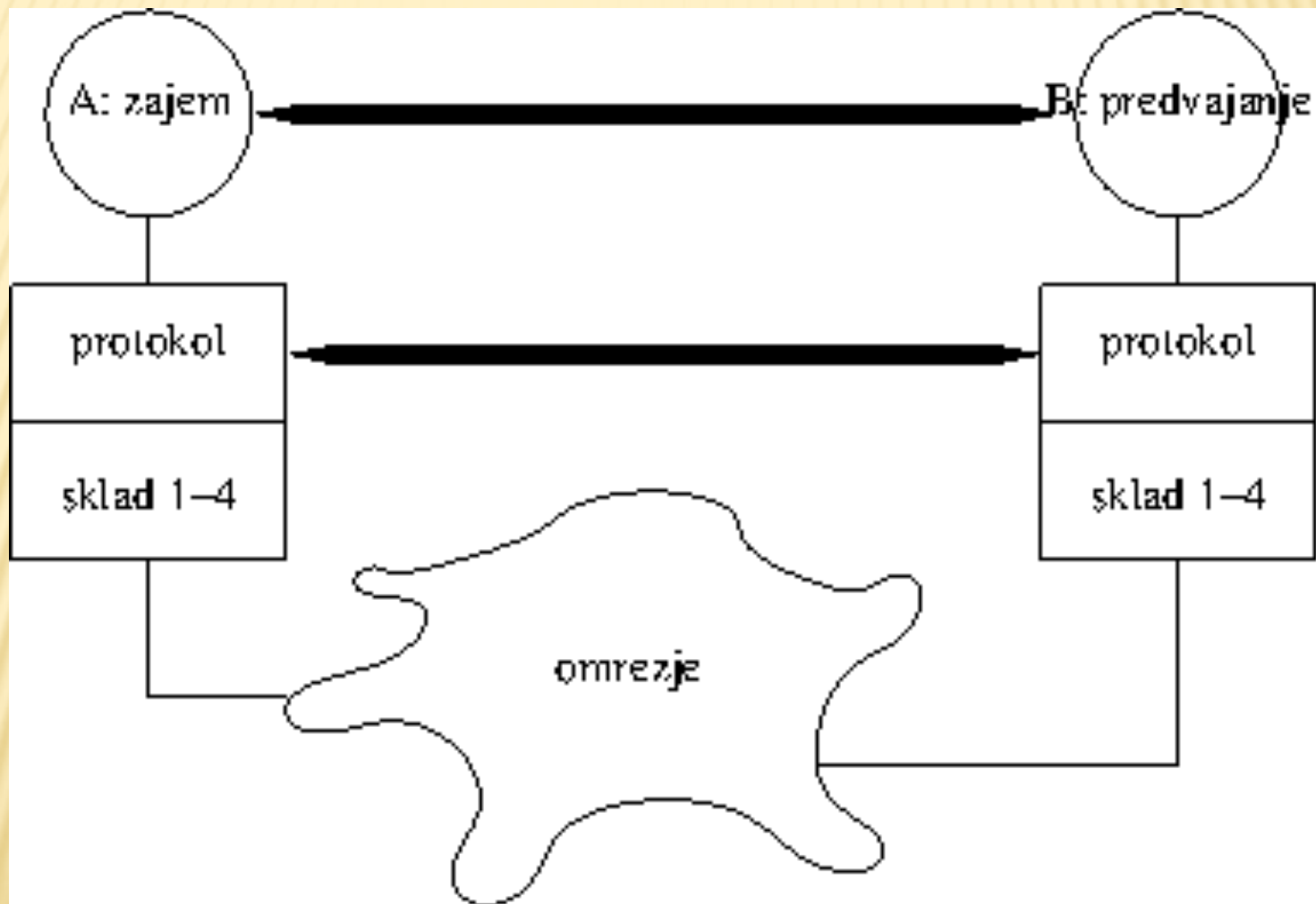
- ✘ kaj je stvarni čas (realni čas, *real-time*)
  - + (čas dospetja, čas začetka izvajanja, potreben čas za izvajanje, rok zaključka izvajanja)
  - + sistemi strogo in mehko v stvarnem času (*hard* in *soft real time*)
  - + izziv: ali običajni operacijski sistemi FreeBSD, Linux in MS Windows omogočajo delo v stvarnem času? Utemeljite odgovor.

# PRIMERI RABE

---

- ✘ mi se ne bomo povsem ukvarjali s takšno definicijo stvarnega časa
- ✘ scenarij:
  - + imamo stran A in stran B in med njima omrežje
  - + na strani A se dogajajo različni dogodki, ki se zajemajo in o tem poročā strani B preko omrežja
  - + opazovalec, ki opazuje dogodke na strani B, mora imeti čim bolj veren občutek opazovanja dogodkov
- ✘ vsebino dogodkov lahko nekako prenesemo, težava je prenos učinka časa med dogodkoma

# SCENARIJ



# PRIMERI RABE

---

## × Enosmerna komunikacija:

- + prikazovanje prosojnic, diapozitivov, ...
- + predvajanje zvoka (oddaljeni CD) in predvajanje filma (oddaljeni VCR)
- + združevanje slike in zvoka ob prenosu
  
- + predvajanje radijskega ali TV programa

## × Dvosmerna komunikacija:

- + pogovor preko spleta (VoIP)
- + video telefonija

# ZAJEM PODATKOV – ZVOK

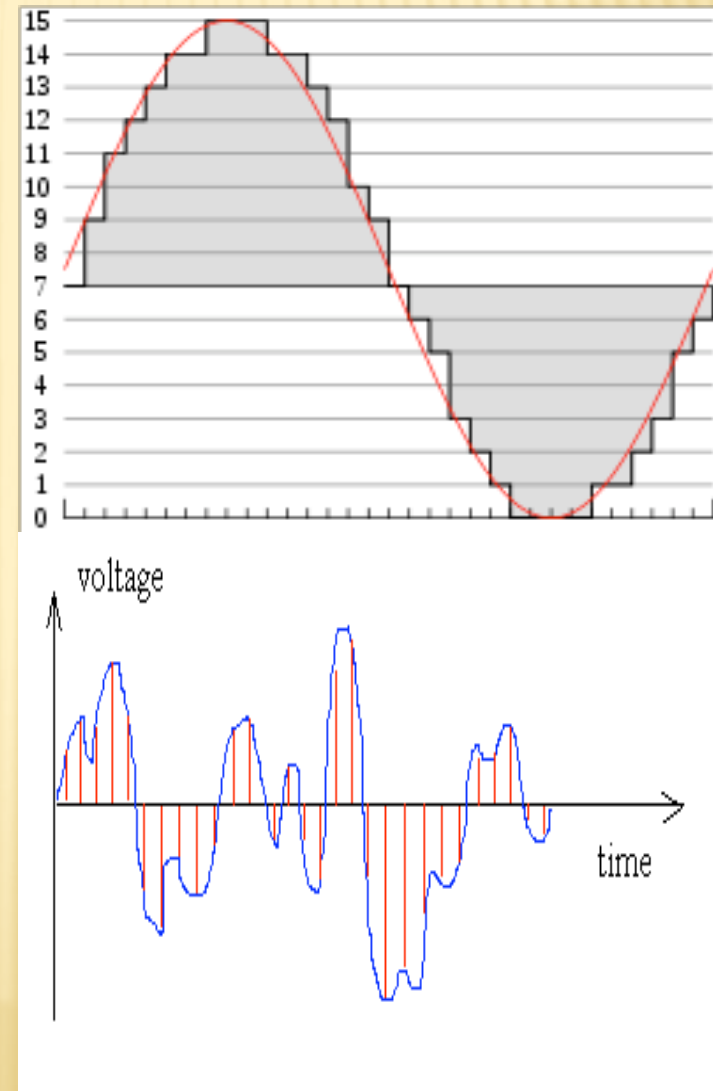
- ✘ zvok je *analogen* pojav spreminjanja zračnega pritiska, ki ga zaznava (človeško) uho
- ✘ preddigitalno:
  - + analogni signal zvoka smo preko mikrofona spremenil v analogni električni signal
  - + električni signal smo uporabili za proizvodnjo zvoka preko zvočnika



# ZAJEM PODATKOV – ZVOK

## ✘ digitalno:

- + še vedno zajamemo zvok, a le v diskretnih trenutkih – zajamemo odmik (amplitudo, jakost, energijo)
- + amplitudi pretvorimo v n-bitno številko
- + izziv: poiščite program audacity, ga namestite in v njem zajemite ter obdelajte zvok.



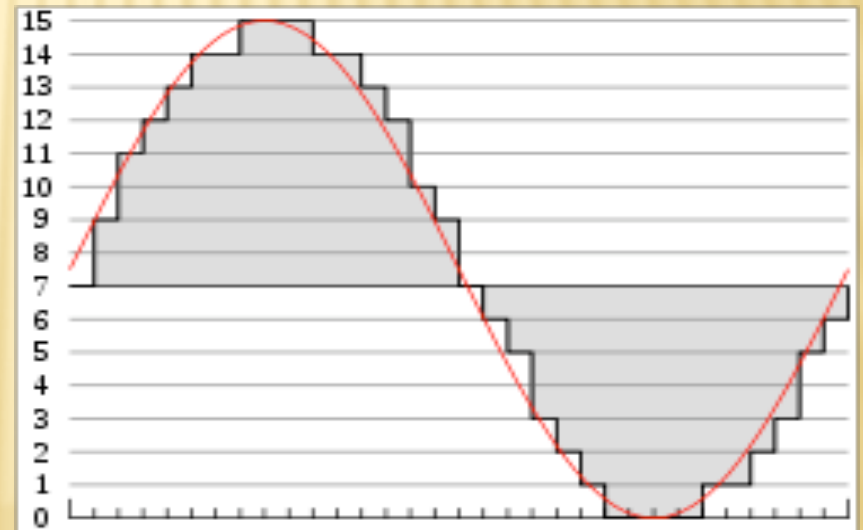


# ZAJEM PODATKOV – ZVOK

- ✗ zvok seveda ni preprost sinusen pojav, ampak je linearna kombinacija večih sinusnih signalov:

$$\sum_k a_k \sin(k\omega)$$

- ✗ digitalni zajem ne sme izgubiti (preveč) informacije o signalih



# ZAJEM PODATKOV – ZVOK

---

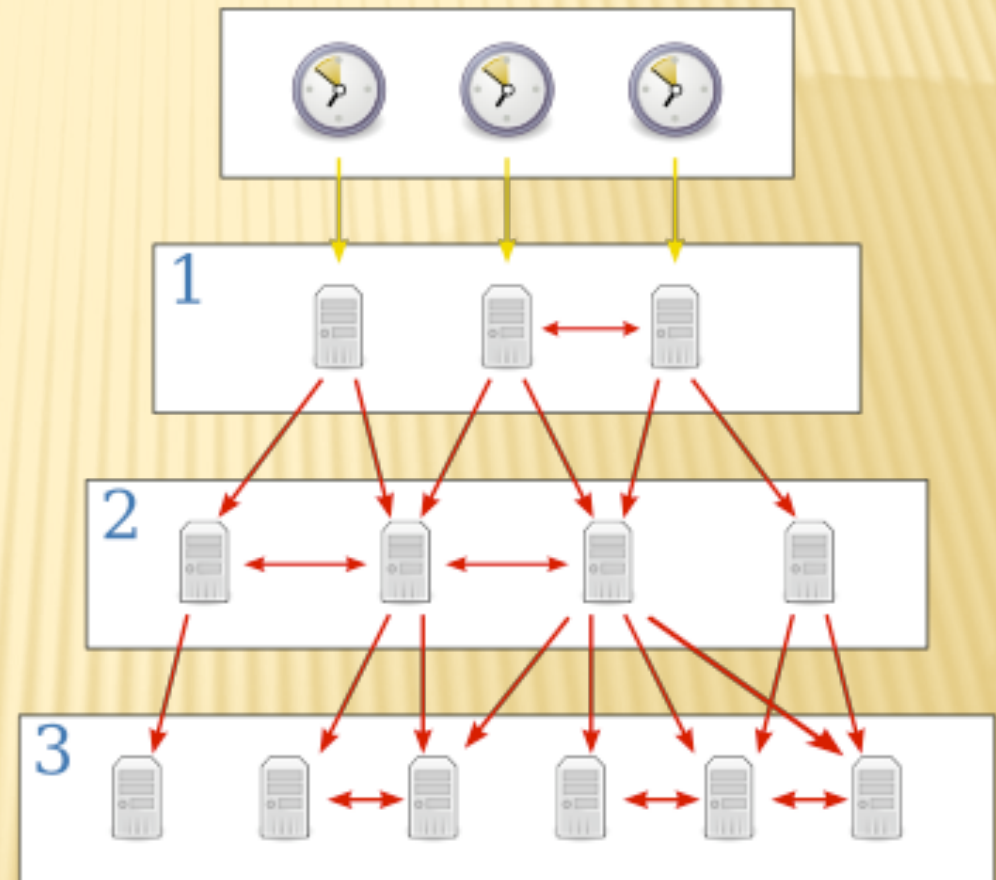
- ✘ problem vzorčenja (Nyquist-ova frekvenca)
  - ✘ izziv: zakaj se vrtijo v filmih kolesa včasih nazaj, avto ali voz pa se premika naprej?
- ✘ človeško uho zaznava frekvence približno od 20Hz do 22kHz
  - ✘ izziv: kakšna je frekvenca vzorčenja za wav datoteke?
- ✘ človeško uho ne zazna določene kombinacije signalov
  - + mp3 stiskanje
  - + izziv: poiščite program z vmesnikom z ukazne vrstice za mp3 stiskanje za Unix in ga namestite?

# ZAJEM PODATKOV – SLIKA

- × problem digitalizacije ene slike in nato filma
- × digitalizacija slike:
  - + vsaka točka na zaslonu ima svojo vrednost, ki je tri razsežnostni vektor
  - + izziv: katere so lahko tri razsežnosti vektorja (več možnosti)? Kaj pomenijo?
  - + izziv: preverite različne standarde kot so jpg, gif, png, bmp in jih komentirajte. Kako je s pretvorbo med njimi?
- × tako digitalizirana slika predstavlja primer ene amplitude pri zvoku
- × problem časovne digitalizacije je podoben / enak kot pri zvoku
  - + človeško oko zazna neprekinjeno premikanje, če mu posredujemo vsaj med 23 do 25 slikic na sekundo
  - + izziv: kakšne so standardne hitrosti vzorčenja? Jih je več in kje se uporabljajo? Zakaj so različne?
  - + izziv: preverite različne standarde zapisov filma in jih komentirajte. Kako je s pretvorbo med njimi?

# OMREŽNI ČAS

- ✘ včasih moramo uskladiti čas med večimi oddaljenimi sistemi
- ✘ problem zakasnitve prenosa podatka
- ✘ uporabimo lahko več sistemov hkrati



# PROTOKOL NTP

---

- ✘ definiran v RFC 5905, *Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification*
  - ★ **obvezno: poiščite ga na spletu ter ga preberite – literatura!**
  - ★ **izziv: poiščite še ostale RFC dokumente, ki se ukvarjajo z ntp ter preverite, kaj piše v njih. Poiščite opis Marzullovega algoritma.**

# PROGRAMSKA OPREMA

- ✘ na FreeBSD: ntpd
- ✘ konfiguracija v /etc/ntp.conf
  - izziv: poiščite priročnik ter poženite odjemalca. Ročno premaknite čas in opazujte, kaj se dogaja.
  - izziv: kako uporabljati ntp na OS Windows?

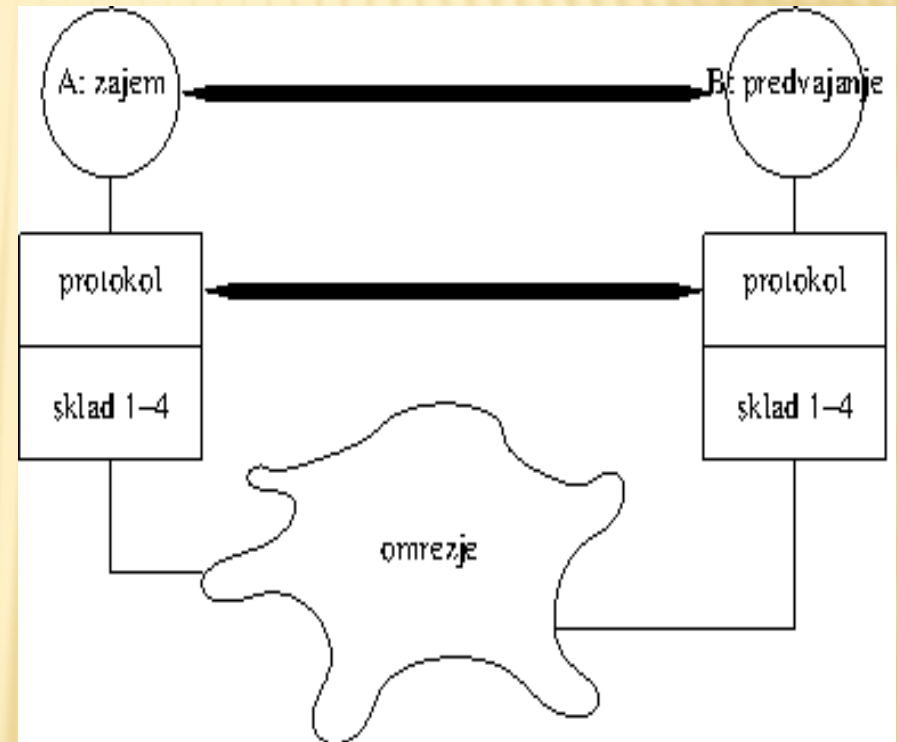
```
server ntplocal.example.com prefer
server timeserver.example.org
server ntp2a.example.net
```

```
driftfile /var/db/ntp.drift
```

- izziv: poiščite ntp strežnike v Sloveniji?

# PRENOS OD A DO B

- ✗ možne rešitve:
  - + A posname dogodke in časovne značke in pošlje datoteko B
  - + A, ko posname dogodek, ga opremi s časovno značko in ga takoj pošlje B
  - + nekaj vmes
- ✗ osnovni vir težav je omrežje



# VPLIV OMREŽJA

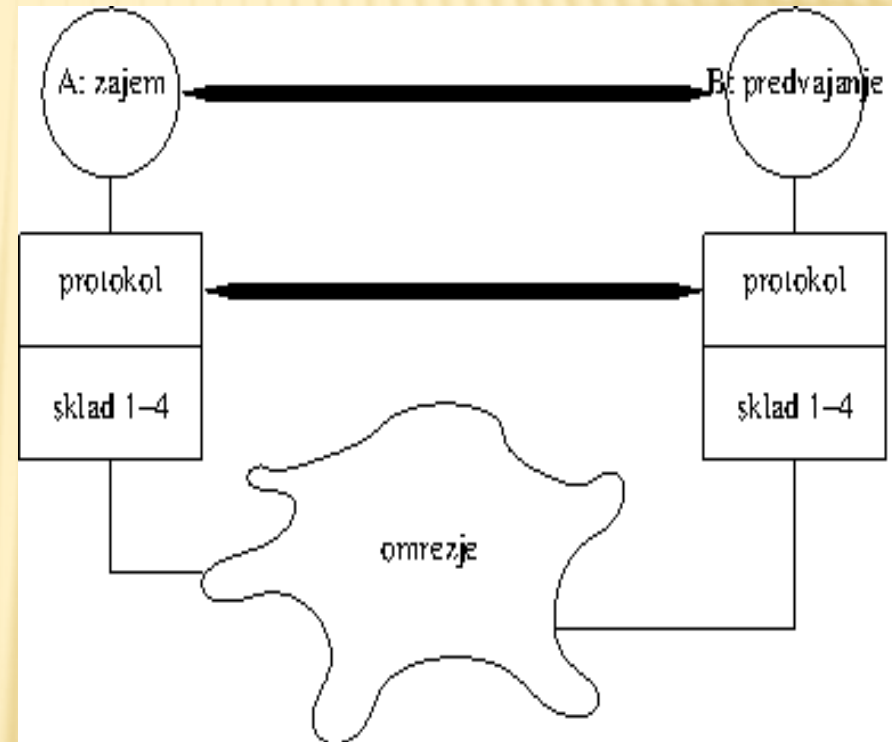
---

- ✘ naše omrežje je paketno
  - + vsak paket lahko potuje po drugi poti
  - + vsak paket lahko potuje različno dolgo
    - ✘ problem latence – ni tako velik pri enosmernem prometu
  - + nekateri paketi se lahko izgube
  
- ✘ dva problema:
  - + kaj narediti z izgubljenimi paketi
    - ✘ prenosna plast ali aplikacija skrbi za izgubljeno
  - + kaj narediti z neenakomerno prihajajočim paketi
    - ✘ nekateri paketi preprosto zamudijo



# VPLIV OMREŽJA

- ✘ dva problema:
  - + kaj narediti z izgubljenimi paketi
  - + kaj narediti z neenakomerno prihajajočim paketi
- ✘ rešitev:
  - + zamujene pakete obravnavati kot izgubljene
  - + protokol naj poskrbi za časovno izravnavo
  - + aplikacija naj poskrbi za izgubljene pakete



# PROTOKOL RTP

---

- ✘ definiran v RFC 3550, *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*
  - ★ **obvezno: poiščite ga na spletu ter ga preberite – literatura!**
  - ★ **izziv: poiščite še ostale RFC dokumente, ki se ukvarjajo s tftp ter preverite, kaj piše v njih.**
- ✘ osnovne funkcionalnosti:
  - + skrbi za pravo zaporedje paketov
  - + skrbi za časovne značke dogodkov

# PROTOKOL RTP

---

## × dodatne funkcionalnosti:

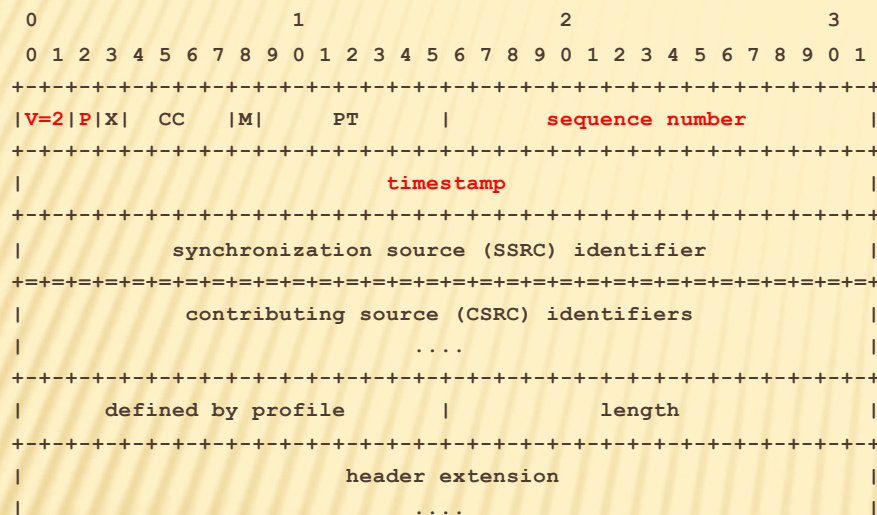
- + ena povezava lahko prenaša več podatkovnih tokov (virov dogodkov): zvok levi, zvok desni, ...; slika desnega očesa, slika levega očesa; podnapisi, ...
- + identifikator vira / seje in njegov sinhronizacijski vir
- + poseben element – mešalec (*mixer*), ki lahko združuje več sej v eno sejo
- + v združeni seji, komu v resnici pripada poslani paket

# RTP – NEKAJ PODROBNOSTI

---

- ✘ rtp protokol je »prenosni« protokol, ki služi prenosu podatkov
  - + ne vključuje ukazov za začetek povezave in vzdrževanje povezave
- ✘ rtp protokol omogoča aplikacijam prenos posebnih podatkov (za predvajanje zvoka, filma, ...) – profil
- ✘ za nadzor delovanja rtp protokola uporablja protokol rtcp (*RTP Control Protocol*) – isti RFC
- ✘ rtp na prenosni plasti uporablja nepovezavni način – UDP protokol

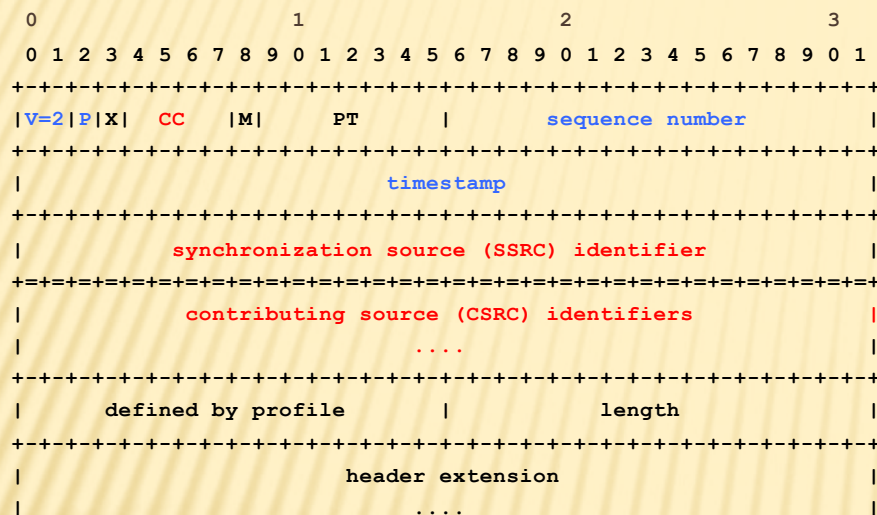
# RTP – OBLIKA PAKETA



## Osnova:

- **V** – verzija; 2
- **P** – zapolnitev (*padding*)
- **sequence number** – številčenje paketov poslanih v toku
- **timestamp** – časovna značka dogodka

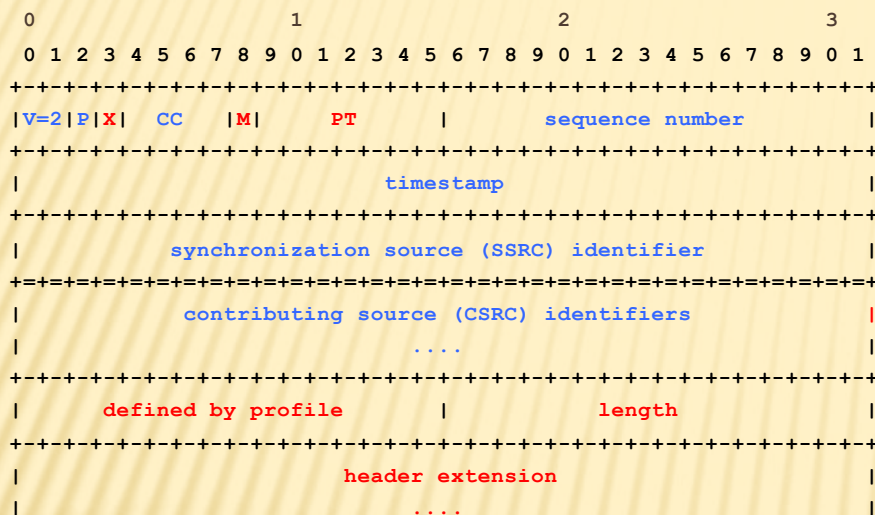
# RTP – OBLIKA PAKETA



dodatne funkcionalnosti:

- **SSRC** – identifikator vira (*Synchronization source*)
- **CC** – število mešanih virov
- **CSRC** – identifikatorji mešanih virov (*Contributing source*)

# RTP – OBLIKA PAKETA



višji protokol/aplikacija:

- **PT** – identifikacija protokola
- **M** – poseben bit za potrebe protokola
- **X** – ali je prisotna razširitev glave
- zadnji del je razširitev glave
- izziv: poiščite RFCje za opis posameznih protokolov (vrst prometa), ki uporabljajo RTP in jih primerjajte (npr. zvok, film, besedilo!, ...)

# NADZORNI PROTOKOL RTCP

---

- ✘ primerjaj analogijo med IP in IPCP
- ✘ opravlja štiri funkcije:
  1. sporoča o kakovosti prenašanega prometa (*RR: receiver report* in *SR: sender report*)
  2. dodaten opis vira toka dogodkov (*SDES: Source description items*)
  3. skrbi za pravilno gostoto pošiljanja sporočil o kakovosti prenosa
  4. prenaša lahko še dodatne podatke za potrebe aplikacije (*APP: Application-specific functions*)

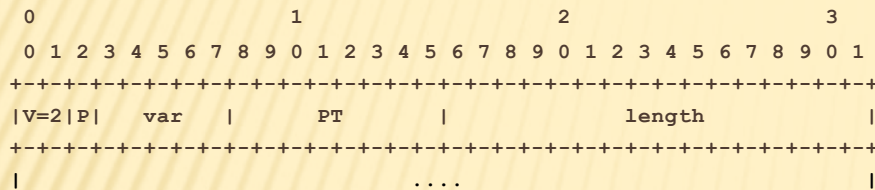


# NADZORNI PROTOKOL RTCP

---

- ✘ za potrebe RTCP je uprabljena stalna pasovna širina
- ✘ če je veliko sodelujočih strank (*multicast*), potem je gostota poročanja manjša
- ✘ izziv: kakšne vse podatke lahko prenaša RTCP o viru dogodkov? Kaj je to CNAME?
- ✘ izziv: kako izgleda poročilo o kakovosti prometa? Kakšne podatke vključuje?

# RTCP – OBLIKA PAKETA



- ✘ izziv: kakšna je vrednost var pri SR ukazu in kaj pomeni?
- ✘ izziv: Peter Zmeda je med branjem spletnih strani opazil, da obstaja nekakšna povezava med besedami RTP, freebsd in mplayer? Kakšna? Namestite mplayer in preizkusite njegovo delovanje.

- **V** – verzija; 2
- **P** – zapolnitev (*padding*)
- **PT** – ukaz: SR, RR, SDES, BYE, APP
- **var** – različne vrednosti v odvisnosti od ukaza

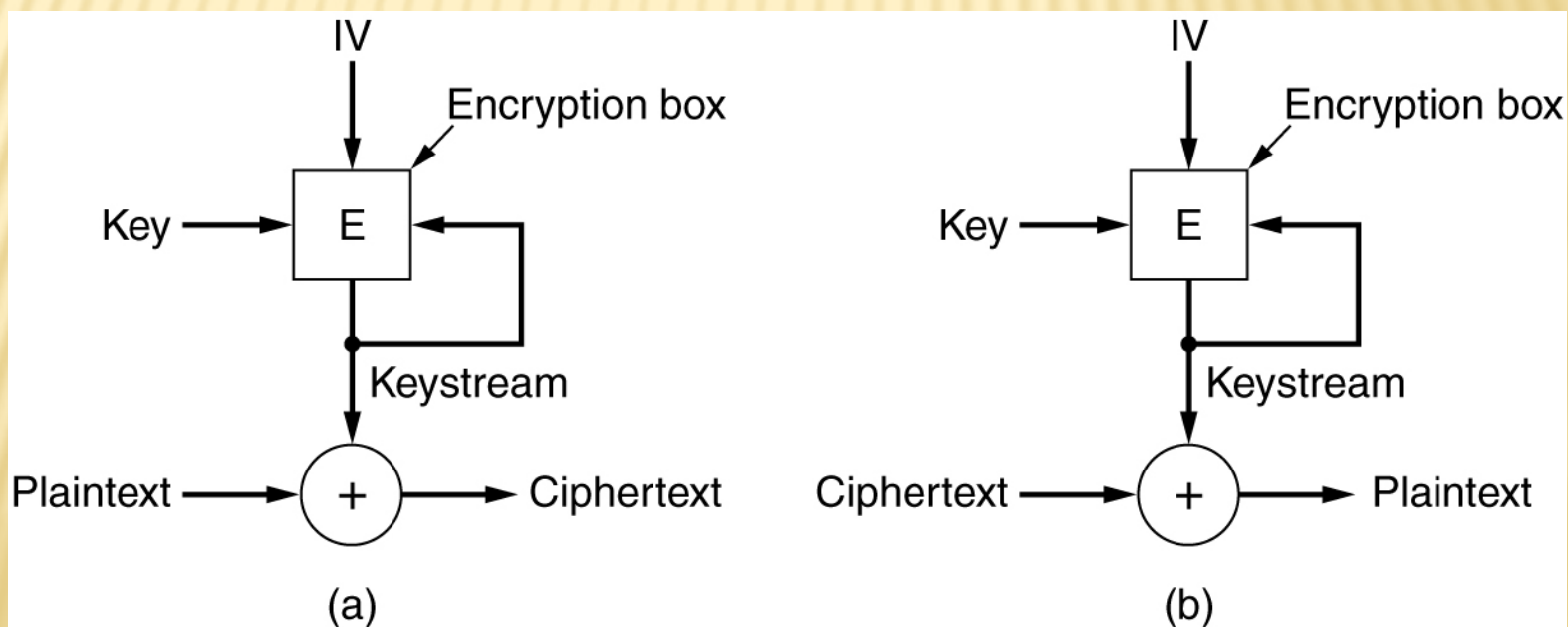
# VARNI RTP

---

- ✘ RTP protokol uporablja UDP prenos, ki nima ssl plasti
- ✘ zato moramo varnost za RTP dograditi sami
- ✘ nekako izmenjamo ključe, toda paketi se izgubljajo
- ✘ drugačen način kriptiranja: kriptiranje s tokom šifer

# KRIPTIRANJE S TOKOM ŠIFER

- ✘ začetna vrednost (IV) je poznana obema stranema
- ✘ obema stranema je poznan tudi ključ
- ✘ vsak paket se ločeno zakriptira
- ✘ + je preprosti xor ali kakšen podoben algoritem
- ✘ če se paket izgubi, samo v prazno zavrtimo E



# PROTOKOL SRTP

---

- ✘ definiran v RFC 3711, The Secure Real-time Transport Protocol (SRTP)

  - ★ *obvezno: poiščite ga na spletu ter ga preberite – literatura!*

  - ★ izziv: poiščite še ostale RFC dokumente, ki se ukvarjajo s srtp ter preverite, kaj piše v njih.

- ✘ zasnovan na RTP

- ✘ varnost dodana z kriptiranjem s tokom šifer

  - ✘ izziv: kako si obe strani izmenjata ključe?

  - ✘ izziv: v RFC je omenjena HMAC funkcija (tudi RFC 2104); kako deluje in kako se uporablja? Kaj je to f8, ki je omenjena v standardu?

# UPORABNIKI PROTOKOLA RTP

---

- ✘ beleženje dogodkov v (oddaljenih) laboratorijih (gridcc)
- ✘ IP telefonija – SIP
- ✘ oddaljeni VCR ali VoD
  - + uporablja protokol RTSP

# PROTOKOL RTSP

- × definiran v RFC 2326, Real Time Streaming Protocol (RTSP)
  - × *obvezno: poiščite ga na spletu ter ga preberite – literatura!*
  - × *izziv: poiščite še ostale RFC dokumente, ki se ukvarjajo s RTSP ter preverite, kaj piše v njih.*
- × osnovni ukazi: nastavi (*SETUP*), igray in/ali snemaj (*PLAY, RECORD*), počakaj (*PAUSE*) in zaključi (*TEARDOWN*)
- × še dodatni ukazi za nastavljanje in branje parametrov
- × primer uporabe na spletnih straneh:

`<a href="rtsp://tainta.isp.ponudnik/Dolina_miru">prelep slovenski film </a>`

- × „sorodnik” protokola http: podobna struktura ukazov (MIME)
  - × *izziv: eno od polj, ki jih odjemalec nastavi v zahtevi strežniku je transport. Kako izgleda, kaj pomeni in čemu služi?*
  - × *izziv: kje se vidi povezava med RTSP in RTP – na primer pri RTP smo imeli v glavi SSRC polje; ali obstaja tudi pri RTSP in če da, kje ter kako izgleda?*

# PROGRAMSKA OPREMA

---

- ✘ eden prvih odprtokodnih strežnikov je Darwin
- ✘ kaj pa odjemalec?
  - izziv: poiščite strežnik in si ga namestite na vašem FreeBSD/Linux sistemu. Dodajte spletno stran za ponudbo filmov iz vaše filmoteke.



# ZAKLJUČEK

---

- ✘ ogledali smo si, kaj to pravzaprav pomeni „stvarni čas“ in kako nastavljamo čas na svojem računalniku
- ✘ kaj je to dogodek in kaj praktično pomeni prenos podatkov o dogodkih v stvarnem času
- ✘ spoznali smo RTP/RTCP protokol ter njegovo varno inačico SRTP
- ✘ ogledali smo si še uporabo RTP protokola za primer VoD, ki uporablja protokol RTSP
  
- ✘ Naslednjič: razpošiljanje (*multicasting*)
  
- ✘ Uh, kako pa aplikacija rokuje z izgubljenimi paketi (glej naloge prepuščene aplikaciji)?