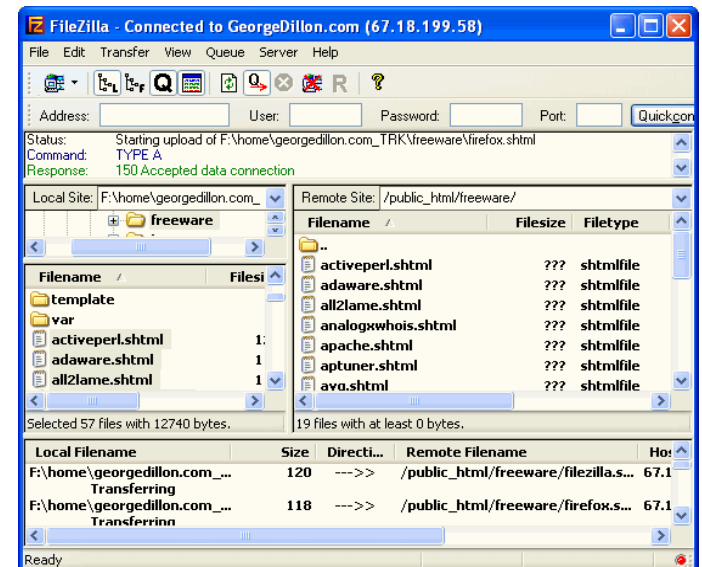


2. prednáška



Aplikačná vrstva



Prehľad prednášky

- ❑ úloha aplikačnej vrstvy

- ❑ využitie nižších vrstiev

- ❑ architektúry sieťových aplikácií

- ❑ aplikačné protokoly

 - ❖ HTTP

 - web

 - ❖ FTP

 - prenos súborov

 - ❖ SMTP, POP, IMAP

 - E-mail

Referenčný model TCP/IP

□ **aplikačná (application)**: umožňuje fungovanie sieťových aplikácií - definuje tvar a poradie správ

- ❖ prezentačná a relačná splynuli s aplikačnou
 - tieto služby musí aj tak mať implementované aplikácia, ak to potrebuje
 - a čo ak nepotrebuje?
- ❖ HTTP, FTP, SMTP, POP, IMAP, XMPP, SSH, ...

□ **transportná (transport)**: prenáša dáta medzi dvoma procesmi na rôznych koncových zariadeniach

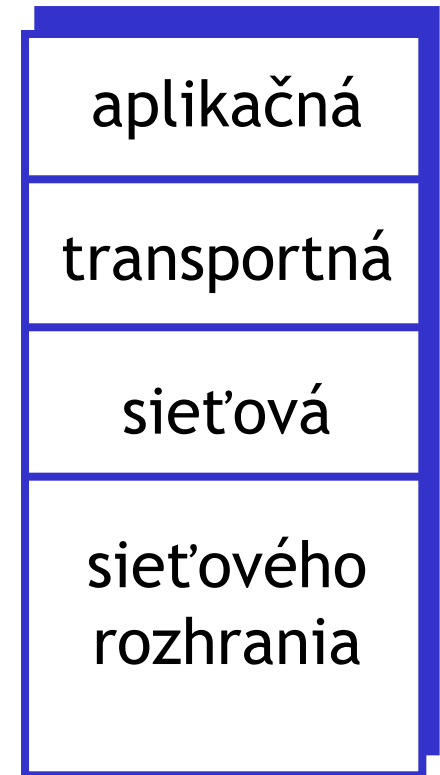
- ❖ TCP, UDP

□ **sieťová (network)**: smeruje datagramy od odosielateľa k príjemcovi

- ❖ IP, smerovacie protokoly

□ **sieťového rozhrania (network interface)**: splynutie funkcionality do technológií na prenos dát medzi susednými sieťovými prvkami a spôsobu prenášania binárnych dát

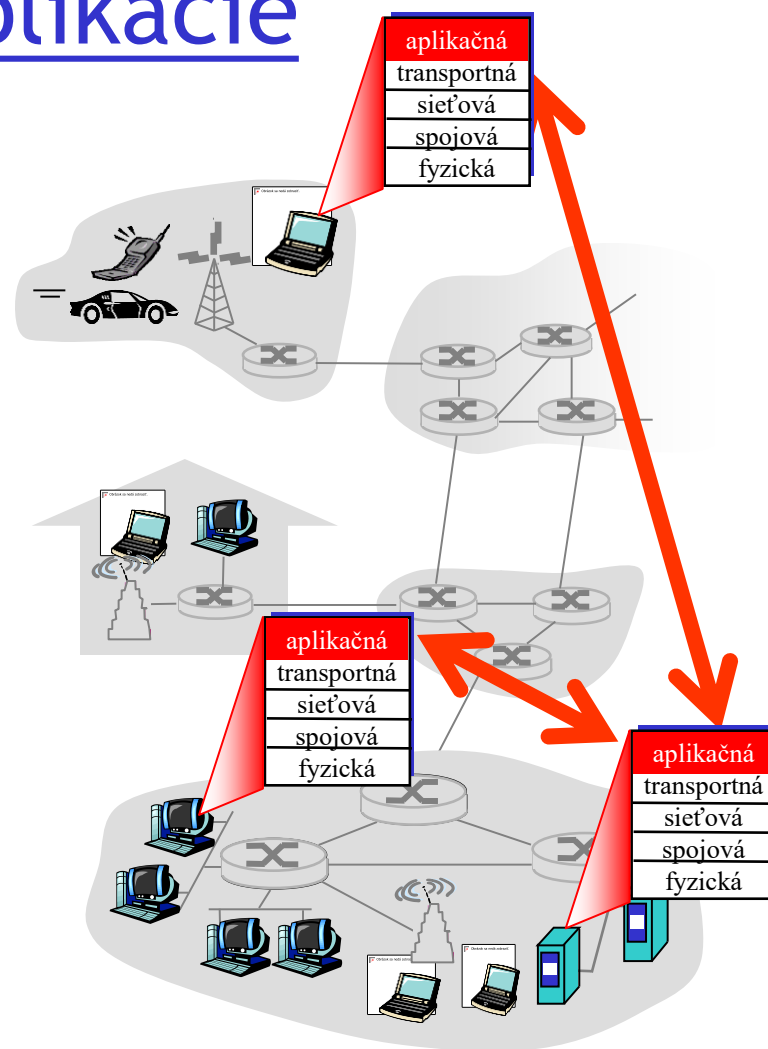
- ❖ PPP, Ethernet



Vytváranie sieťovej aplikácie

programy

- ❖ bežia na (rôznych) *koncových systémoch*
- ❖ komunikujú prostredníctvom siete
- ❖ napr. web server komunikuje s browserom
- ❖ zariadenia jadra siete nespúšťajú používateľské aplikácie



Komunikácia procesov

Proces: program bežiaci na počítači

❑ V rámci jedného počítača procesy obvykle komunikujú

medziprocesovou komunikáciou (definovanou v OS).

❑ procesy na rôznych počítačoch komunikujú prostredníctvom **správ**

Klientský proces: proces ktorý inicializuje komunikáciu

Serverový proces: proces, ktorý čaká na to, že sa naňho niekto napojí

❑ Poznámka: aj aplikácie vo všetkých P2P architektúrach majú klientské a serverovské procesy

Protokol aplikačnej vrstvy definuje:

- ❑ Typy správ, ktoré sa vymieňajú,
 - ❖ Napr. požiadavky, odpovede
- ❑ Syntax správ:
 - ❖ Z čoho sa skladajú jednotlivé správy, rozsahy hodnôt
- ❑ Sémantika správ
 - ❖ Význam správ a informácií v nich
- ❑ Pravidlá pre to, kedy, za akých okolností, a ako si budú procesy posielat' správy

Verejné protokoly:

- ❑ Definované v RFC
- ❑ Umožňujú interoperabilitu
- ❑ napr. HTTP, SMTP

Proprietárne protokoly:

- ❑ napr. Apple AirPlay, Teamviewer, WhatsApp, ...

Prehľad prednášky

❑ úloha aplikačnej vrstvy

❑ využitie nižších vrstiev

❑ architektúry sieťových aplikácií

❑ aplikačné protokoly

❖ HTTP

• web

❖ FTP

• prenos súborov

❖ SMTP, POP, IMAP

• E-mail

Adresácia procesov (siet'ová vrstva)

- aby sa procesu dali posielat' správy, musíme ho na internete presne **identifikovať**
- počítač musí mať jedinečnú IP adresu
- stačí IP adresa počítača na identifikáciu procesu siet'ovej aplikácie?

Adresácia procesov (sieťová a transportná vrstva)

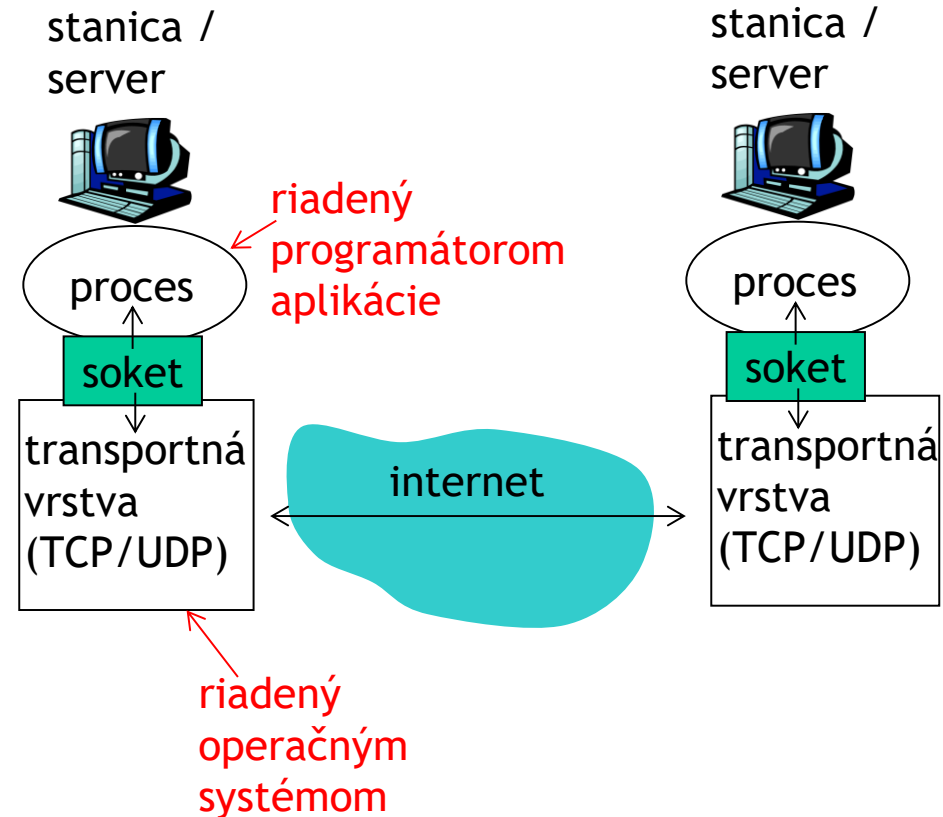
- aby sa procesu dali posielat' správy, musíme ho na internete presne **identifikovať**
- počítač musí mať jedinečnú IP adresu
- stačí IP adresa počítača na identifikáciu procesu sieťovej aplikácie?
 - ❖ Nie! Na jednom počítači môže byť viac sieťových procesov
- **identifikátor** zahŕňa **IP adresu** a **číslo portu(portov)** priradené k procesu na počítači.
- Príklady čísiel portov:
 - ❖ HTTP server: 80
 - ❖ Mailový server: 25
- Na poslanie HTTP správy na web server ics.upjs.sk potrebujeme:
 - ❖ **IP adresu:** 158.197.31.29
 - ❖ **Číslo portu:** 80

Komunikácia s transportnou vrstvou - Sokety

□ procesy posielajú a prijímajú správy prostredníctvom svojich **soketov**

□ Čo je soket?

❖ rozhranie, cez ktoré komunikuje sieťová aplikácia s implementáciou protokolu transportnej vrstvy v operačnom systéme



API: (1) iné pre rôzne transportné protokoly

(2) umožňuje nastaviť niektoré parametre nižších vrstiev

Akú transportnú službu si vybrať pre aplikáciu?

Strata dát

- ❑ niektoré aplikácie (napr. vysielanie on-line kamery) sú schopné tolerovať nejakú stratu dát
- ❑ iné aplikácie (napr. prenos súborov, SSH) vyžadujú 100% spoľahlivé dátové prenosy

Časová tolerancia

- ❑ niektoré aplikácie (napr., telefonovanie, hry) vyžadujú malé zdržania prenosu

Šírka pásma

- ❑ niektoré aplikácie nevyužívajú veľkú šírku pásma
- ❑ iné využijú všetku šírku pásma, ktorú môžu

Požiadavky aplikácií na transportnú vrstvu

Aplikácia	Strata dát	Šírka pásma	Citlivosť na čas
prenos súborov	žiadna	prispôsobiteľná	nie
e-mail	žiadna	prispôsobiteľná	nie
Web	žiadna	prispôsobiteľná	nie
real-time audio/video	možná	audio: 5kb/s-1Mb/s video: 10kb/s-5Mb/s	áno
uložené audio/video	možná	to isté	áno
interaktívne hry	možná	zopár kb/s	áno
instant messaging	žiadna	prispôsobiteľná	áno aj nie

Služby transportných protokolov

TCP služby:

- ❑ *so spojením*: vyžaduje nadviazanie spojenia s príjemcom pred odosielaním prvých dát
- ❑ *potvrdzovaný prenos dát* medzi odosielačom a prijímačom
- ❑ *kontrola toku dát* - odosielač nezahltí príjemcu
- ❑ *kontrola zahltenia siete* - odosielač spomalí odosielanie pri zahltení siete
- ❑ *neposkytuje* garantovanie času doručenia a minimálnej šírky pásma

UDP služby:

- ❑ *nepotvrdzovaný prenos dát* s “najväčším úsilím” medzi odosielačom a prijímačom
- ❑ *komunikácia one-to-many* (broadcast, multicast)
- ❑ *real-time prenos* - žiadne čakanie na chýbajúce dáta
- ❑ *neposkytuje* potvrdzovanie dát, kontrolu toku dát, kontrolu zahltenia siete, garantovanie času doručenia a minimálnej šírky pásma

Aplikačné a transportné protokoly využívané sieťovými aplikáciami

Aplikácia	Protokol aplikačnej vrstvy	Transportný protokol čo využíva
e-mail	SMTP [RFC 2821]	TCP
vzd. prístup na konzolu	Telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2616]	TCP
prenos súborov	FTP [RFC 959]	TCP
streamovanie multimédií	vlastné (napr. RealNetworks)	TCP alebo UDP
telefonovanie cez net	VoIP, vlastné (napr., Vonage, Dialpad)	typicky UDP
preklad doménových mien a IP adries	DNS	UDP alebo TCP

Prehľad prednášky

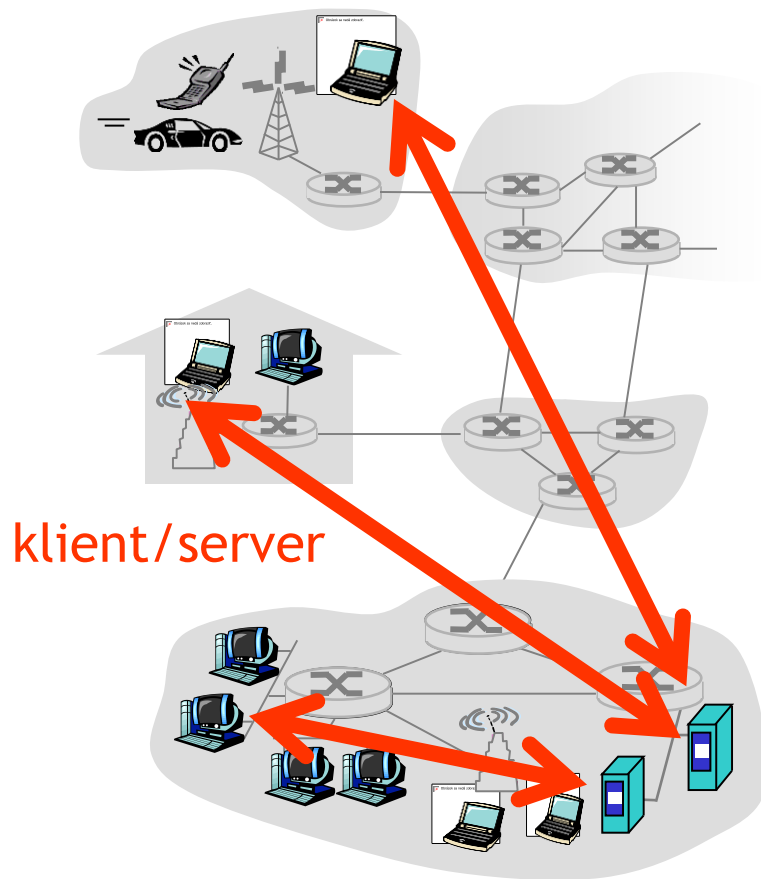
- ❑ úloha aplikačnej vrstvy
- ❑ využitie nižších vrstiev
- ❑ architektúry sieťových aplikácií

- ❑ aplikačné protokoly
 - ❖ HTTP
 - web
 - ❖ FTP
 - prenos súborov
 - ❖ SMTP, POP, IMAP
 - E-mail

Architektúry sieťových aplikácií

- ❑ Klient-server
- ❑ Peer-to-peer (P2P)
- ❑ Hybrid oboch

Architektúra klient-server



server:

- ❖ stále zapnutý počítač
- ❖ pevná IP adresa
- ❖ serverové farmy pre lepšiu škálovateľnosť

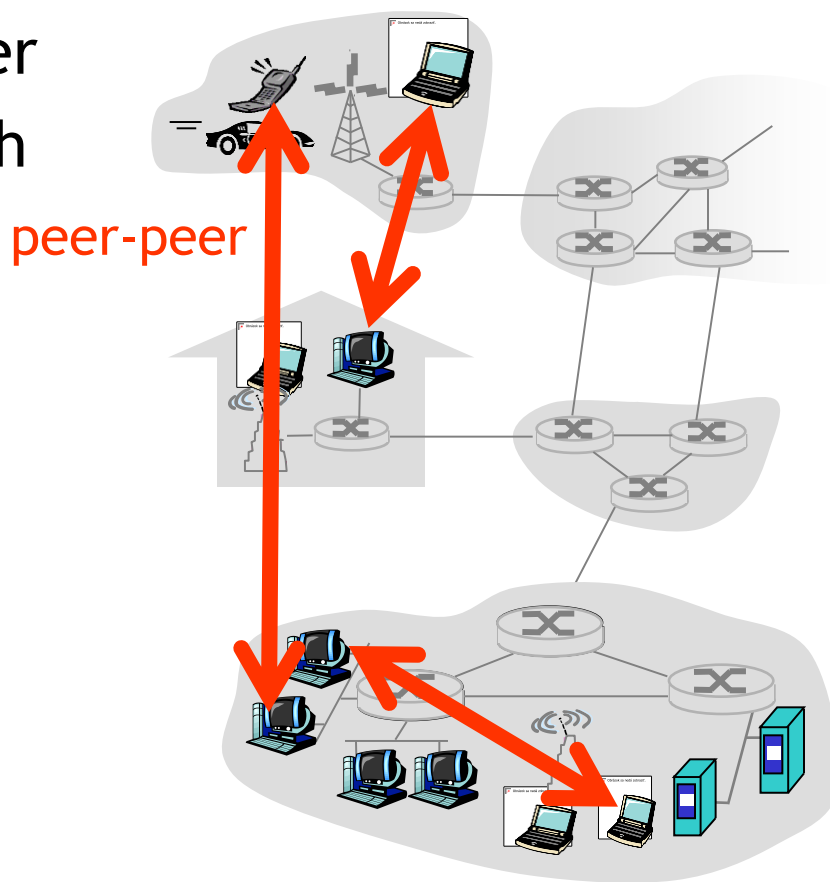
klienti:

- ❖ komunikujú so serverom
- ❖ môžu sa priebežne odpájať
- ❖ môžu mať dynamickú IP adresu
- ❖ nekomunikujú medzi sebou

Čistá P2P architektúra

- ❑ nemá stále zapnutý server
- ❑ na ľubovoľných koncových systémoch
- ❑ komunikujú medzi sebou
- ❑ peerovia sú prerušovane napojení a môžu meniť IP adresy
- ❑ príklad: Gnutella

Vysoko škálovateľné, ale
ťažko manažovateľné



Hybrid Klient-servera a P2P

Signal protokol

- ❖ program na šifrované chatovanie
- ❖ centrálny server: broker správ, keď je druhá strana nedostupná
- ❖ komunikácia už typu peer-peer: priame posielanie správ (nie cez server)

WebRTC

- ❖ Chat, video, multiplayer hry, zdieľanie súborov
- ❖ Server slúži na prekonanie NAT - ak sú klienti v privátnych sieťach
- ❖ Hľadanie peerov sa „outsourcuje“ cez cudzí signalizačný server

Prehľad prednášky

- ❑ úloha aplikačnej vrstvy
- ❑ využitie nižších vrstiev
- ❑ architektúry sieťových aplikácií

❑ aplikačné protokoly

❖ HTTP

- web

❖ FTP

- prenos súborov

❖ SMTP, POP, IMAP

- E-mail

Web a HTTP

označenia

- ❑ **Webová stránka** sa skladá z **objektov**
- ❑ Objekt môže byť HTML súbor, obrázok, JavaScriptový súbor, audio súbor, CSS súbor...
- ❑ Webovú stránku tvorí **základný HTML súbor**, ktorý obsahuje niekoľko odkazov na ďalšie objekty
- ❑ Adresa objektu je **URL**
- ❑ Príklad URL:

`www.institucia.sk/oddelenie/obr.gif`

doménové meno

cesta

Náhľad na HTTP

HTTP: hypertext transfer protocol

- Protokol aplikačnej vrstvy pre Web

- klient/server model

 - ❖ *klient*: prehliadač, ktorý žiada, dostáva a zobrazuje webové objekty

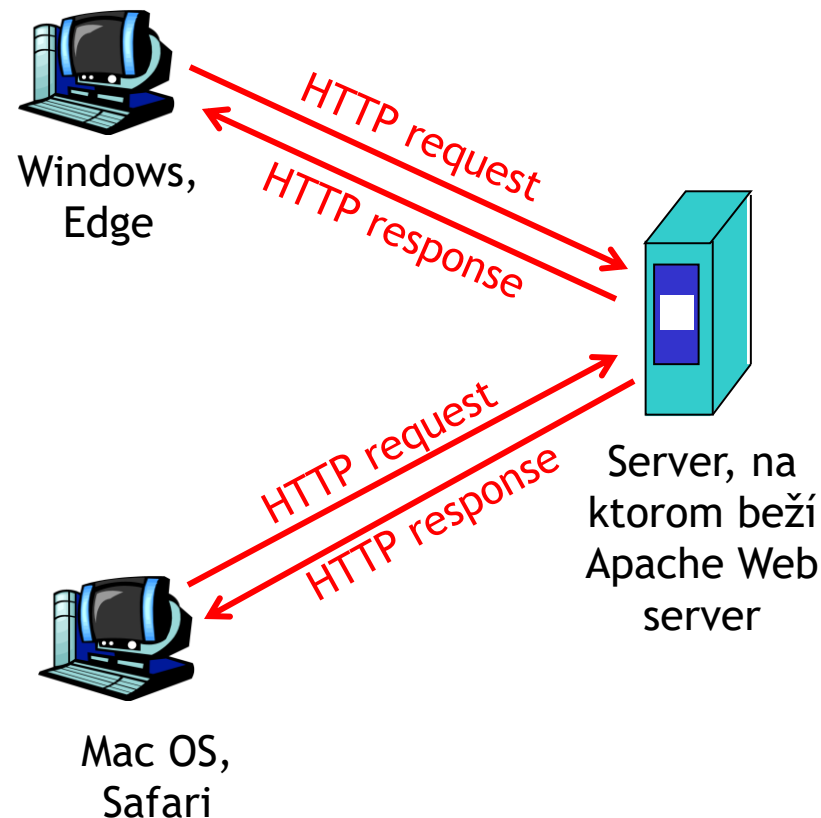
 - ❖ *server*: webový server odosiela objekty v odpovediach na požiadavky

- HTTP 1.0: RFC 1945 (1996)

- HTTP 1.1: RFC 2068 (1997)

- HTTP 2.0: RFC 7540 (2015)

- HTTP 3.0: RFC 9114 (2022)



Náhľad na HTTP

Používa TCP (do HTTP 2):

- ❑ klient inicializuje TCP spojenie (vytvorí soket) so serverom na porte 80
- ❑ server akceptuje TCP spojenie od klienta
- ❑ browser (HTTP klient) a webový server (HTTP server) si posielajú HTTP správy (správy aplikačného protokolu)
- ❑ TCP spojenie sa zavrie

HTTP je

“bezstavový”

- ❑ server si neuchováva históriu predchádzajúcich požiadaviek klienta

Stavové protokoly sú zložité!

- ❑ musí sa spravovať história
- ❑ po zlyhaní klienta alebo servera sa ich pohľad na to, čo je to posledný stav, môže líšiť a musia sa synchronizovať

HTTP/1.1 požiadavka

❑ Dva typy HTTP správ: *požiadavka(request)* a *odpoveď(response)*

❑ HTTP/1.1 požiadavka:

❖ ASCII (ľudsky čitateľný tvar)

riadok požiadavky

(príkazy GET,
POST, HEAD,...)

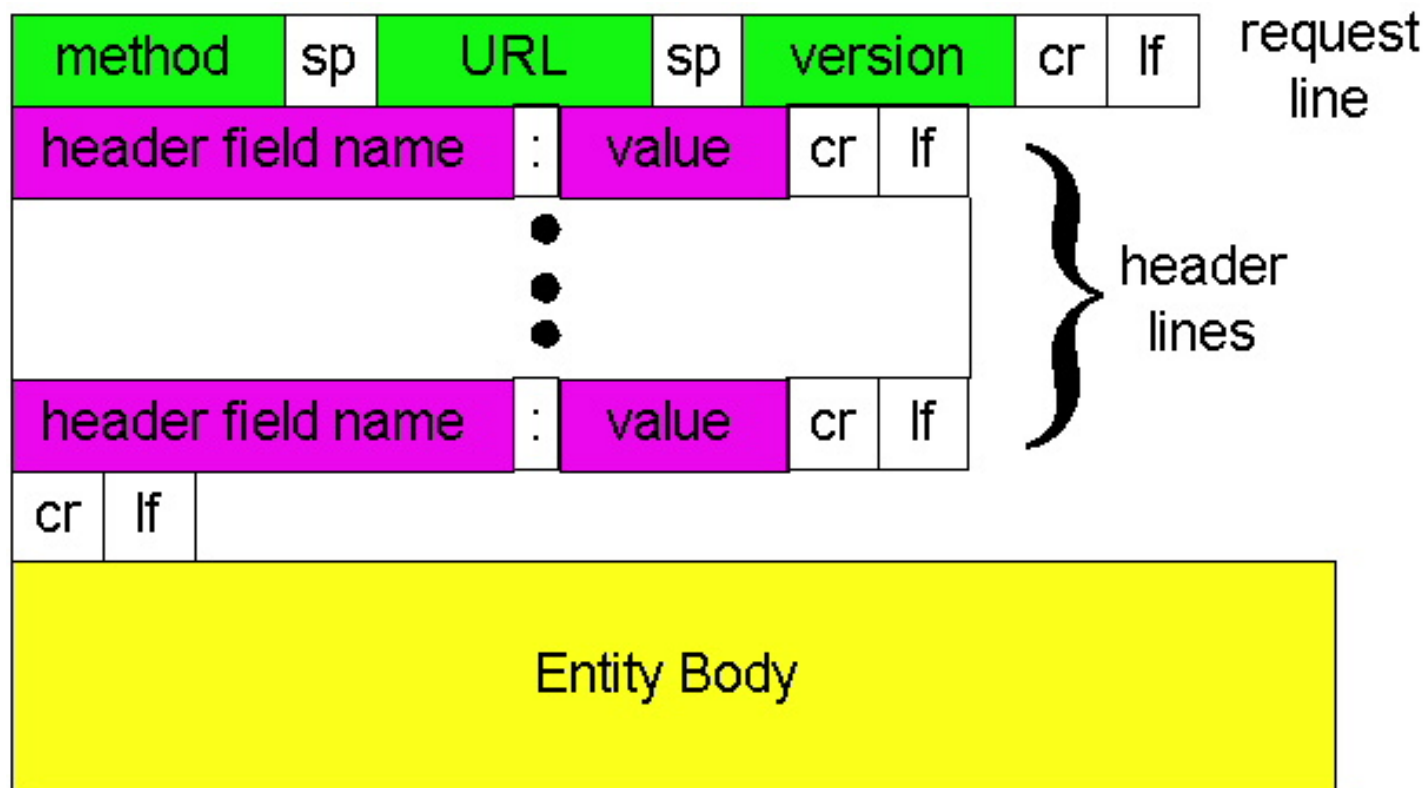
hlavička

```
GET /oddelenie/index.html HTTP/1.1
Host: www.institucia.sk
User-agent: Mozilla/4.0
Connection: close
Accept-language: sk
```

Prázdny riadok,
#CR#LF

znamená koniec
správy pre GET

HTTP/1.1 požiadavka všeobecne



Odosielanie formulárových dát

POST:

❑ Pri odosielaní formulárov z webstránok lepšia alternatíva ku GET

- ❖ URL má obmedzenú veľkosť
- ❖ Dáta sú posielané na server v “entity body” - nevidieť dáta v adrese prehliadača

Spôsob cez URL:

- ❑ Používa príkaz GET
- ❑ Dáta sú súčasťou URL adresy:

`www.somesite.com/animalsearch?key1=val1&key2=val2`

Príklady požiadaviek

- GET, POST

- HEAD

 - ❖ “neposielať žiadaný objekt, iba hlavičku”

- PUT

 - ❖ posiela súbor v “entity body” na objekt špecifikovaný v URL

- DELETE

 - ❖ vymaže objekt na adrese špecifikovanej v URL

Využitie v CRUD
protokoloch
napr. REST

HTTP/1.1 odpoved'

Riadok odpovede
(protokol,
kód stavu,
komentár stavu)

hlavička

```
HTTP/1.1 200 OK
Connection close
Date: Fri, 12 Feb 2016 13:58:50 GMT
Server: Apache
Last-Modified: Fri, 08 Mar 2013 ...
Content-Length: 6821
Content-Type: text/html
```

dáta, napr.
požadovaný
HTML súbor

```
dáta dáta dáta dáta dáta ...
```

Stavy HTTP odpovede

Niektoré príklady prvého riadka odpovede servera:

200 OK

- ❖ požiadavka úspešná, požadovaný objekt nasleduje pod hlavičkou

301 Moved Permanently

- ❖ požadovaný objekt je presunutý, nová pozícia je špecifikovaná v hlavičke v časti “Location:”

400 Bad Request

- ❖ server nerozumie požiadavke

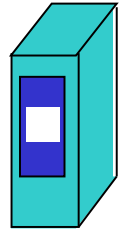
404 Not Found

- ❖ požadovaný objekt sa nenašiel

505 HTTP Version Not Supported

- ❖ server nepodporuje požadovanú verziu HTTP protokolu

HTTP/1.1 spojenia

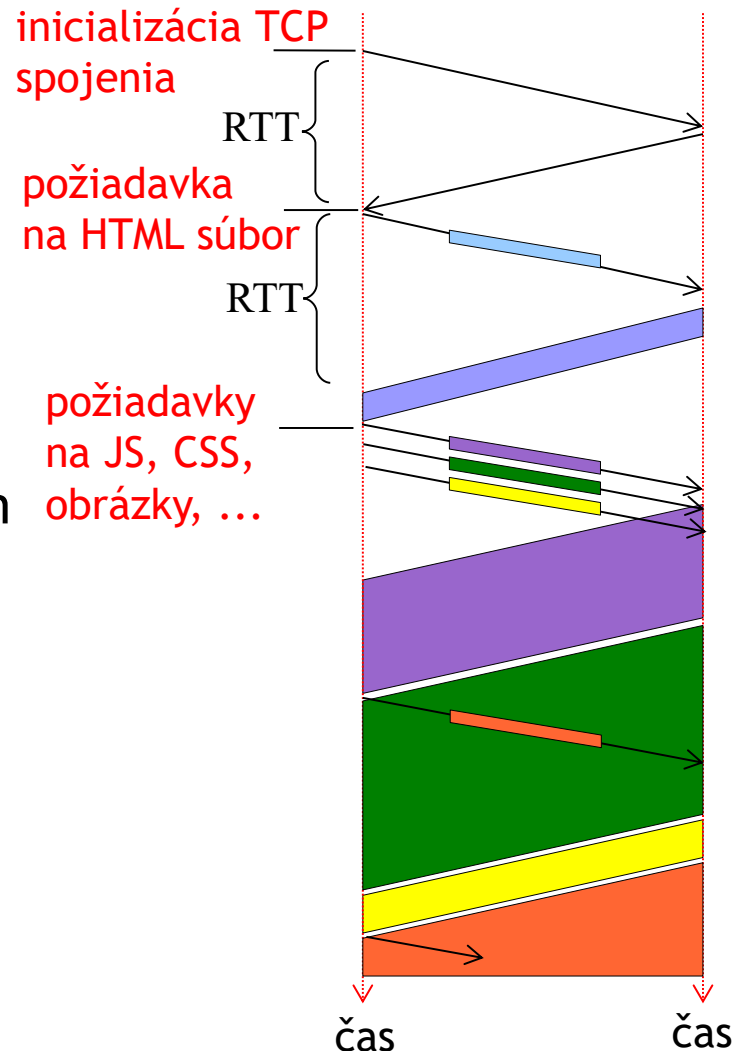


❑ Perzistentné spojenie

- ❖ Nechám spojenie otvorené, pokiaľ nenatiahnem všetky objekty.

❑ Pipelining (reťazenie požiadaviek a odpovedí)

- ❖ Po jednej požiadavke nečakám na odpoveď, ale zašlem všetky požiadavky za sebou.



HTTP/2 (2015)

- ❑ používanie **binárnych** rámcov namiesto pôvodných textových HTTP požiadaviek a odpovedí (všetky majú rovnaký tvar 9 bajtovej hlavičky)
- ❑ 10 typov rámcov (SETTINGS, HEADERS, DATA, CONTINUATION,...)
- ❑ HEADERS rámec požiadavky, ako náprotivok hlavičky HTTP/1.x požiadavky, definuje nový prúd dát v rámci spojenia, ktorý má zabezpečiť stiahnutie jedného objektu. Všetky **prúdy sú posielané cez to isté spojenie**.
- ❑ každý prúd dát môže mať **rôznu prioritu**, ktorá umožní zasielanie rámcov jedného objektu častejšie ako iného
- ❑ nastavovanie vzájomných **závislostí prúdov** (ak mi nepošleš tento objekt, tak objekty na ňom závislé tiež neposielaj)
- ❑ **kompresia hlavičiek**, kde ďalšie hlavičky obsahujú iba rozdiely oproti predchádzajúcim hlavičkám
- ❑ možnosť pre server **zasílať objekty bez vyžiadania**, ak server predpokladá, že prehliadač bude daný objekt potrebovať
- ❑ možnosť použitia spojenia so serverom pre viaceré domény, ak sú hostované na serveri s rovnakou IP adresou

Niektoré HTTP/2 rámce

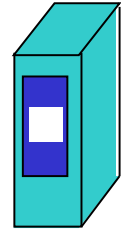
Spoločná hlavička:

Bit	+0..7		+8..15		+16..23		+24..31	
0	Length						Type	
32	Flags							
40	R	Stream Identifier						
...	Frame Payload							

- ❑ SETTINGS - nastavuje parametre komunikácie - veľkosť rámcov, buffra (okna), max. počet prúdov,...
- ❑ HEADERS - prenáša hlavičku + prideluje požadovanému objektu identifikátor prúdu
- ❑ DATA - prenáša telá HTTP správ
- ❑ PRIORITY - informuje o prioritě prúdov
- ❑ CONTINUATION - pokračovanie dát daného prúdu
- ❑ PUSH_PROMISE - zahájenie nového prúdu zo strany servera (odporúčaný objekt)

HTTP/2 - inicializácia

Prípado
bez šifrovania



GET /objekt/ HTTP/1.1
Host: server.example.com
Connection: Upgrade, HTTP2-Settings
Upgrade: h2c
HTTP2-Settings: **Obsah SETTINGS rámca**

HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Connection: Upgrade
Upgrade: h2c

SETTINGS rámec

0x505249202a20485454502f3
22e300d0a0d0a534d0d0a0d0a

Preface
“magic”

SETTINGS rámec (často prázdny)

1.DATA rámec s objektom “/objekt/”

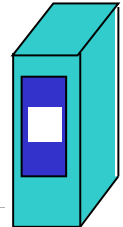
- textové správy
- binárne správy
- BASE64 kódované
binárne dáta 33

HTTP/2 - inicializácia



Prípado
so šifrovaním

Preface
“magic”



0x505249202a20485454502f3
22e300d0a0d0a534d0d0a0d0a

SETTINGS rámeo

HEADERS rámeo pre objekt “/objekt/”

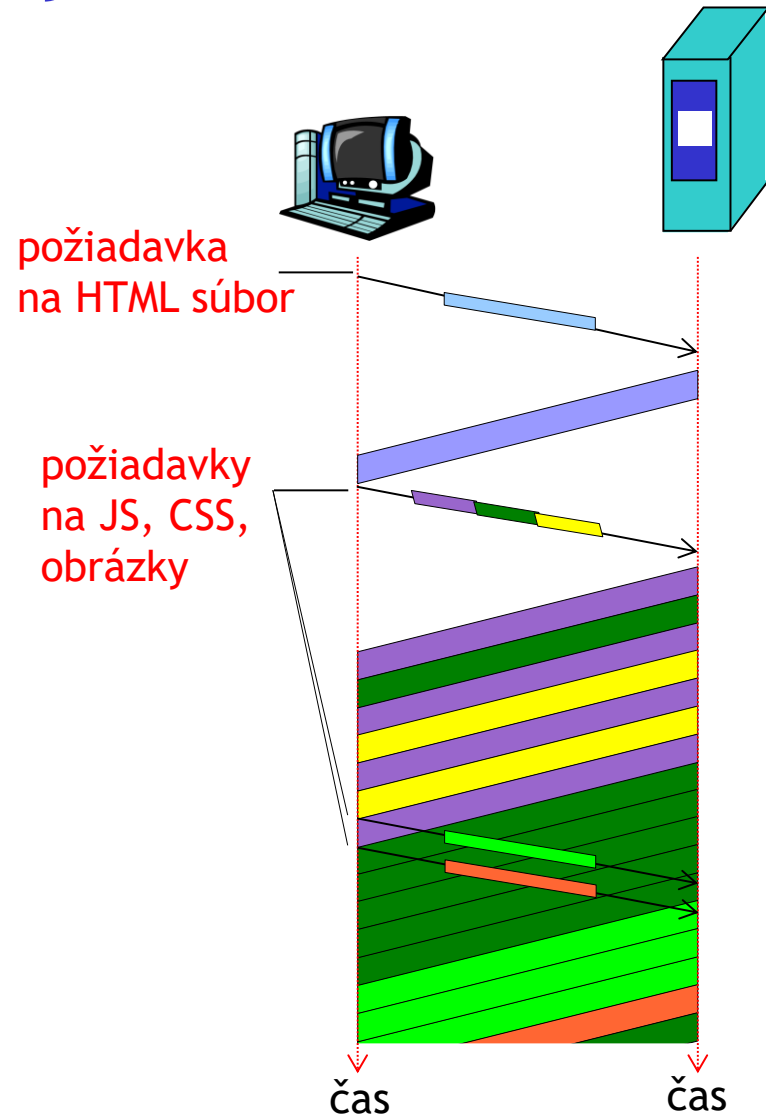
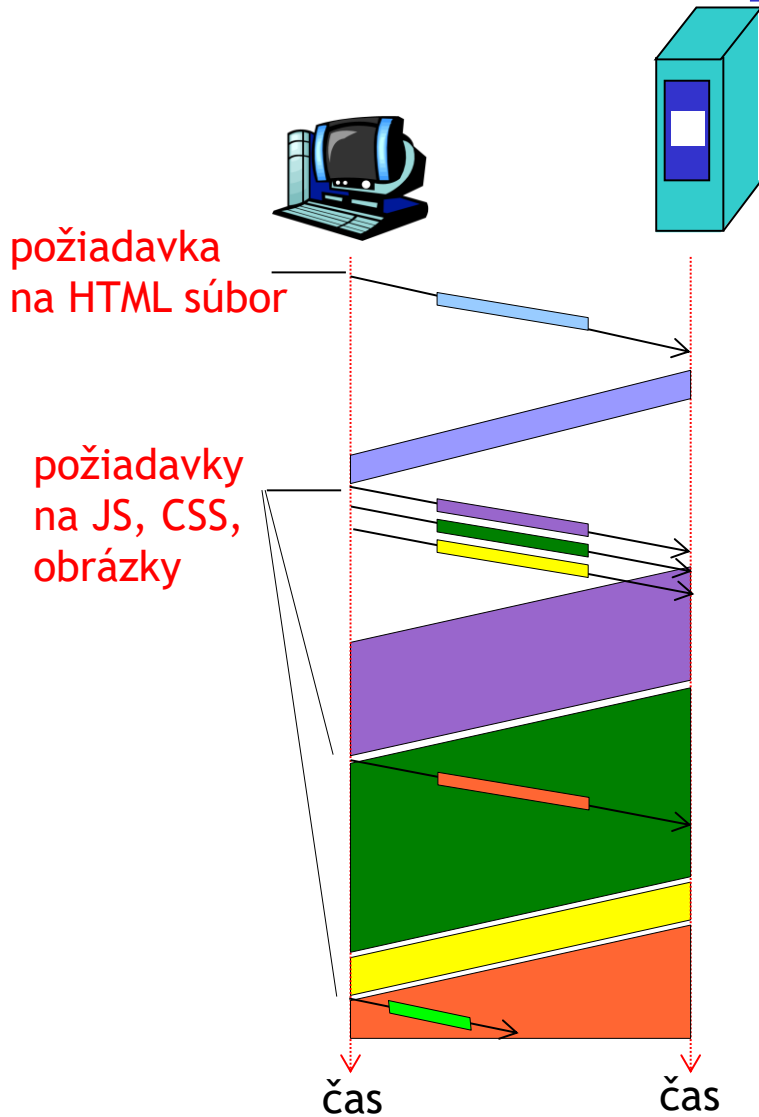
SETTINGS rámeo

HEADERS rámeo

1.DATA rámeo s objektom “/objekt/”

■ binárne správy

HTTP/1.1 vs. prúdy v HTTP/2



HTTP/2: Kompresia hlavičiek

Chcem poslať:

:method	GET
:scheme	https
:host	siete.gursky.sk
:path	/obr.jpg
user-agent	Mozilla/5.0...
content-type	image/jpg

Predchádzajúce:

:method	GET
:scheme	https
:host	siete.gursky.sk
:path	/head.png
user-agent	Mozilla/5.0...
content-type	image/png
connection	Keep-alive
cookie	id=d38rb8x39...

Posielam:

:path	/obr.jpg
content-type	image/jpg

Posielané atribúty hlavičky sú v HPACK formáte používajúcom kompresiu cez Huffmanovo kódovanie

HTTP 3.0

Znižovanie latencie:

- ❖ Používa nepotvrdzovaný transportný protokol UDP
- ❖ Používa nadstavbu QUIC (*Quick* UDP Internet Connections)
 - ❖ RFC 9000
 - ❖ spája potvrdzovanie a šifrovanie
 - ❖ QUIC prenáša HTTP rámce

- ❖ skôr sa posiela prvá požiadavka ako pri TCP + TLS handshake-u
- ❖ potvrdzovanie prijatia správ je pre každý stream nezávislé
 - ❖ ak sa paket stratí, neblokujú sa ostatné streamy
- ❖ umožňuje presun komunikácie pri zmene IP adresy klienta

Stav používateľovej komunikácie: cookies

Štyri súčasti:

- 1) v hlavičke HTTP odpovede servera je cookie riadok
- 2) aj v hlavičke HTTP požiadavky môže byť cookie riadok
- 3) browser si uchováva cookie v špeciálnom súbore
- 4) web server má databázu cookie všetkých komunikácií na nejaký čas dozadu (napr. týždeň aj viac)

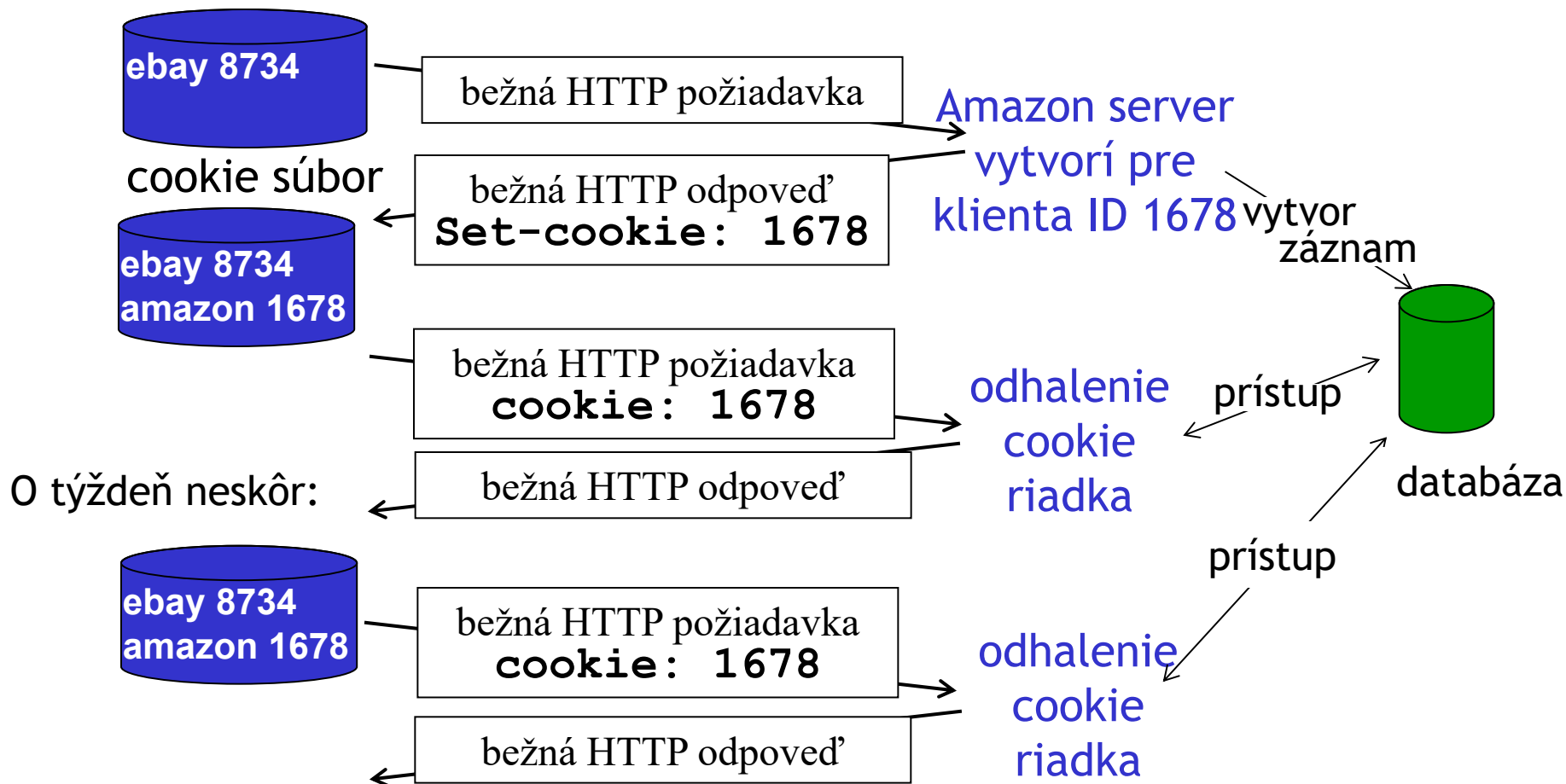
Postup:

- ❑ Pri prvej HTTP požiadavke server vytvorí
 - ❖ jedinečné ID
 - ❖ záznam s ID v databáze
- ❑ Toto ID sa posiela a uchováva v cookie
- ❑ Pri ďalšej návšteve sa môže browser identifikovať s ID v cookie riadku
- ❑ Webová aplikácia vie pokračovať v relácii

Stav používateľovej komunikácie: cookies

klient

Amazon web server



Cookies

Čo umožňujú:

- ☐ autorizáciu
- ☐ nákupné košíky
- ☐ odporúčania
- ☐ stavy komunikácie (napr. webový e-mail klient)

Čo udržiava “stav”:

- ☐ aplikácie zabezpečujúce fungovanie dynamických webstránok si môžu ku každému cookie ID zvlášť pamätať aktuálny stav aj históriu
- ☐ cookies: stav môže byť aj súčasťou cookie v správach (spolu s ID)

Cookies a súkromie:

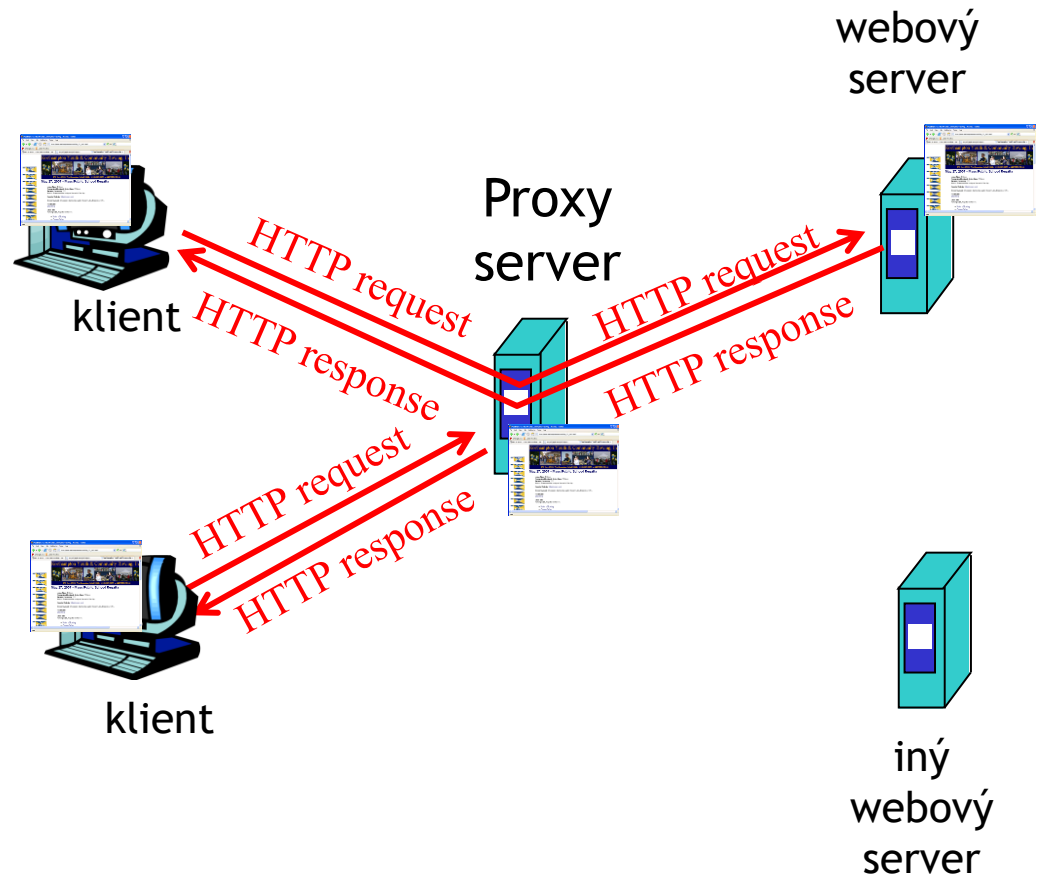
- ☐ cookies umožňujú web serveru učiť sa správanie používateľa
- ☐ Pri nevhodne napísanej web aplikácii sa môžu do cookie správ dostať aj osobné údaje napr. z formulárov

Web cache (čítaj [keš]) alebo proxy server

Cieľ: obslúžiť klienta bez pričinenia pôvodného servera

- ❑ Browser môže mať nastavený prístup cez proxy server
- ❑ Browser posiela všetky HTTP požiadavky cez proxy server

- ❖ Ak je objekt v cache proxy servera, tak sa hneď pošle klientovi
- ❖ Inak proxy server kontaktuje pôvodný server, aby mu poslal požadovaný objekt



Proxy server

- ❑ proxy vystupuje aj ako klient, aj ako server
- ❑ bežne je proxy server riadený poskytovateľom internetu (univerzita, firma, lokálny provider)

Na čo je to dobré?

- ❑ rýchlejšie zobrazenie stránky
- ❑ odľahčenie slabého sieťového pripojenia od zátáže (skôr v minulosti)
- ❑ **logovanie prevádzky!**
- ❑ **obmedzenie prístupu na určité webstránky** (pre malé deti, na školách)

Podmienený GET

❑ **Cieľ:** neposielať zbytočne z web servera objekt, ktorý je rovnaký v proxy serveri aj na zdrojovom web serveri

❑ Proxy dodá do HTTP požiadavky čas jeho verzie

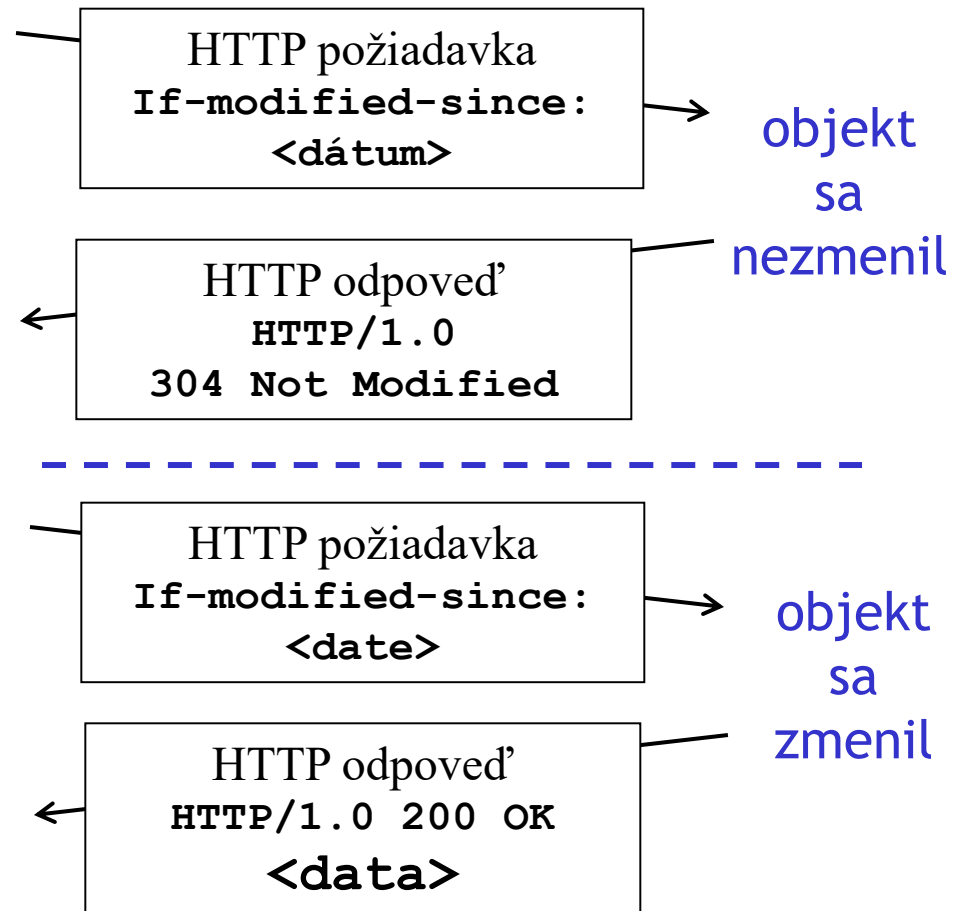
❑ `If-modified-since: <dátum>`

❑ Server pošle buď novší objekt alebo len HTTP hlavičku odpovede s informáciou, že proxy má aktuálnu verziu:

`HTTP/1.0 304 Not Modified`

proxy

web server



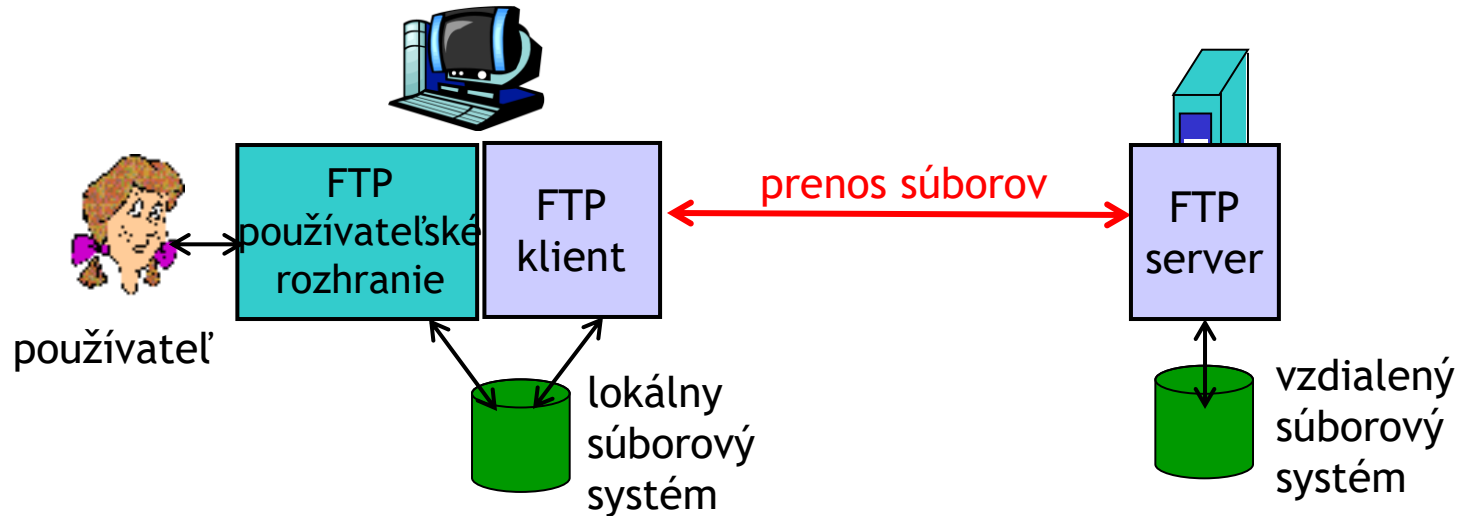
Prehľad prednášky

- ❑ úloha aplikačnej vrstvy
- ❑ využitie nižších vrstiev
- ❑ architektúry sieťových aplikácií

❑ aplikačné protokoly

- ❖ HTTP
 - web
- ❖ FTP
 - prenos súborov
- ❖ SMTP, POP, IMAP
 - E-mail

FTP: file transfer protocol



- ❑ používa sa na prenos súborov oboma smermi
- ❑ klient/server model
 - ❖ *klient*: inicializuje spojenie
 - ❖ *server*: na vzdialenom počítači
- ❑ ftp: RFC 959
- ❑ ftp server: port 21 (riadiaci - príkazy, oznamy)

FTP: oddelené riadenie a dátové prenosy

- ❑ FTP klient sa napája na FTP server na porte 21

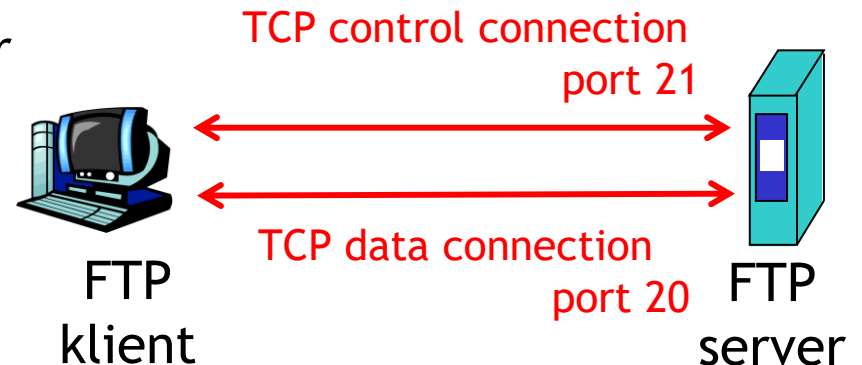
- ❑ klient sa autorizuje cez riadiace spojenie

- ❑ klient prechádza vzdialeným súborovým systémom cez príkazy zaslané do riadiaceho spojenia

- ❑ ak príkaz vyžaduje prenos dát

 - ❖ server otvorí port pre 2. *TCP spojenie* (pasívny mód)

 - ❖ klient otvorí svoj port a jeho číslo pošle serveru, ktorý inicializuje toto spojenie z portu 20 (aktívny mód)



- ❑ po odoslaní 1 súboru server ukončí dátové spojenie (riadiacim kanálom dôjde správa o úspešnom kopírovaní)

- ❑ na poslanie ďalšieho súboru sa musí otvoriť ďalšie dátové spojenie

- ❑ FTP server udržiava “stav” klienta: aktívny adresár, prihlásenie

FTP príkazy a odpovede

Niektoré príkazy:

- ❑ **USER *username***
- ❑ **PASS *password***
- ❑ **LIST** - vráti obsah aktuálneho adresára (cez dátové spojenie)
- ❑ **RETR *filename*** žiada súbor zo servra
- ❑ **STOR *filename*** posiela súbor na server

Príklady návratových správ:

- ❑ Kód a komentár stavu (ako pri HTTP)
- ❑ **331 Username OK, password required**
- ❑ **125 data connection already open; transfer starting**
- ❑ **425 Can't open data connection**
- ❑ **452 Error writing file**

Prehľad prednášky

- ❑ úloha aplikačnej vrstvy
- ❑ využitie nižších vrstiev
- ❑ architektúry sieťových aplikácií

❑ aplikačné protokoly

- ❖ HTTP
 - web
- ❖ FTP
 - prenos súborov
- ❖ SMTP, POP, IMAP
 - E-mail

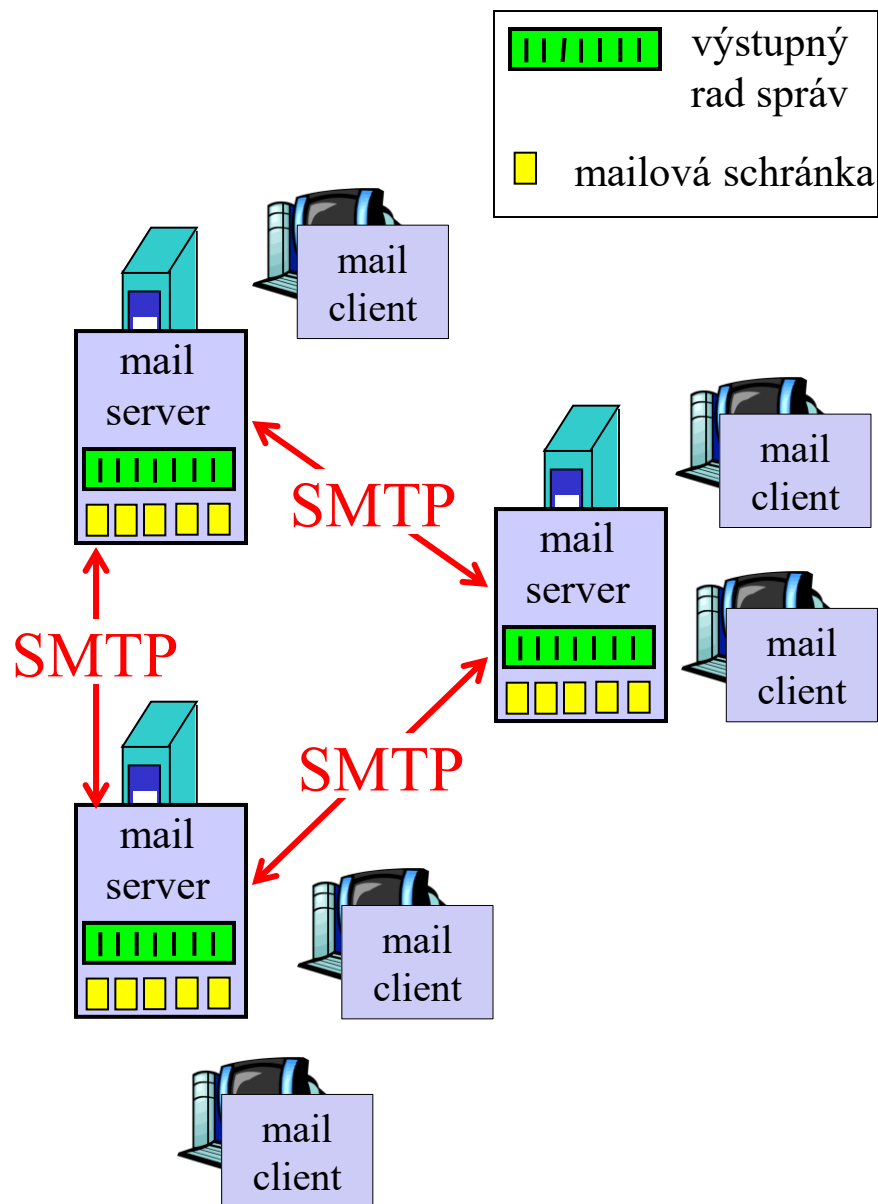
E-Mail

Tri hlavné komponenty:

- ❑ mailoví klienti (user agents)
- ❑ mailové servery
- ❑ simple mail transfer protocol: SMTP

Mailový klient

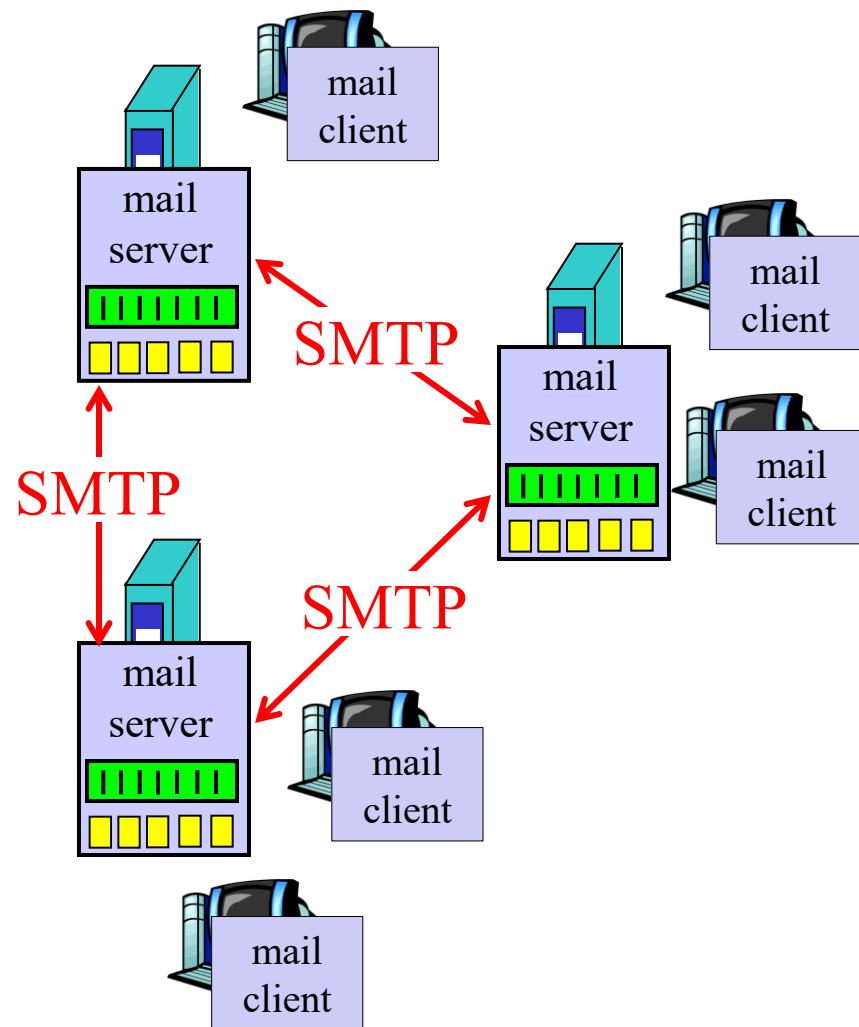
- ❑ Posielanie, editovanie a čítanie mailov
- ❑ napr. Outlook, elm, Mozilla Thunderbird, Evolution
- ❑ odchádzajúce a prichádzajúce maily sú uložené na serveri



Mailový server

obsahuje:

- ❑ **Mailové schránky** každá obsahuje doručené maily pre používateľa
- ❑ **Rad mailov** obsahujúci maily určené na odoslanie
- ❑ **SMTP protokol** na komunikáciu a posielanie mailov medzi mailovými servermi
 - ❖ “klient”: mailový server odosielajúci mail
 - ❖ “server”: mailový server prijímajúci mail

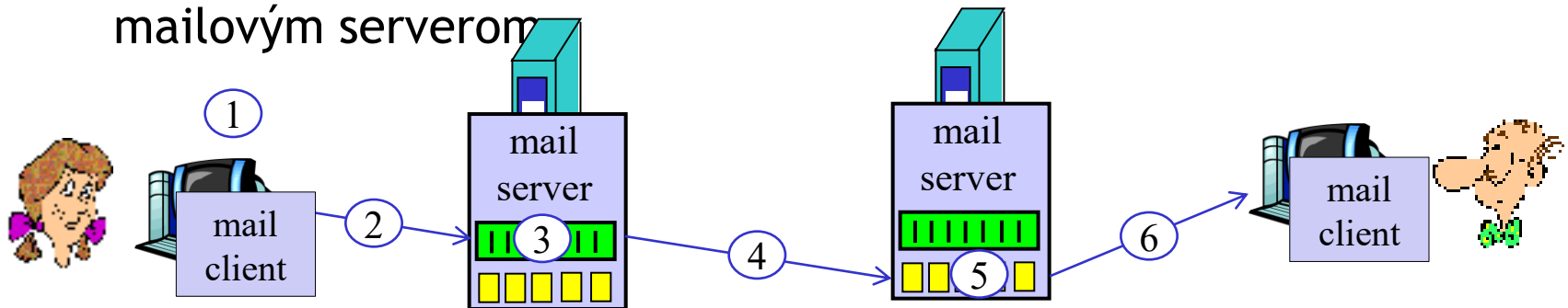


E-mail: SMTP [RFC 2821]

- ❑ používa TCP protokol na spoľahlivé doručenie mailov z klienta na server počúvajúci na porte 25
- ❑ tri fázy prenosu z odosielajúceho servera na prijímací
 - ❖ pozdravenie
 - ❖ prenos správ
 - ❖ ukončenie
- ❑ komunikácia cez príkazy a odpovede
 - ❖ príkazy: ASCII text
 - ❖ odpovede: kód a komentár stavu
- ❑ Správy musia byť v 7-bitovom ASCII kódovaní

Scenár: Alica posiela mail Bobovi

- 1) Alica použije svojho mailového klienta na odoslanie mailu pre `bob@inštitúcia.sk`
- 2) Alicin mailový klient pošle mail jej mailovému serveru, ktorý uloží mail do radu mailov
- 3) Alicin mailový server otvorí TCP spojenie s Bobovým mailovým serverom
- 4) SMTP klient (Alicin mailový server) pošle Alicin mail cez TCP spojenie
- 5) Bobov mailový server uloží mail do Bobovej schránky
- 6) Bobov mailový klient si po čase vypýta mail z jeho schránky na jeho mailovom serveri



Príklad SMTP komunikácie

```
S: 220 kosice.upjs.sk
C: HELO doma.sk
S: 250 Hello doma.sk, pleased to meet you
C: MAIL FROM: <alica@doma.sk>
S: 250 alica@doma.sk... Sender ok
C: RCPT TO: <bob@upjs.sk>
S: 250 bob@upjs.sk ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Prepacte, ze som pred tyzdnom neposlala projekt
C: lebo som velmi chora
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 kosice.upjs.sk closing connection
```

SMTP: na záver

- ❑ SMTP používa stále spojenia
- ❑ SMTP vyžaduje, aby celá správa (hlavička aj telo) boli v 7-bitovom ASCII kódovaní
- ❑ Koniec správy označuje postupnosť CRLF.CRLF



Porovnanie s HTTP:

- ❑ HTTP: pull (ťahanie)
- ❑ SMTP: push (tlačenie)
- ❑ Oba používajú ASCII kódovanie pre príkazy a hlavičky odpovedí
- ❑ HTTP: každý objekt na stránke je nezávislý a ťahaný nezávisle
- ❑ SMTP: všetko vrátane príloh je posielané v jednej správe

Formát mailov

SMTP: protokol na výmenu
mailových správ

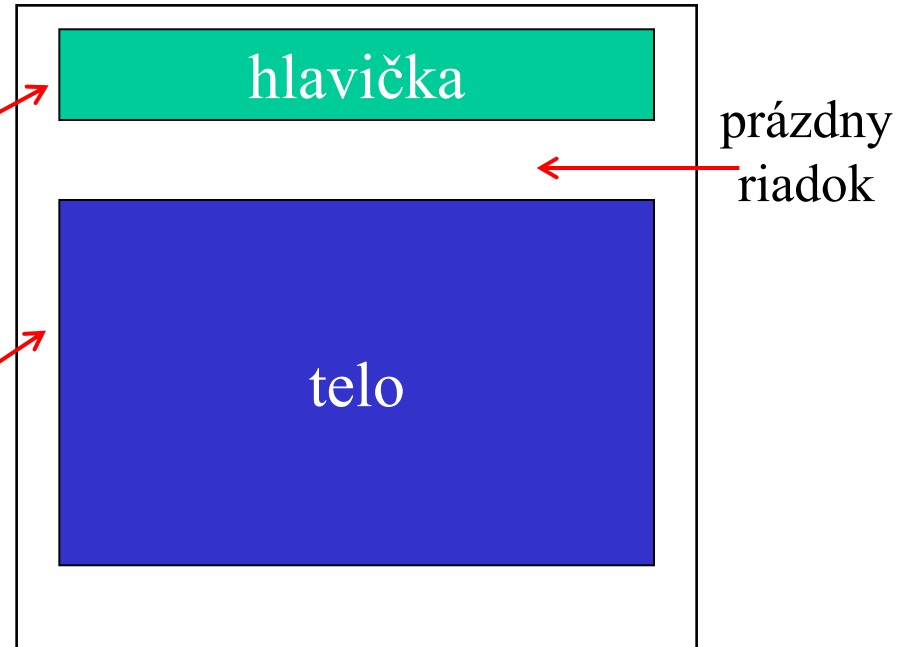
RFC 822: štandard pre textové
správy:

☐ Riadky v hlavičke napr.

- ❖ To:
- ❖ From:
- ❖ Subject:

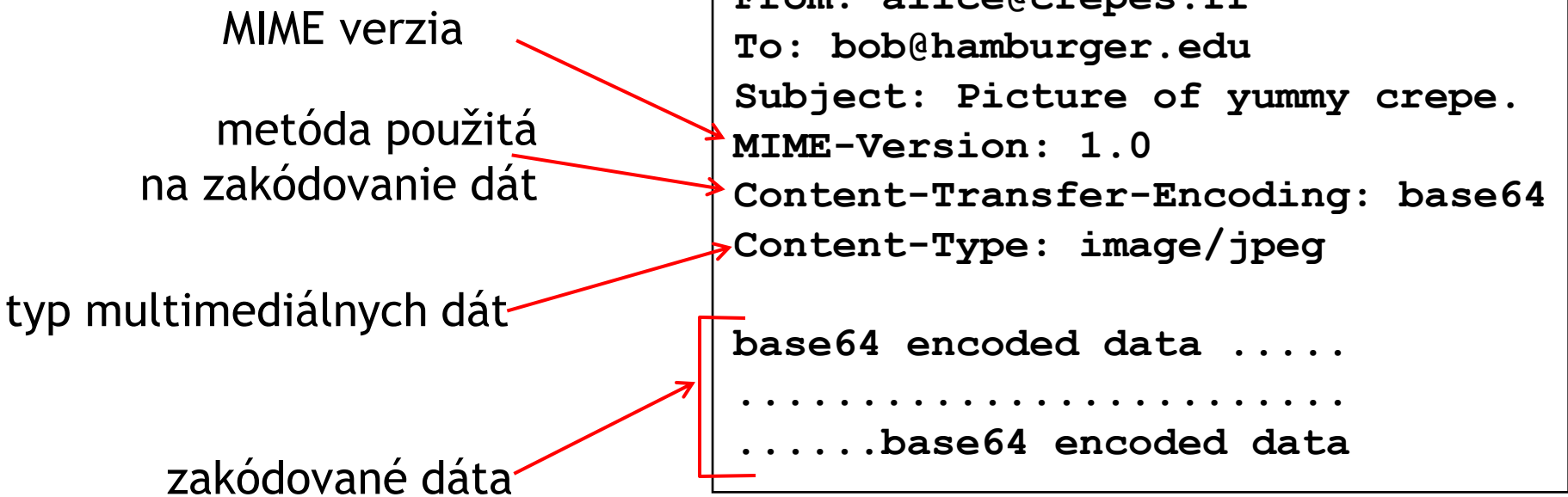
☐ telo

- ❖ Samotná správa
- ❖ Musí byť v 7-bitovom ASCII kódovaní

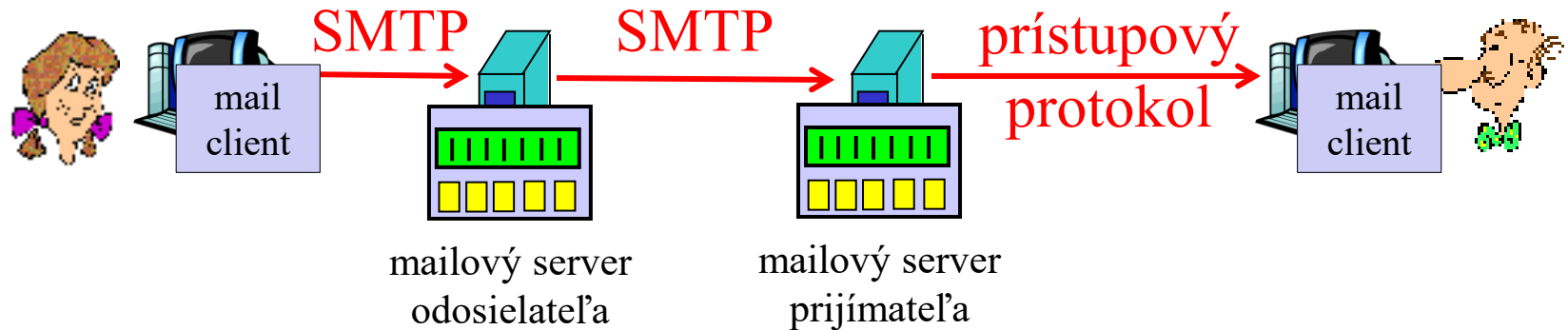


Formát mailov: multimedialne rozšírenia

- ❑ MIME: multimedia mail extension, RFC 2045, 2056
- ❑ dodatočné riadky v hlavičke označujú MIME typ



Protokoly na prístup k mailom



- ❑ SMTP: na doručenie na mailový server prijímateľa (adresáta)
- ❑ Protokol na prístup k mailom: získanie mailu zo servera
 - ❖ POP: Post Office Protocol [RFC 1939]
 - autorizácia a stiahnutie
 - ❖ IMAP: Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]
 - viac možností
 - správa uložených mailov priamo v schránke na servri
 - ❖ HTTP: gmail, Hotmail, Yahoo! Mail, Zoznam, Post, Azet, ...

POP3 protokol

Autorizačná fáza

❑Klientské príkazy:

- ❖**user**: používateľské meno
- ❖**pass**: heslo

❑Odpovede servera

- ❖**+OK**
- ❖**-ERR**

Fáza transakcií

- ❑**list**: zoznam čísiel mailov
- ❑**retr**: získanie mailu s daným číslom
- ❑**dele**: vymazanie
- ❑**quit**: koniec spojenia

```
S: +OK POP3 server ready
C: user bob
S: +OK
C: pass tajne
S: +OK user successfully logged on

C: list
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <obsah mailu 1>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <obsah mailu 2>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
```

POP3 a IMAP

Viac o POP3

- ☐ V príklade sa použil mód “stiahni a vymaž”
- ☐ Ak používateľ sadne k inému počítaču, k starým mailom sa nedostane
- ☐ Bez mazania máme kópie tých istých mailov na viacerých strojoch

IMAP

- ☐ Necháva maily na serveri
- ☐ Umožňuje organizáciu mailov do priečinkov na serveri

Ďakujem za pozornosť

Modifikované slajdy z knihy:

Computer Networking: A Top Down Approach ,
4th edition.

Jim Kurose, Keith Ross
Addison-Wesley, July 2007.