
Transportná vrstva

UDP

TCP

RTP, RTCP, ...

Transportná vrstva

- spoľahlivý transport dát zo zdrojového do cieľového uzla nezávisle od využitej fyzickej siete alebo sietí
- služby používateľom - procesom v aplikačnej vrstve
- transportná entita - hardvér al. softvér v transportnej vrstve

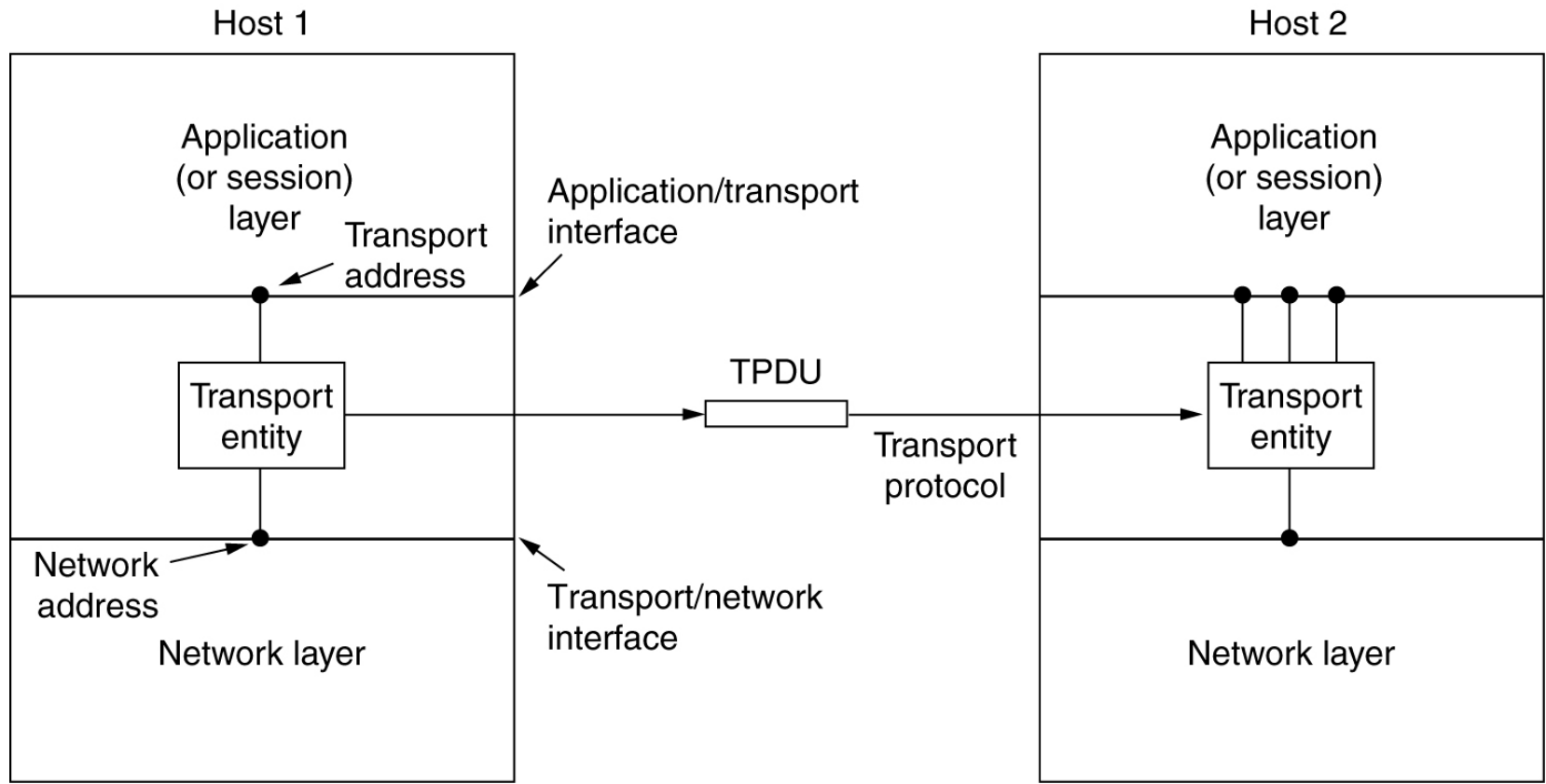
Transportná vrstva

- ❑ transportná služba:
 - spojovo orientovaná
 - bez spojovej orientácie
- ❑ adresovanie a riadenie toku dát
- ❑ kód transportnej vrstvy beží na používateľských počítačoch

- ❑ vrstvy 1-4 - transport service provider
- ❑ vrstvy 5-7 - transport service user

Služby poskytované vyšším vrstvám

Logický vzťah sieťovej, transportnej a aplikačnej vrstvy:

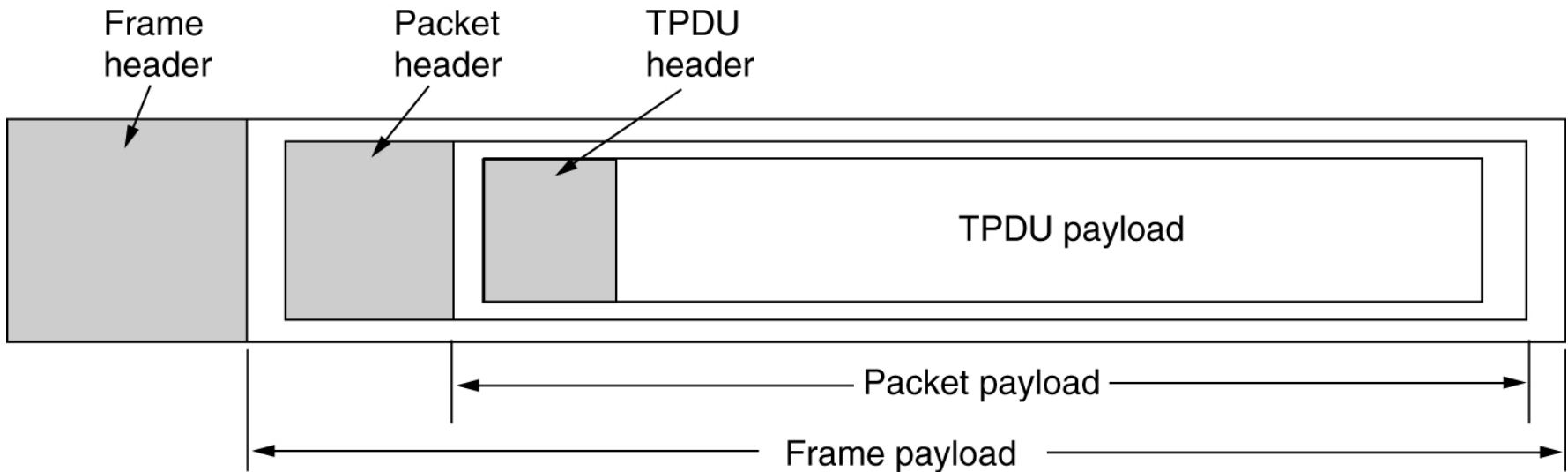


Primitívy jednoduchéj transportnej služby

Primitive	TPDU sent	Meaning
LISTEN	none	Block until some process tries to connect
CONNECT	CONNECTION REQUEST	Actively attempt to establish a connection
SEND	DATA	Send information
RECEIVE	none	Block until a Data TPDU arrives
DISCONNECT	DISCONNECTION REQ.	This side wants to release the connection

Rámec, paket, TPDU

- TPDU - trasportná PDU:



Berkeley Sockets

- Scket

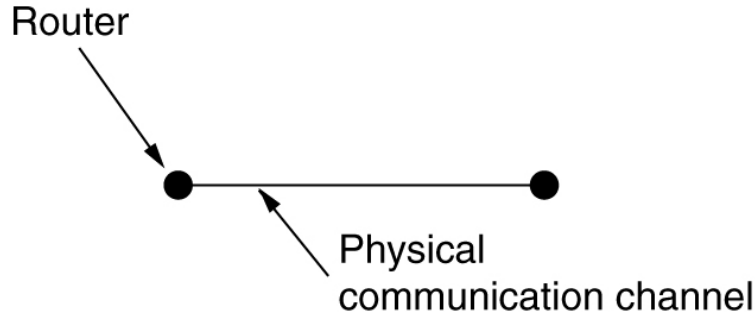
- Primitívy sokerov pre TCP:

Primitive	Meaning
SOCKET	Create a new communication end point
BIND	Attach a local address to a socket
LISTEN	Announce willingness to accept connections; give queue size
ACCEPT	Block the caller until a connection attempt arrives
CONNECT	Actively attempt to establish a connection
SEND	Send some data over the connection
RECEIVE	Receive some data from the connection
CLOSE	Release the connection

Winsock

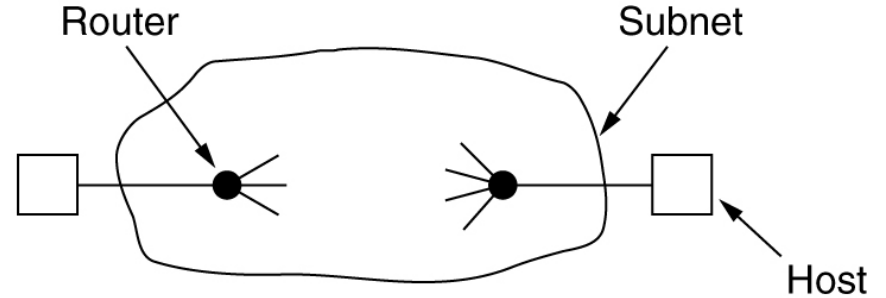
- Sokety pre MS Windows
 - rozhranie je implementované v podobe špecifikácie Winsock (Windows Sockets)
 - dostupné v dynamickej knižnici funkcií winsock.dll

Transportný protokol



(a)

(a) Prostredie linkovej vrstvy



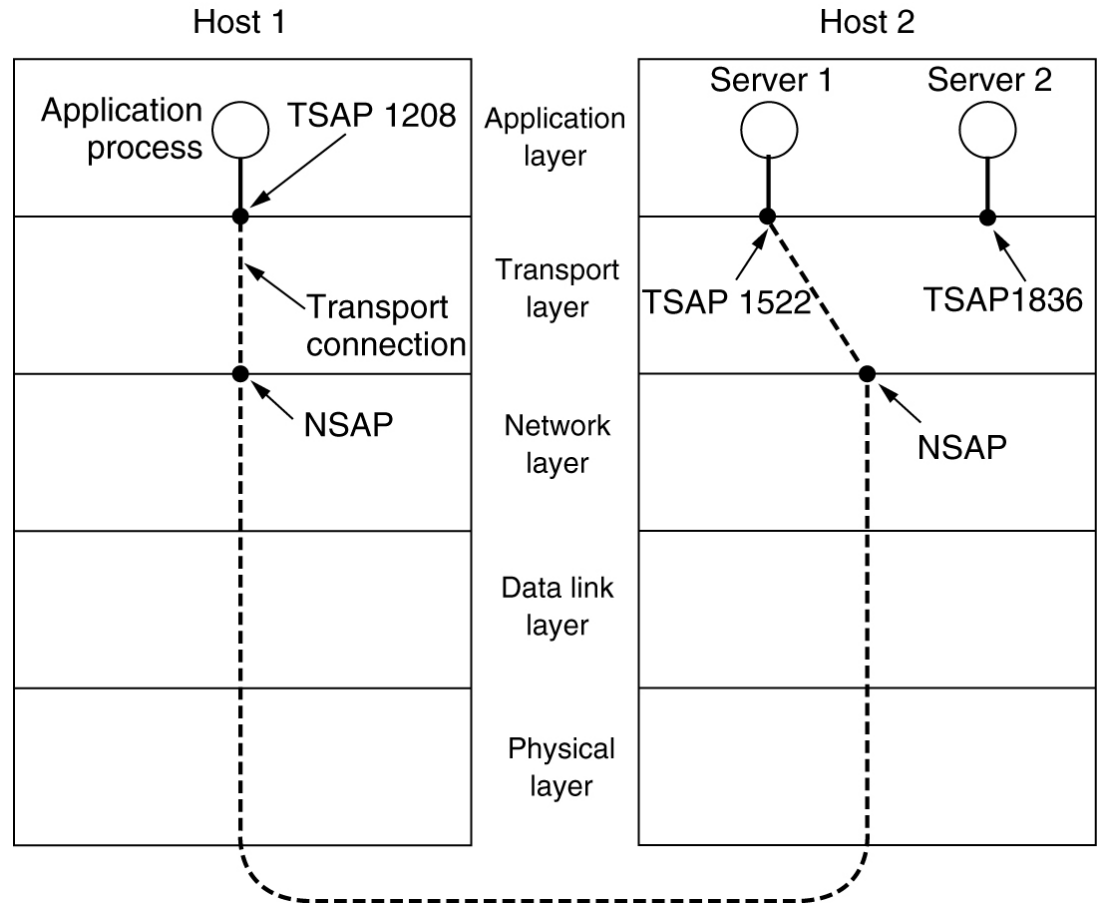
(b)

(b) Prostredie transportnej vrstvy

- transportná vrstva <-> linková vrstva
 - adresovanie
 - počiatkové vytvorenie spojenia
 - možná existencia pamäťovej kapacity podsiete
 - buffering a riadenie toku dát

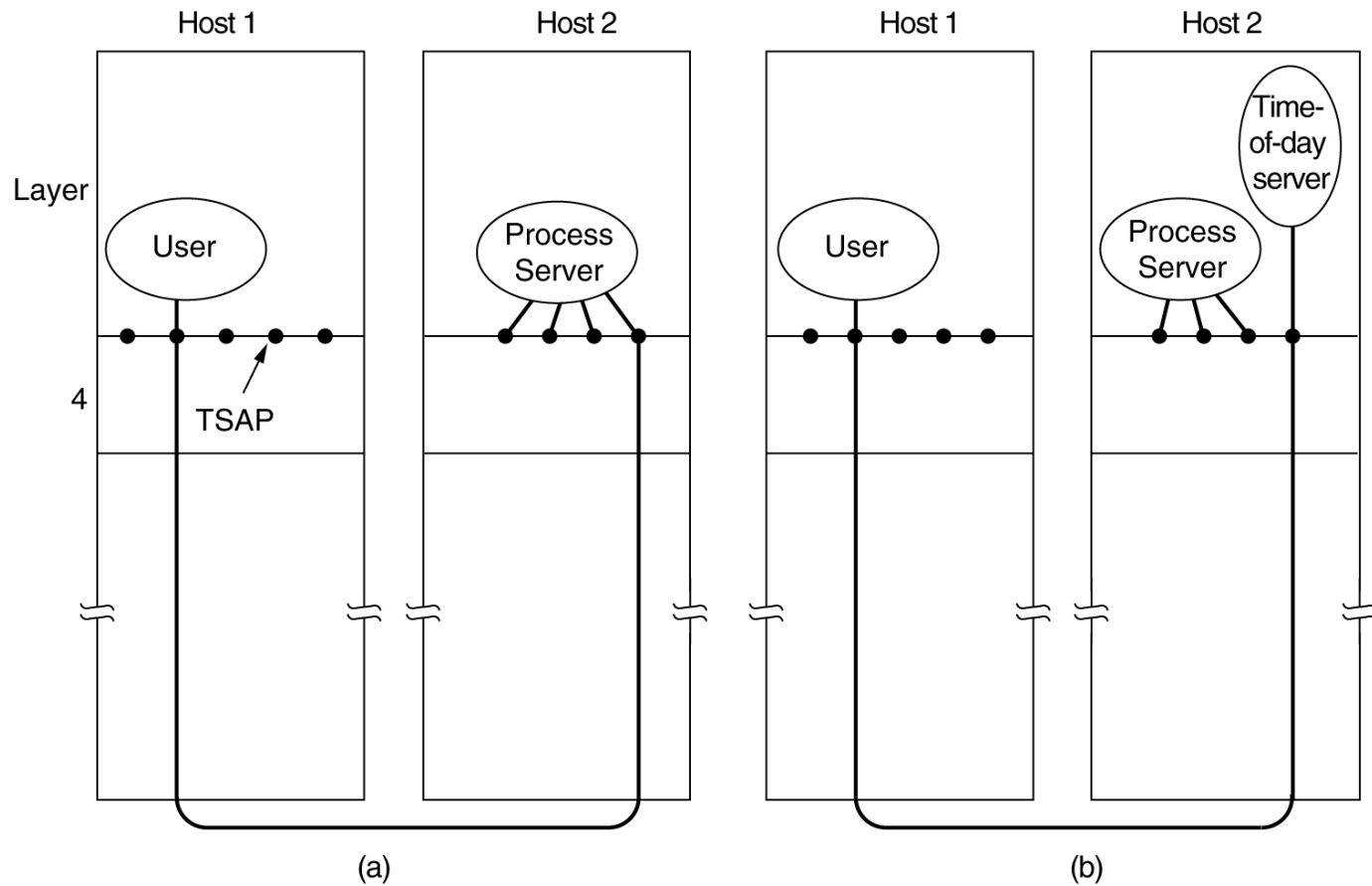
Adresovanie

- TSAP (Transport Service Access Point)
- Internet:
 - pár (IP adresa, lokálny port)
- ATM:
 - pár (AAL, SAP)
- stabilné adresy - uvedené na známych miestach (UNIX: /etc/services)



TSAP (Transport Service Access Point), NSAP (Network Service Access Point) a transportné spojenia

Vytvorenie spojenia



(a) Initial connection protocol

(b) name server, directory server

Transportné protokoly Internetu: UDP

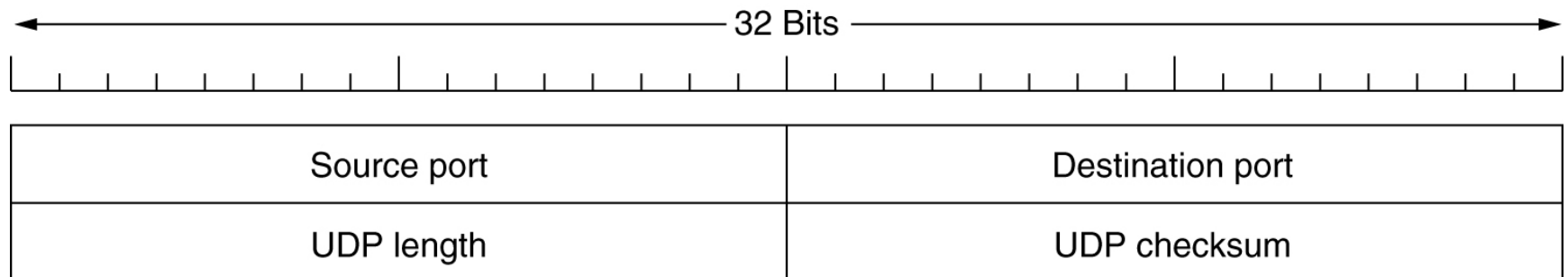
UDP - User Datagram Protocol

RTP - Real-Time Transport Protocol

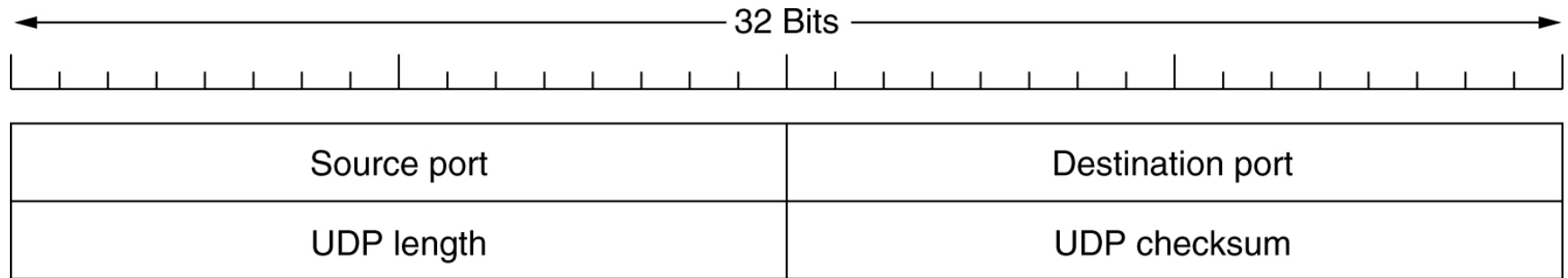
RTCP: Real-Time Transport Control Protocol

UDP - User Datagram Protocol

- UDP - protokol bez spojovej orientácie
- možnosť aplikácie poslať enkapsulované IP datagramy bez vytvorenia spojenia
- RFC 768
- UDP segment: 8B hlavička + inf. pole
- Hlavička UDP:



UDP



- zdrojový a cieľový port
 - identifikácia koncových bodov v uzle zdroja a cieľa
- UDP length:
 - 8B hlavička + dáta
- UDP checksum:
 - voliteľné pole

UDP

- UDP nerobí:
 - riadenie toku
 - riadenie chybovosti
 - znovuvysielanie pri prijme zlého segmentu

- UDP robí:
 - rozhranie k IP protokolu s demultiplexovaním viacerých procesov použitím portov

 - aplikácie klient-server (krátka požiadavka klienta s očakávaním krátkej odpovede)
 - napr.: DNS

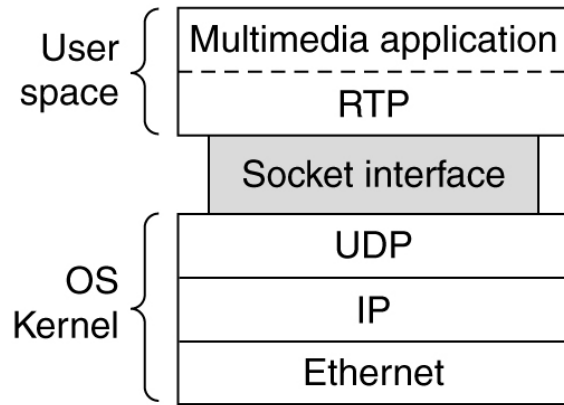
RTP - Real-Time Transport Protocol

- využitie UDP pre multimedialne aplikacie v reálnom čase
- RFC 1889

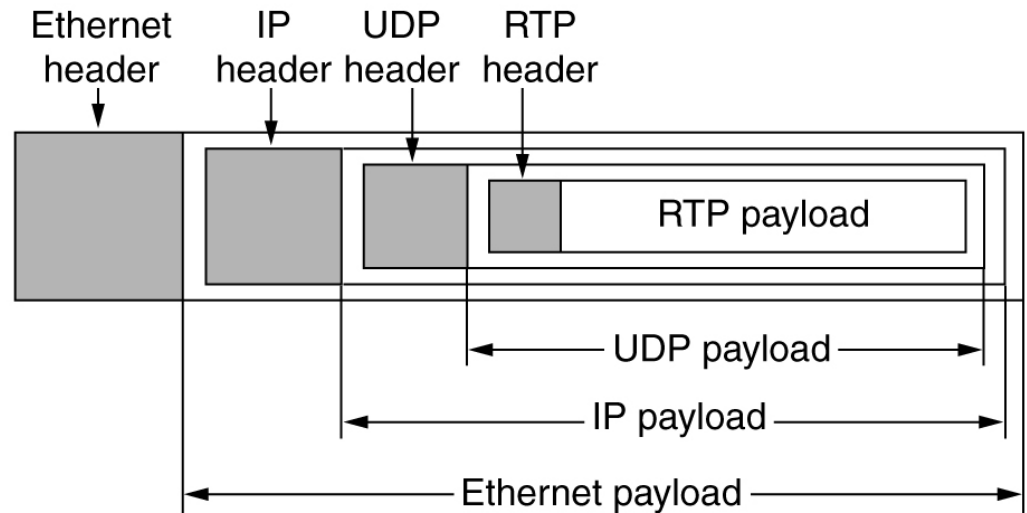
- RTP - transportný protokol pre aplikácie v reálnom čase (internetové rádio, internetová telefónia, videokonferencie,...)

- pozícia RTP v protokolovom zásobníku:
 - v používateľskom priestore, využíva UDP

RTP



(a)



(b)

(a) Umiestnenie RTP v protokolovom zásobníku

(b) Zapuzdrenie paketov

- RTP - transportný protokol v aplikačnej vrstve

RTP a QoS

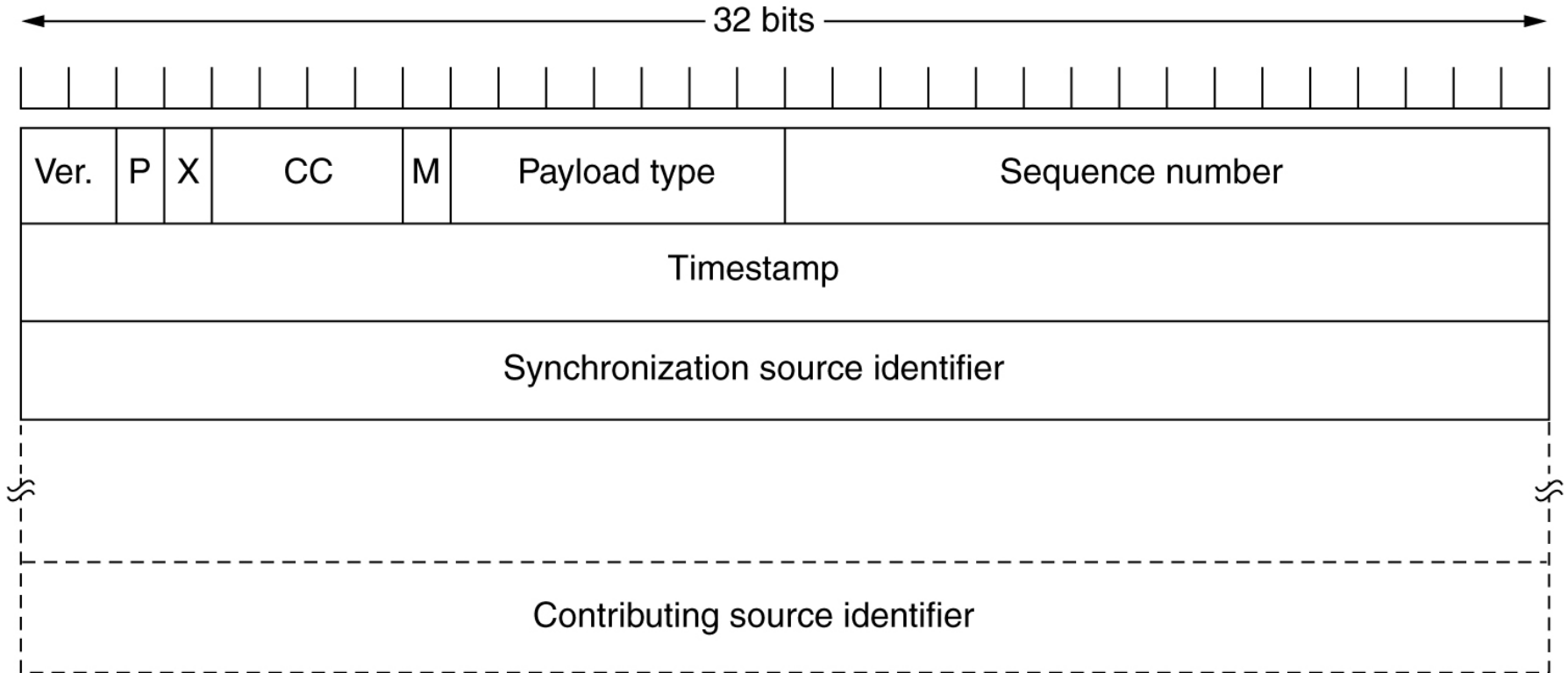
- RTP - multiplexovanie niekoľkých signálov v reálnom čase do prúdu UDP paketov
- unicasting alebo multicasting
- RTP využíva UDP - bez zabezpečenia QoS
- každému RTP paketu sa inkrementuje sekvenčné číslo - chýbajúce údaje sa interpolujú
- RTP nemá riadenie toku dát, riadenie chybovosti, potvrdenia, mechanizmy na vyžiadanie znovuvyslania

RTP a QoS

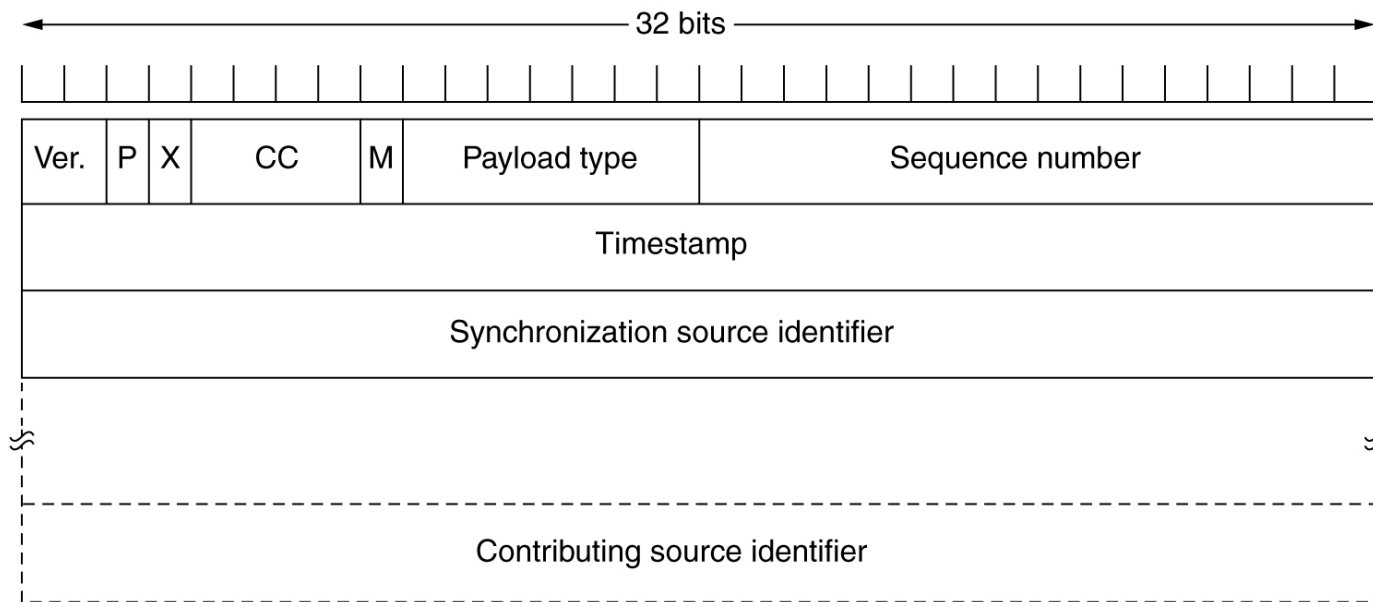
- RTP definuje PROFILY
 - pre každý profil niekoľko formátov kódovania
 - info o kódovaní - pole Payload type v hlavičke RTP

- timestamping
 - časovú značka prvej vzorky v každom pakete
 - znižuje jitter, umožňuje synchronizáciu

Hlavička RTP

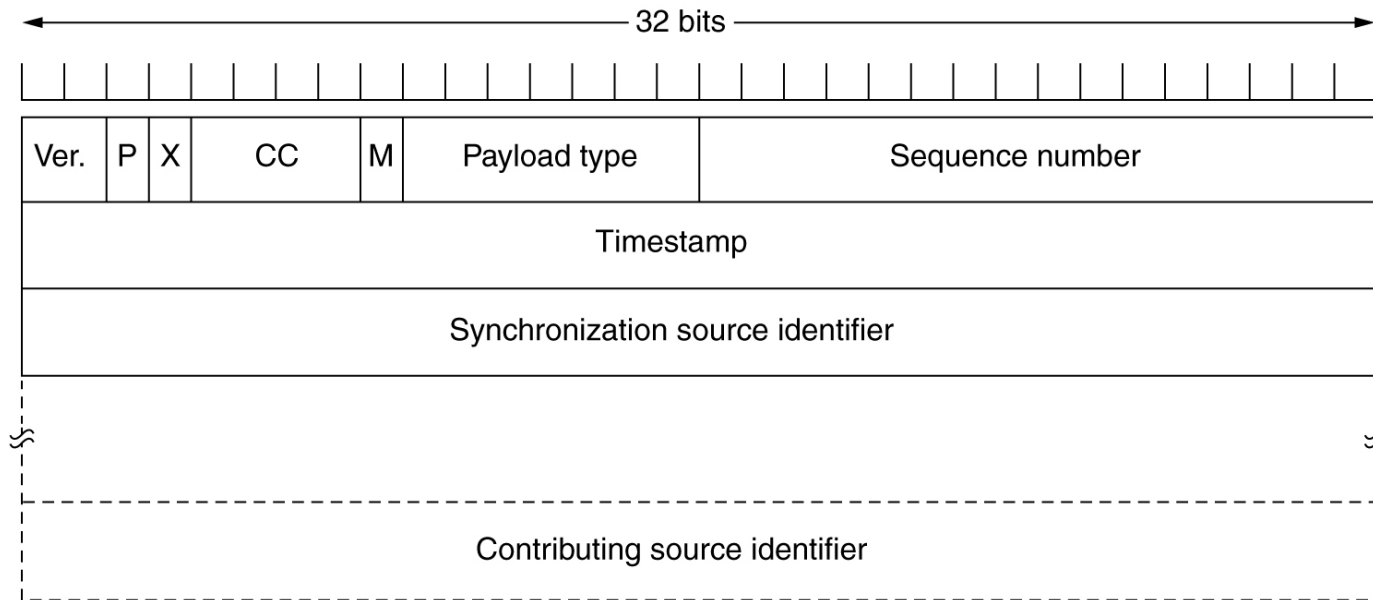


Hlavička RTP



- Version
- P - padding paketu
- X - prítomnosť rozšírenia hlavičky
- CC - počet prispievajúcich zdrojov
- M - marker bit, špecifický aplikácii
- Payload type - použitý kódovací algoritmus
- Sequence number - počítadlo

Hlavička RTP



- Timestamp - časová značka
- Synchronization source identifier - ktorému prúdu paket patrí (multiplex a demultiplex viacerých dátových prúdov)
- Contributing source identifier - voliteľné, zoznam mixovaných prúdov

RTCP: Real-Time Transport Control Protocol

- podpora RTP
 - spätná väzba
 - oneskorenie, jitter, šírka pásma, preťaženie, ...
 - synchronizácia
 - rôzne prúdy využívajú rôzne časovanie
 - používateľské rozhranie
 - pomenovanie zdrojov - ASCII text
 - transport dát nie

Transportné protokoly Internetu: TCP

TCP - Transmission Control Protocol

TCP

- spoľahlivé end-to-end spojenie cez niekoľko prepojených podsietí
- RFC 793, 1122, 1323
- TCP entita akceptuje prúd používateľských dát z lokálnych procesov, delí ich na časti a posiela každú časť ako samostatný IP datagram
- časovače, znovuvysielanie, preusporiadanie do správneho poradia

TCP model služieb

- TCP služba:
 - vytvorenie soketov
 - spojenie identifikované dvojicou (socket1, socket2)

- socket
 - číslo (adresa) socketu: IP adresa uzla + port môže sa využiť súčasne pre viac spojení
 - < 1024: známe porty pre štandardné služby

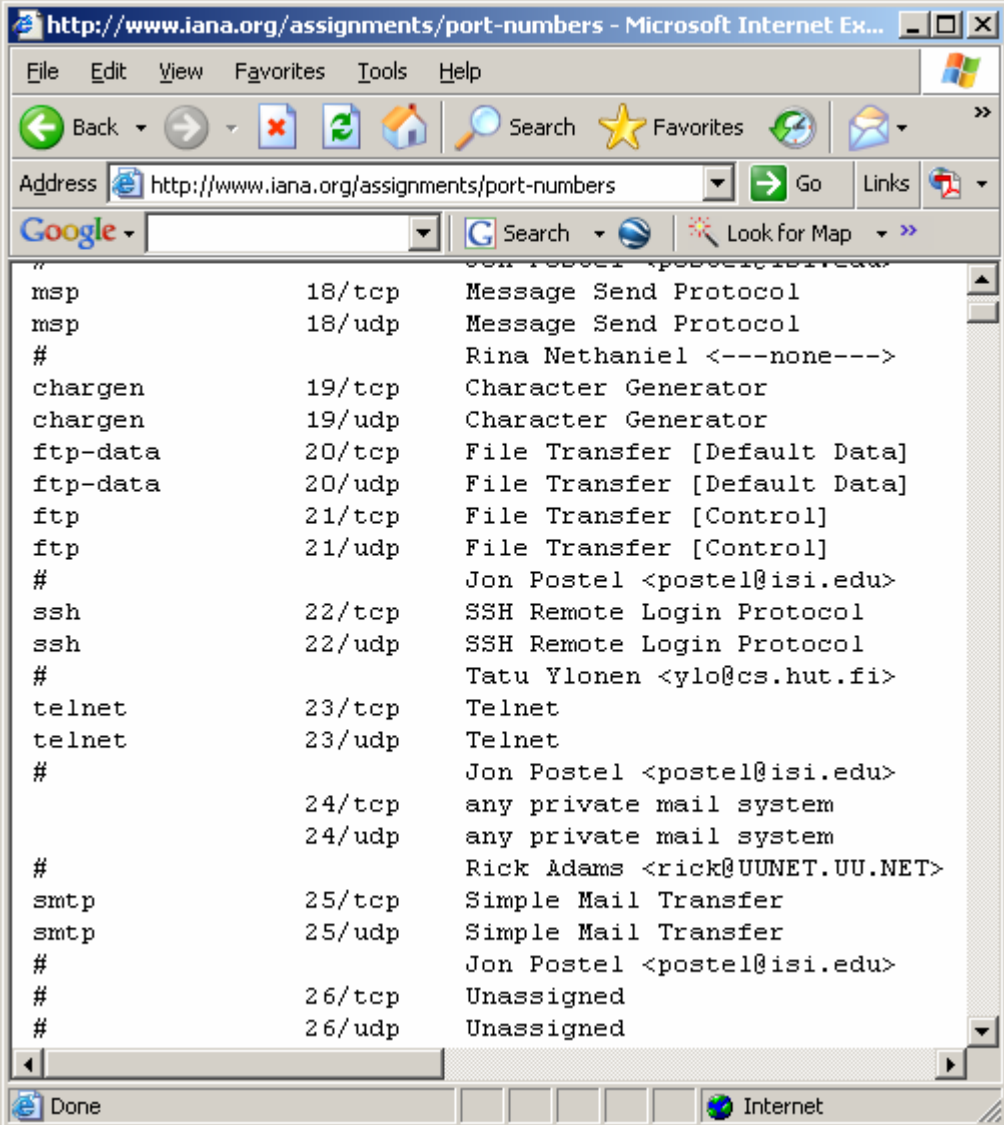
TCP model služieb

- Niektoré známe čísla portov:

Port	Protocol	Use
21	FTP	File transfer
23	Telnet	Remote login
25	SMTP	E-mail
69	TFTP	Trivial File Transfer Protocol
79	Finger	Lookup info about a user
80	HTTP	World Wide Web
110	POP-3	Remote e-mail access
119	NNTP	USENET news

TCP model služieb

- Čísla portov:



misp	18/tcp	Message Send Protocol
misp	18/udp	Message Send Protocol
#		Rina Nathaniel <---none--- ></td
chargen	19/tcp	Character Generator
chargen	19/udp	Character Generator
ftp-data	20/tcp	File Transfer [Default Data]
ftp-data	20/udp	File Transfer [Default Data]
ftp	21/tcp	File Transfer [Control]
ftp	21/udp	File Transfer [Control]
#		Jon Postel <postel@isi.edu>
ssh	22/tcp	SSH Remote Login Protocol
ssh	22/udp	SSH Remote Login Protocol
#		Tatu Ylonen <ylo@cs.hut.fi>
telnet	23/tcp	Telnet
telnet	23/udp	Telnet
#		Jon Postel <postel@isi.edu>
	24/tcp	any private mail system
	24/udp	any private mail system
#		Rick Adams <rick@UUNET.UU.NET>
smtp	25/tcp	Simple Mail Transfer
smtp	25/udp	Simple Mail Transfer
#		Jon Postel <postel@isi.edu>
#	26/tcp	Unassigned
#	26/udp	Unassigned

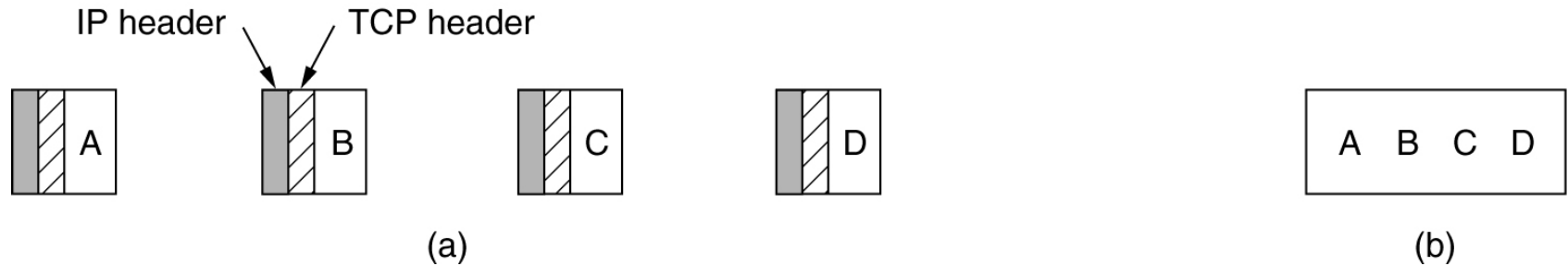
TCP model služieb

- Možnosti:
 - priradenie démonov k portom v čase bootovania
 - jediný démon v čase bootovania - inetd (Internet daemon) v UNIXe

- TCP spojenia
 - plný duplex, point-to-point (multipoint nie, TCP nepodporuje multicast ani broadcast)

TCP model služieb

- TCP spojenie je prúd bajtov, nie prúd správ
- napr. vysielací proces predáva TCP prúdu 4 segmenty po 512B:



(a) 4 segmenty po 512B

(b) 2048 B dát doručených aplikácii

Protokol TCP: TCP segment, MTU

- 32bitové sekvenčné čísla
 - číslovaný je každý bajt TCP prúdu
 - samostatné 32 bitové čísla pre potvrdenia a pre oknové mechanizmy

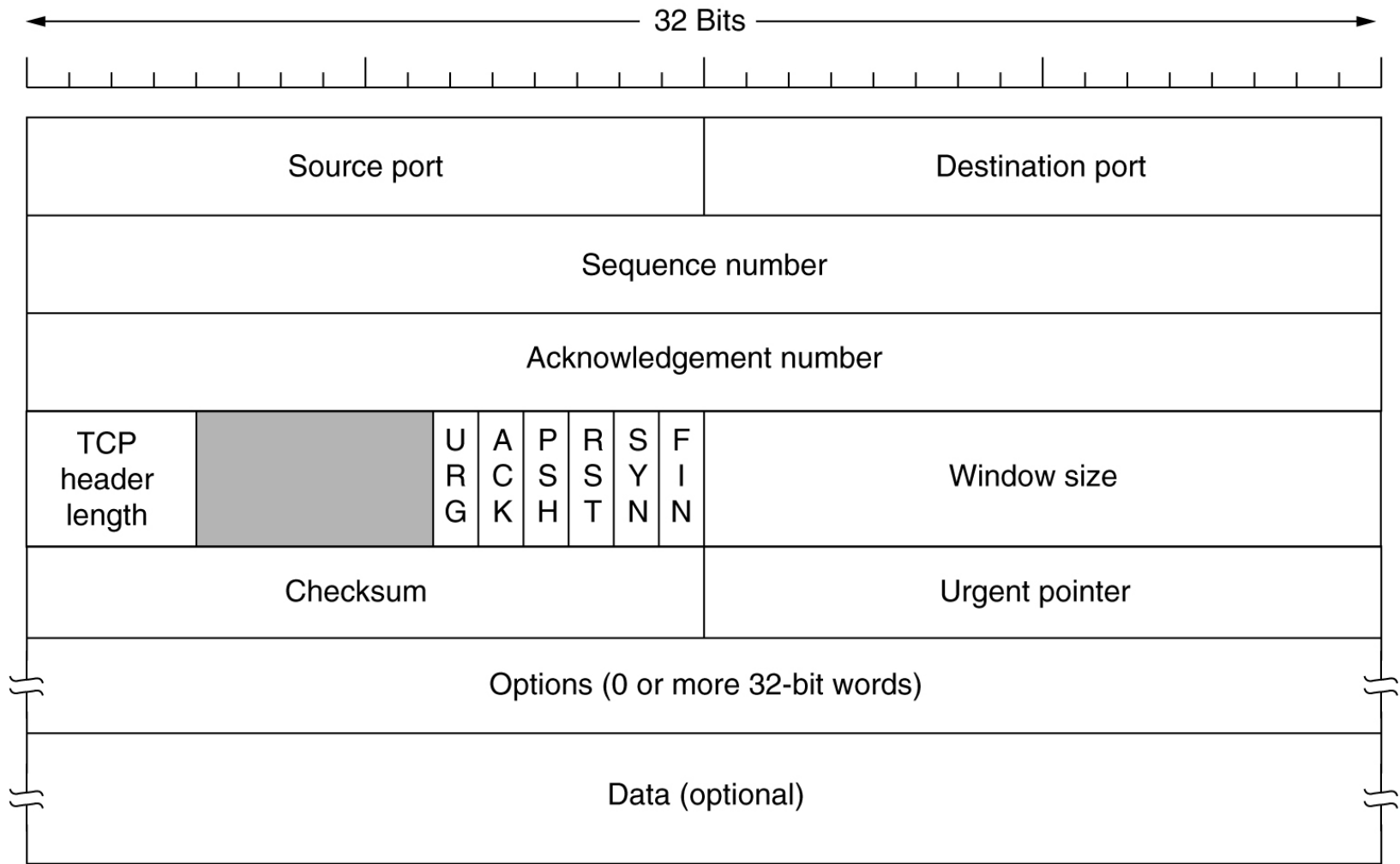
TCP segment - výmena dát medzi TCP entitami

- 20 B hlavička (plus voliteľná časť)+dáta v inf. poli (0 al. viacero B)
- ohraničenie dĺžky segmentu
 - TCP segment < IP payload
 - segment sa musí zmestiť do MTU danej sieť (MTU, max. transfer unit)

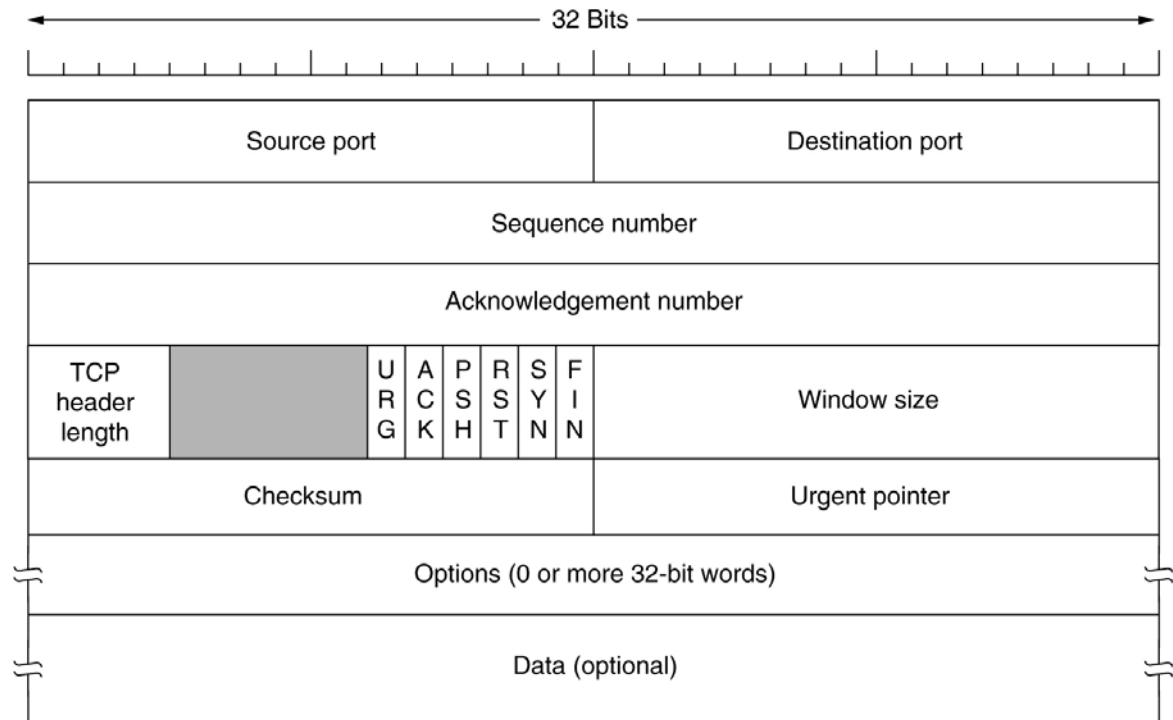
Protokol TCP

- sliding window
 - nie jednoduché:
 - segmenty môžu prísť mimo poradia
 - oneskorenie - potom znovuvyslanie, môže byť s iným rozsahom bajtov

Hlavička TCP segmentu

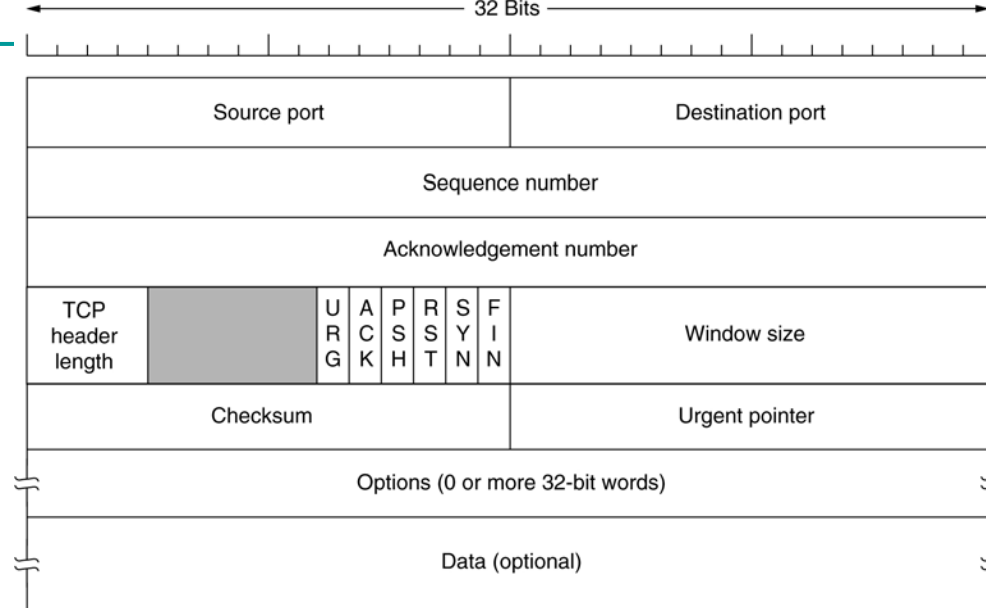


Hlavička TCP segmentu



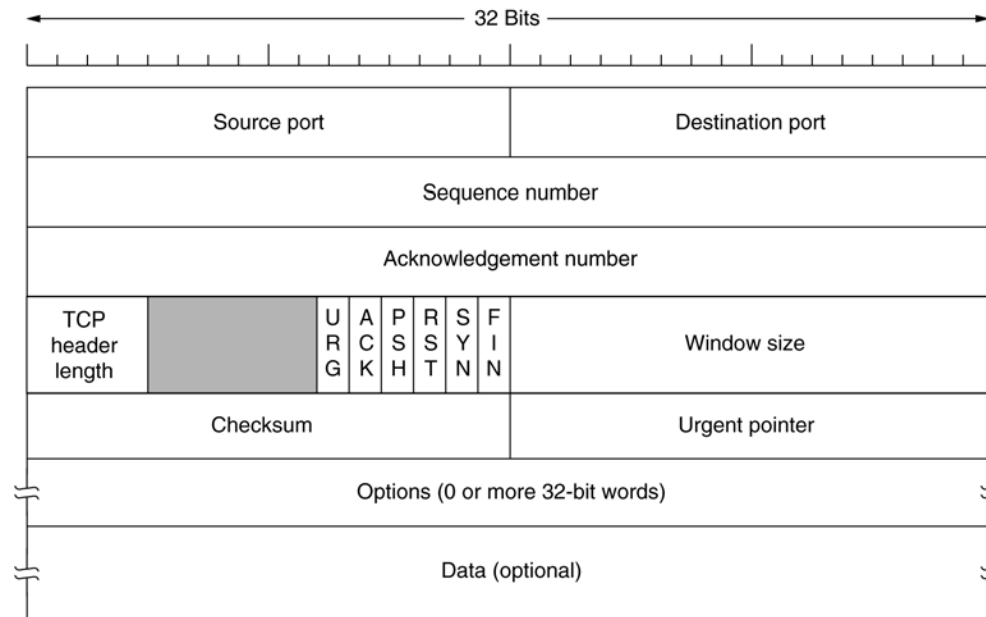
- TCP segment:
 - 20 B hlavička
 - voliteľná časť
 - max. 65495 B

Hlavička TCP segmentu



- Source port, destination port
 - port + IP adresa: jedinečný 48 bitový koncový bod
- Sequence number, Acknowledgement number
 - číslovanie, potvrdzovanie
- TCP header length
 - počet 32bitových slov v TCP hlavičke (kvôli Options)
- pole 6 bitov - nepoužívané

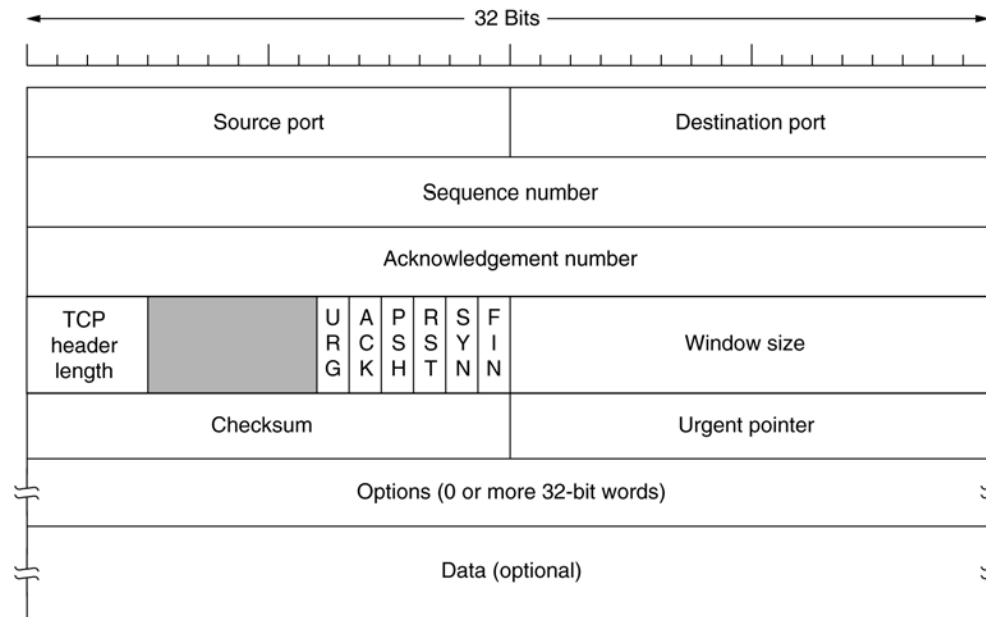
Hlavička TCP segmentu



■ 6 jednobitových flagov

- ❑ URG - 1 ak sa používa urgent pointer
- ❑ ACK - 1 ak potvrdenie, 0 ak bez potvrdenia
- ❑ PSH - PuSHed data: doručenie dát bez bufferingu
- ❑ RST - reset spojenia
- ❑ SYN - vytvorenie spojenia
- ❑ FIN - zrušenie spojenia

Hlavička TCP segmentu



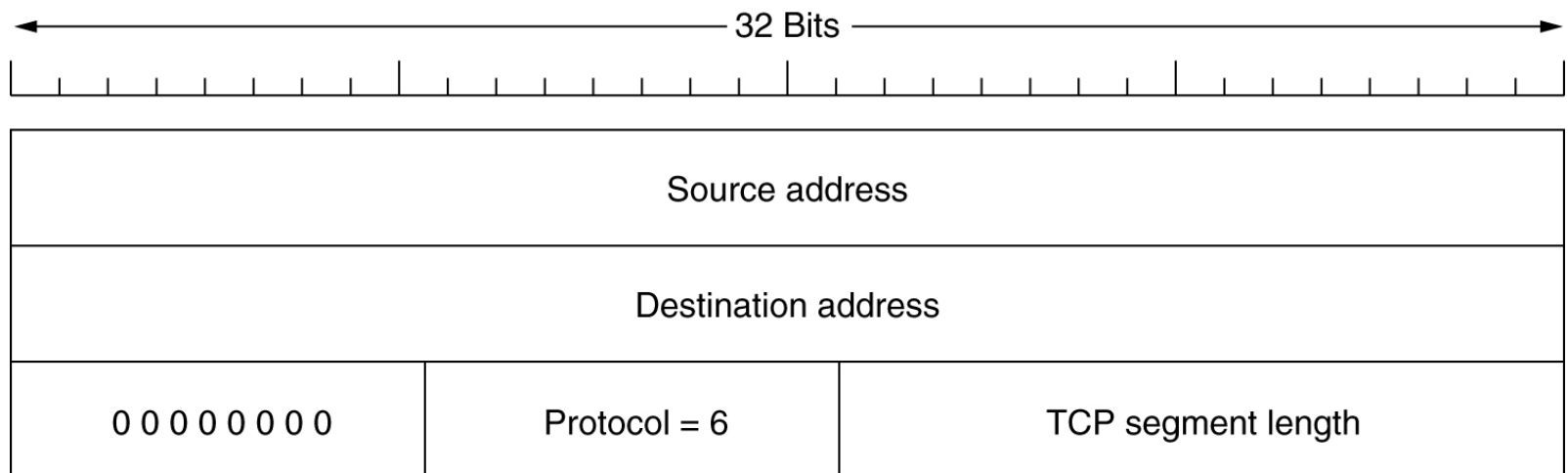
■ Window size

- ❑ flow control - sliding window s premenlivou veľkosťou okna
- ❑ window size - počet B bez potvrdenia

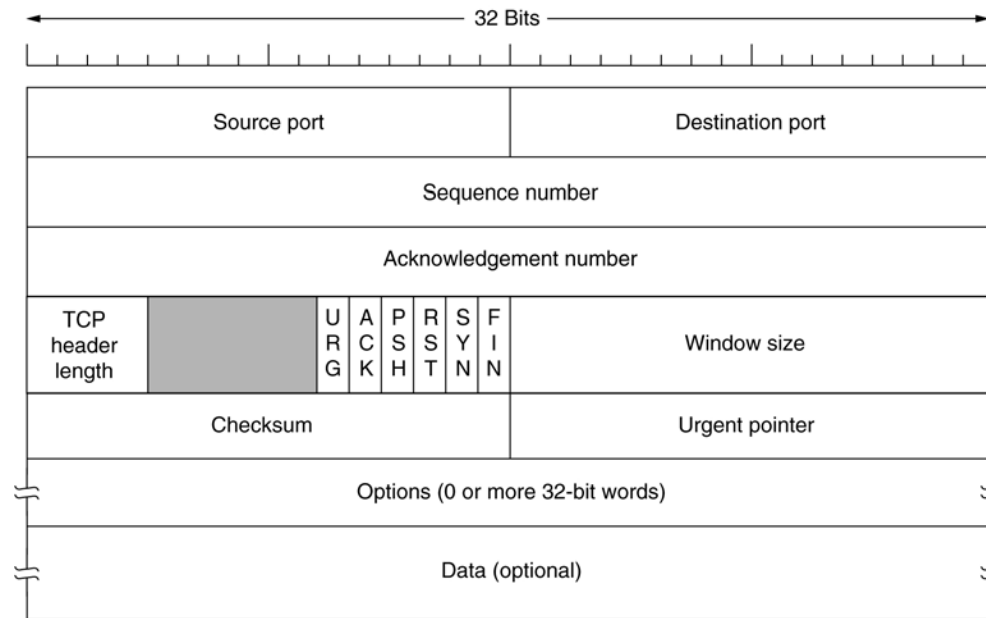
■ Checksum

- ❑ kontrolný súčet hlavičky, dát a koncepcnej pseudohlavičky

- pseudohlavička pre kontrolný súčet
 - detekcia zle doručených paketov
 - narušenie protokolovej hierarchie



Hlavička TCP segmentu



■ Options

- prídavné možnosti nepokryté regulárnou hlavičkou
 - napr. špecifikácia max. TCP inf. poľa, ktoré uzol akceptuje
 - možnosť väčšieho okna pre sliding window
 - RFC 1323: option „Window scale“: pridanie 14 bitov pre Window size (okná 2^{30} B)
 - použitie selective repeat namiesto go-back-n, RFC 1106

Bezdrôtové TCP

- bezdrôt. siete: strata paketov kvôli nespoľahlivosti, nie kvôli preťaženiu
Riešenia:
 - nepriame TCP (indirect TCP) - rozdelenie nehomogénneho TCP spojenia na viacero homogénnych
 - modifikácia sieťového softwaru v základňovej stanici

