# Operační systémy a sítě

Petr Štěpán, K13133
KN-E-229
stepan@labe.felk.cvut.cz

## Téma 10. Transportní vrstva

# IPv6

- IPv6 má adresu danou 128 bity (IPv4 pouze 32 bit)
- IPv6 vylepšuje některé vlastnosti IPv4, ale stará se pouze o vrstvu síťování
- Proč 6? Internet Stream Protocol z roku 1979 používá IP hlavičku s číslem verze 5. Další volné číslo je 6.
- Vylepšení
  - Velký prostor adres – přibližně $3.4 \times 10^{38}$ různých adres
  - Multicasting – vyslání jednoho paketu na více různých počítačů
  - SLAAC – Stateless address autoconfiguration –automatická konfigurace za použití algoritmu prohledávání okolí Neighbor Discovery (lze použít i DHCPv6 nebo statické nastavení adresy)
  - Použití síťové bezpečnosti (šifrování a ověřování) je povinné v IPv6
  - Mobilita – zabraňuje různému směrování paketů při cestě ze zařízení a zpět (avoid triangular routing)
  - Jumbogram – datagram s velikostí až $2^{32} – 1$ (v IPv4 max 65535)

# Adresy IPv6

Zápis 8 skupin s 16 bity – každá skupina má 4 hexadecimální čísla

- 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334
- 0 nejsou důležité, pokud nemají žádný význam
- 2001:db8:85a3:::8a2e:370:7334

Formát adresy:

- 48 nebo více – routing prefix - směrování
- 16 nebo méně – subnet-id ( subnet-id+routing prefix = 64 bitů)
- 64 – identifikace zařízení (může to být MAC-adresa síťové karty, identifikátor od DHCPv6, náhodně vygenerované číslo, ručně zadané číslo)

Multicast – datagram pro více počítačů:

- 8 bitů prefix – začínající FF
- 4 bity příznaků
- 4 bity rozsah – scope 16 předefinovaných rozsahů pro multicast
- 112 bitů číslo skupiny

# IPv6 směrování

- Zjednodušené zpracování pro směrovače (routery)
- Hlavička IPv6 je jednodušší
- IPv6 směrovače neprovádějí fragmentaci
  - Minimální MTU (Maximal transmission unit) je 1280
  - Směrovače umožňují detekci MTU na specifikované cestě
- IPv6 nemá kontrolní součet (to zajišťuje transportní a linková vrstva)
- TTL – (Time To Live) je nahrazen Hop Limit – maximální počet směrovačů na cestě, není třeba měřit čas strávený v bufferech
- Směrovací prefix obsahuje veškeré informace potřebné k směrování
  - RFC 3177 (2001) navrhuje směrování všech počítačů na základě /48 lokace
  - RFC 6177 (2011) zredukovalo lokaci na /56

# Od IPv4 k IPv6

- IPv4 s CIDR směrováním a použití NAT zpomalily nutnost přechodu na IPv6
- Jak přejít od IPv4 k IPv6
  - Dual-stack – asi nejčastější současné řešení, směrovač podporuje současně obě verze IP protokolu
  - Tunneling – zapouzdření telegramů IPv6 do IPv4
  - Použití proxy a překlad – pro počítače s IPv6, který chce využít služeb IPv4 serveru je nutné zajistit převedení a překlad IPv6 na IPv4
- Zkontrolujte si své připojení na:
  - www.test-ipv6.cz
  - www.test-ipv6.com
  - ipv6test.google.com

# Transportní vrstva

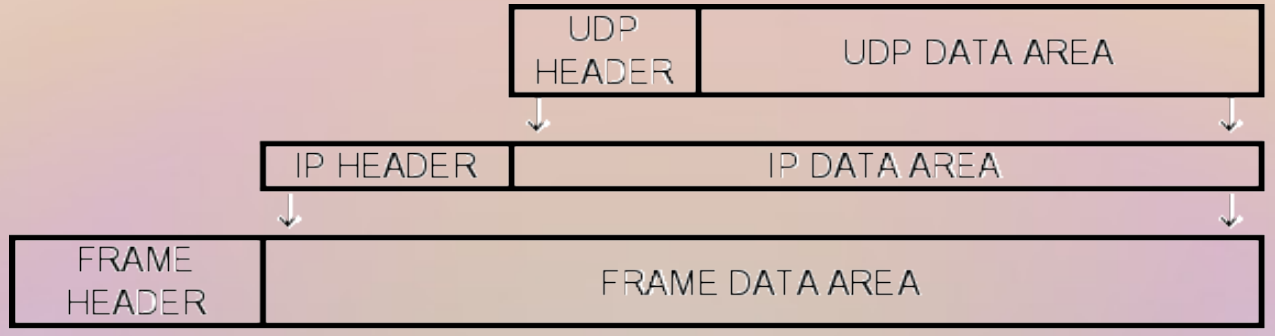
- Cíle transportní vrstvy
  - Zajistit komunikaci mezi procesy
  - Rozlišit různé adresáty na jednom počítači
  - Zajistit spojovaný přenos dat
  - Zvýšit spolehlivost
  - Zvýšit kvalitu služby (QoS Quality of Service)
  - Kontrolovat přenos dat
- Rozlišují se 3 typy sítí
  - Kategorie A – sítě bez ztrát paketů a bez chyb spojení – lokální sítě
  - Kategorie B – sítě bez ztrát paketů s možností chyb spojení – privátní sítě
  - Kategorie C – sítě s možností ztrát paketů i chyb spojení - internet

# Transportní vrstva

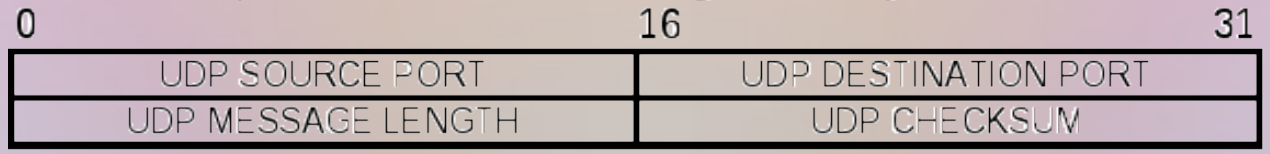
- 5 tříd transportní vrstvy
  - TP0 – jednoduchá vrstva pro sítě kategorie A
  - TP1 – vrstva řešící rozpojení pro sítě kategorie B
  - TP2 – vrstva pro sítě kategorie A s použitím portů
  - TP3 – vrstva řešící rozpojení pro sítě kategorie B s použitím portů
  - TP4 – transportní vrstva pro sítě kategorie C s použitím portů a spolehlivého doručení dat s potvrzováním
- Příklady
  - UDP – transportní vrstva třídy TP2
  - TCP – transportní vrstva třídy TP4

# Protokol UDP

- UDP (= *User Datagram Protocol*)
  - jeden z nejjednodušších transportních protokolů.
  - Poskytuje tzv. nespojovanou a nezabezpečenou službu doručování uživatelských datagramů
  - Oproti ryzím IP datagramům má schopnost rozlišit mezi různými cílovými procesy na adresovaném počítači pomocí položky port




Zapouzdření UDP v IP datagramu na fyzické síti




UDP Header

  - Položky PORT se používají k rozlišení výpočetních procesů čekajících na cílovém stroji na UDP datagramy.
    - Položka SOURCE PORT je nepovinná; není-li použita, musí být 0.
    - Jinak označuje číslo portu, na nějž má být zaslána případná odpověď.

# Protokol UDP

- Aby se zajistilo, že různé stroje na Internetu si budou rozumět, IANA vydává závazný seznam tzv. obecně známých čísel portů
- Některá vybraná čísla UDP portů: (viz http://www.iana.org/assignments/port-numbers)

| Port | Keyword | Význam |
|---|---|---|
| 0 | - | Reserved |
| 7 | echo | Echo the datagram |
| 13 | daytime | Time of the day |
| 53 | dns | Domain Name Service |
| 67 | bootps | Bootstrap Protocol Server, DHCP Server |
| 68 | bootpc | Bootstrap Protocol Client, DHCP Client |
| 69 | tftp | Trivial File Transfer |
| 123 | ntp | Network Time Protocol |
| 137 | netbios-ns | NETBIOS Name Service |

# Protokol UDP

- UDP protokol nezabezpečuje, že:
  - datagram se během přenosu neztratí
  - datagram nebude doručen vícekrát
- Potřebné zabezpečení musí řešit aplikace, které UDP používají
- Příklad použití UDP
  - DNS (překlad mezi symbolickými jmény strojů a jejich IP adresami) – realizuje komponenta lokálního OS zvaná *resolver*
  - Utilita **`nslookup`** slouží k explicitnímu použití (a testování) DNS

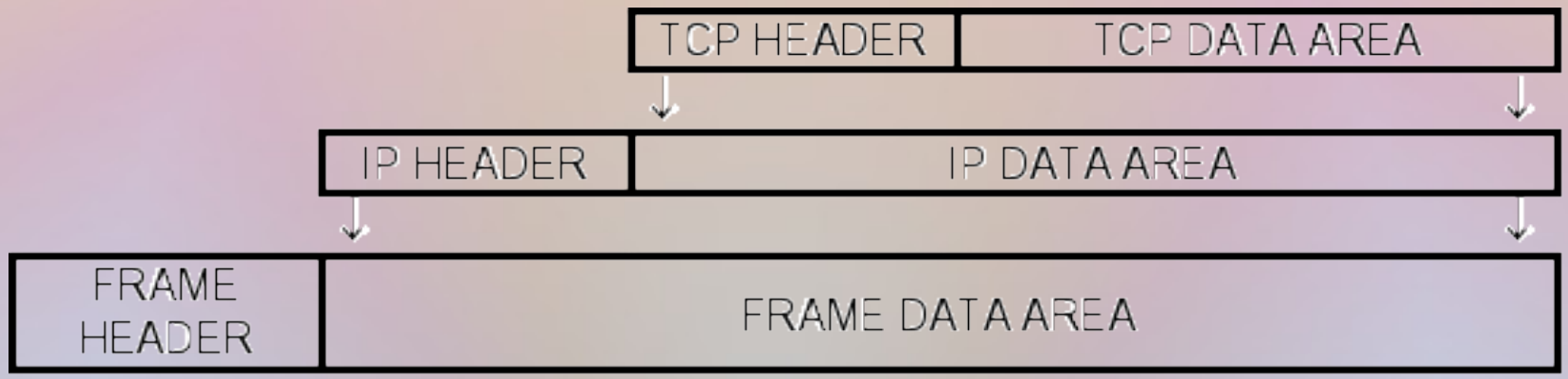
```
zubrina > nslookup proxy.felk.cvut.cz
IP(udp) 147.32.85.46:41245 > 147.32.80.9:53  11033+ A? proxy.felk.cvut.cz. (36)
IP(udp) 147.32.80.9:53 > 147.32.85.46:41245  11033* 1/2/3 A 147.32.80.13 (146)

zubrina> nslookup 147.32.80.13
IP(udp) 147.32.85.46:38523 > 147.32.80.9:53  2+ PTR? 13.80.32.147.in-addr.arpa. (43)
IP(udp) 147.32.80.9:53 > 147.32.85.46:38523  2* 1/2/4 PTR proxy.felk.cvut.cz. (197)
```

# Protokol zabezpečeného datového toku TCP

- TCP je nejdůležitější obecná zabezpečená služba realizující přímé spojení mezi dvěma počítači
  - TCP/IP je Internetová implementace této služby
- Vlastnosti TCP
  - Datový tok
    - Aplikace komunikující po TCP/IP spoji považují komunikační kanál za tok bytů (oktetů) podobně jako soubor
  - Virtuální spoj
    - Před začátkem přenosu dat se komunikující aplikace musí dohodnout na spojení prostřednictvím síťových komponent svých operačních systémů
    - Protokolový software v operačních systémech obou počítačů se dohodne zasíláním zpráv po síti a ověří, že spojení lze spolehlivě navázat a že oba koncové systémy jsou připraveny ke komunikaci
    - Poté jsou aplikace informovány o ustaveném spojení a datová komunikace může být zahájena
    - Přeruší-li se komunikace spojení během, obě strany jsou o tom informovány
    - Termín virtuální spoj je používán k vyjádření iluze, že aplikace jsou propojeny vyhrazeným spojem. Spolehlivosti je dosaženo plně vázanou komunikací po spoji (úplný "*handshake*")

# Protokol zabezpečeného datového toku TCP

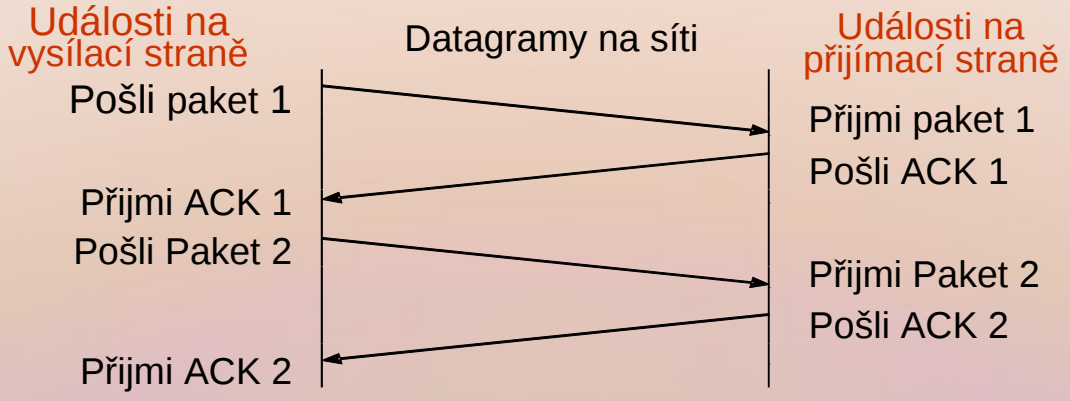
- Přenos s vyrovnávací pamětí
  - Pro zlepšení efektivity přenosu skládá protokolový modul v OS data tak, aby se po síti posílaly pakety rozumné velikosti. Pokud to není žádoucí (např. TELNET), je TCP/IP vybaveno mechanismem, který vynutí přednostní přenos i velmi krátkého datagramu „mimo pořadí“
- Plně duplexní spojení
  - Aplikační procesy vidí TCP/IP spojení jako dva nezávislé datové toky běžící v opačných směrech bez zjevné interakce. Protokolový software potvrzuje (ACK) data běžící v jednom směru v paketech posílaných spolu s daty ve směru opačném



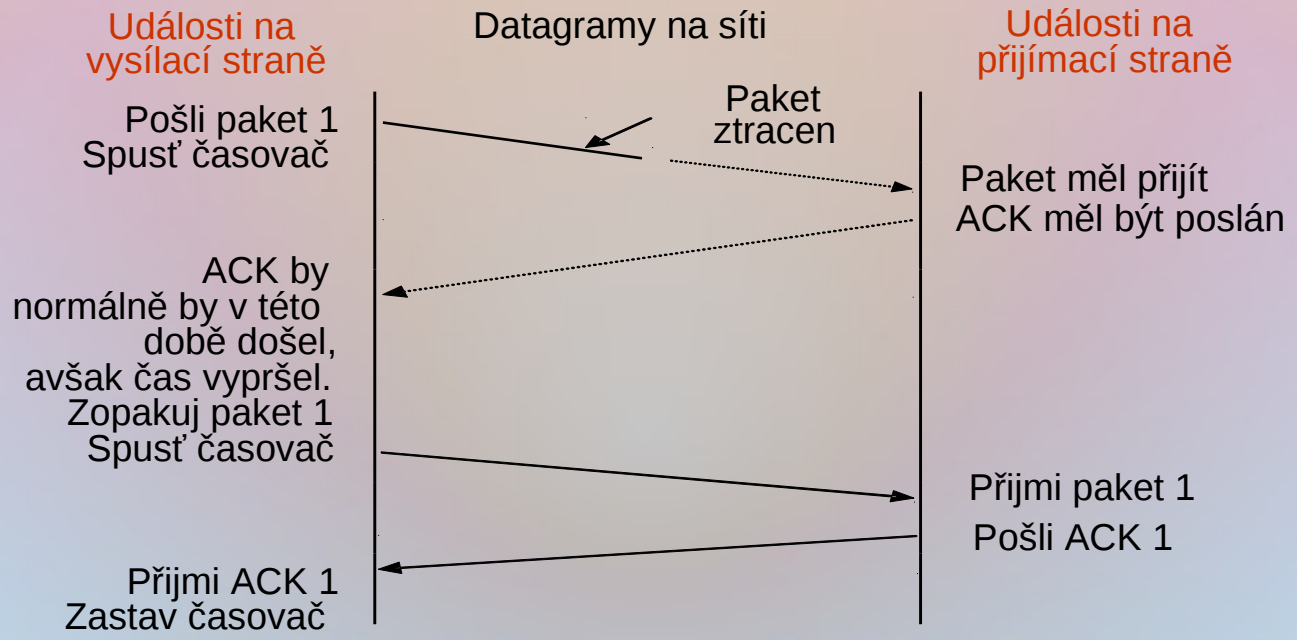

Zapouzdření TCP/IP v IP datagramu na fyzické síti

# Řešení spolehlivosti TCP

- Zajištění spolehlivého přenosu
  - pozitivní potvrzování došlých dat spolu s opakováním přenosu

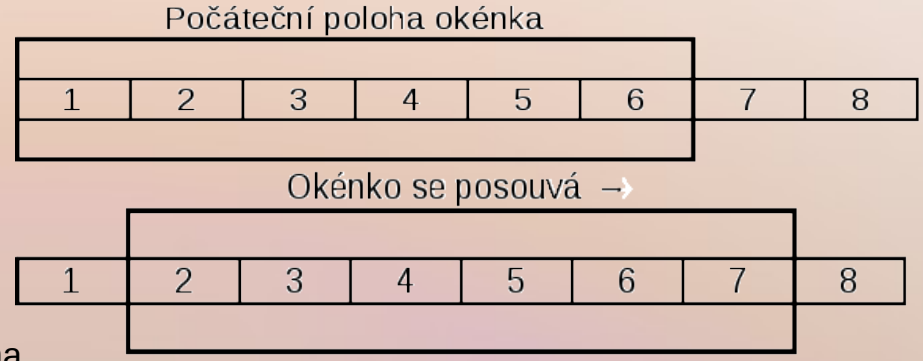


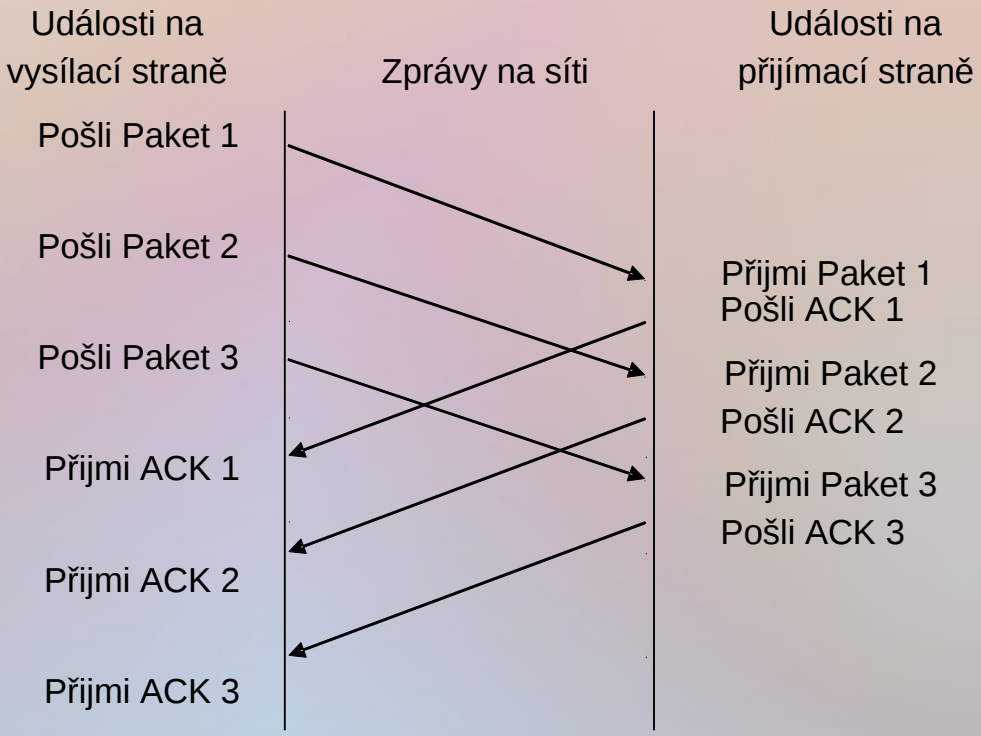

  - Ztracené pakety budou zopakovány na základě vhodných časových prodlev



# Řešení spolehlivosti TCP

- Datagramy se mohou po cestě i duplikovat (data i ACK).
  - Tento problém se řeší pomocí sekvenčního číslování datagramů
- Problém efektivity pozitivního potvrzování
  - Čekání na potvrzení každého paketu je časově nákladné
  - Metoda posouvajícího se okna



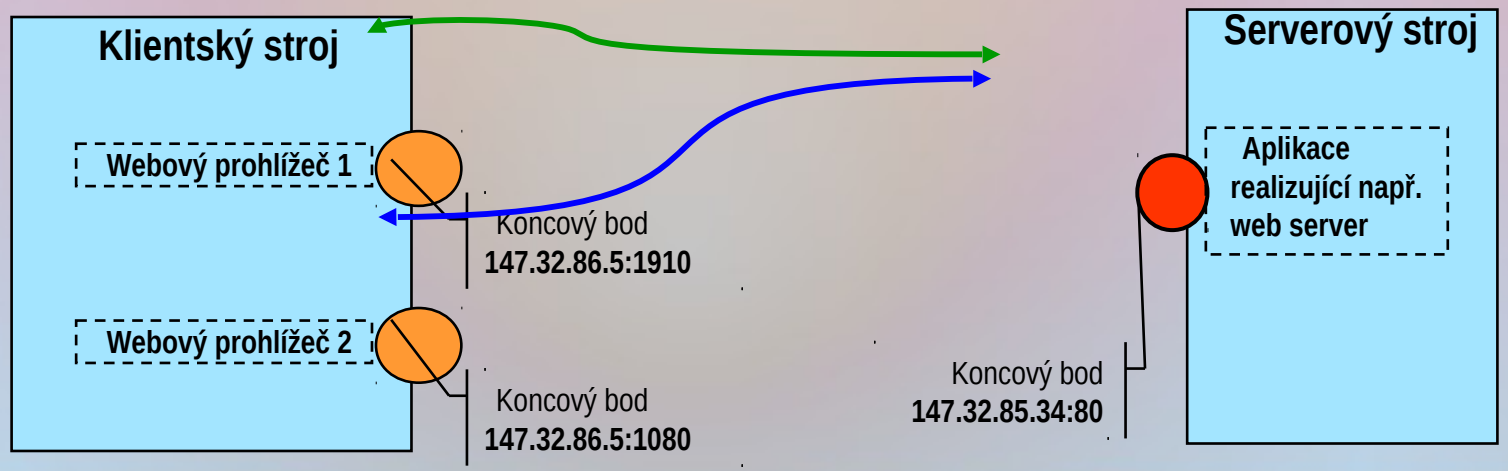



# Porty, spojení a koncové body TCP

- TCP rovněž používá porty k rozlišení cílové aplikace na spojených počítačích
  - Čísla portů pro TCP mohou být stejná jako pro UDP, neboť protokoly jsou rozlišeny na obou koncích spoje automaticky
    - Stroj přijímající datagram se napřed "podívá" na pole PROTOCOL v hlavičce datagramu a podle něj předá zpracování buď UDP nebo TCP "větvi" v síťové komponentě OS
  - Aby bylo možno využívat téže služby počítače (serveru) větším počtem jiných počítačů (klientů), TCP/IP zavádí tzv. virtuální spojení (virtuální kanály).
    - Tyto virtuální kanály jsou vlastně spojení mezi tzv. koncovými body, což jsou IP adresy s připojeným číslem portu, např. 147.32.85.34:80.
    - TCP/IP virtuální spojení je pak identifikováno dvěma koncovými body tohoto spojení
      - v IP v4 je to vlastně 12 bytů – tj. 2 x (4 byty adresy + 2 byty port)
    - Pár koncových bodů "celosvětově" odlišuje existující TCP/IP spoj
    - Různé spoje mohou mít na jednom konci týž "koncový bod", avšak na druhém konci musí být různé koncové body.

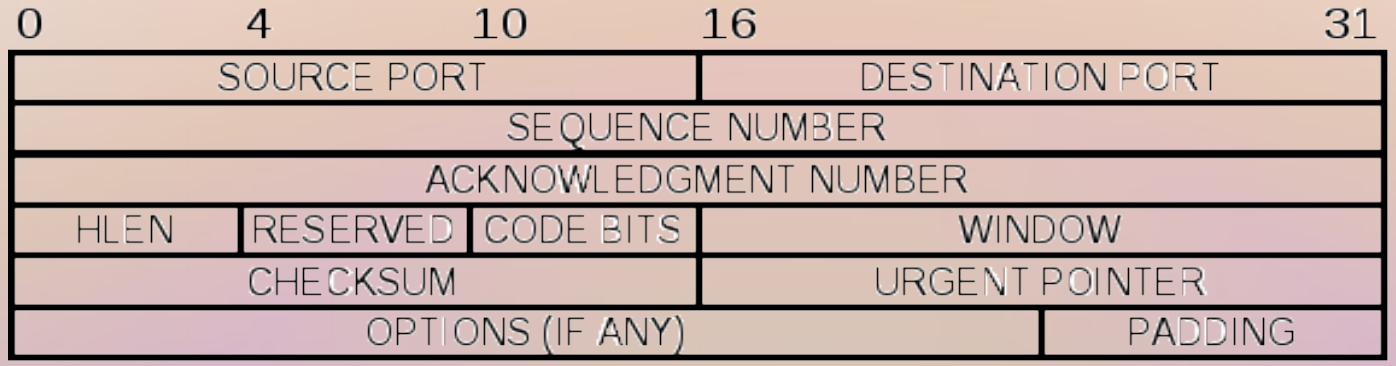
# Tvorba TCP spojení

- Pasivní a aktivní otevření
  - TCP vyžaduje, aby se systémy, mezi nimiž se spojení navazuje, předem dohodly o vzniku spojení
  - Aplikace na jednom konci musí požádat svůj lokání OS a uskutečnit tzv. pasivní otevření na daném portu indikující ochotu aplikace přijímat příchozí žádosti o spojení. Tento konec kanálu je obvykle označován jako server.
    - Server "poslouchá" na daném portu
  - Chce-li klientská aplikace se serverem navázat spojení, požádá svůj OS o aktivní otevření, kdy zadá IP adresu serveru a příslušný port. Lokální klientský OS přiřadí navazovanému spojení vhodný volný lokální port (obvykle 1024 – 2047). Oba stroje pak naváží spojení (➔) a mohou spolu komunikovat.



# TCP segmenty a jejich formát

- Datový tok TCP se dělí na segmenty
  - Segmenty putují po síti jako IP datagramy
    - Každý byte v datovém toku má své 32-bitové sekvenční číslo v rámci spojení
- Hlavička TCP datagramu (segmentu)




- Význam položek
  - SOURCE PORT, DESTINATION PORT: Identifikace aplikací na obou koncích spojení
  - SEQUENCE NUMBER: Sekvenční číslo bytu v datovém toku
  - ACKNOWLEDGMENT NUMBER: sekvenční číslo bytu v protisměrném toku, který odesilatel očekává v odpovědi od příjemce

    Poznámka: SEQUENCE NUMBER se vztahuje ke směru přenosu, v němž se posílá segment, zatímco ACKNOWLEDGMENT NUMBER se vztahuje ke směru opačnému

# TCP segmenty a jejich formát

- Význam položek TCP hlavičky (pokračování)
  - HLEN: Délka hlavičky ve 32-bitových slovech
  - CODE: Pole obsahující 1-bitové příznaky:
    - URG: Pole URGENT POINTER je platné ➔
    - ACK: Datagram nese potvrzení protisměrného datového segmentu
    - PSH: Tento segment požaduje "push", tj. okamžité doručení aplikaci bez použití vyrovnávací paměti na přijímající straně
    - RST: Reset spojení
    - SYN: Aktivní žádost o zřízení spojení (synchronizace sekvenčních čísel)
    - FIN: Ukončení spojení (odesilatel detekoval konec datového toku)
  - WINDOW: Určuje kolik dat je odesilatel ochoten přijmout od příjemce v rámci datového toku běžícího v opačném směru
  - URGENT POINTER: Toto pole je ukazatel na urgentní datový element uvnitř datového úseku segmentu (např. ^C v TELNET-ovém spojení) – platí jen ve spojení s příznakem URG
  - OPTIONS: Volitelné položky používané při vytváření spojení (např. max. velikost segmentu)

# Časové prodlevy pro opakování přenosů

- Konstantní hodnota časového zpoždění pro opakované vyslání paketu je nevhodná
  - Internet je příliš různorodý a je složen z mnoha různých LAN a „point-to-point“ spojů založených na různých HW technologiích
- TCP/IP přizpůsobuje časové parametry virtuálního spoje
  - Používá adaptivní algoritmus pro zopakování posílaného paketu.
  - Algoritmus je založen na průběžném sledování tzv. „*round trip time*“ (RTT)
    - Doba mezi odesláním paketu a přijetím jeho potvrzení.
  - Skutečná prodleva pro opakování paketu je určována jako vážený průměr z RTT naměřených v nedávné historii.
  - Strategie se rychle přizpůsobuje okamžité zátěži mezilehlých sítí a směrovačů

# Navázání TCP spojení

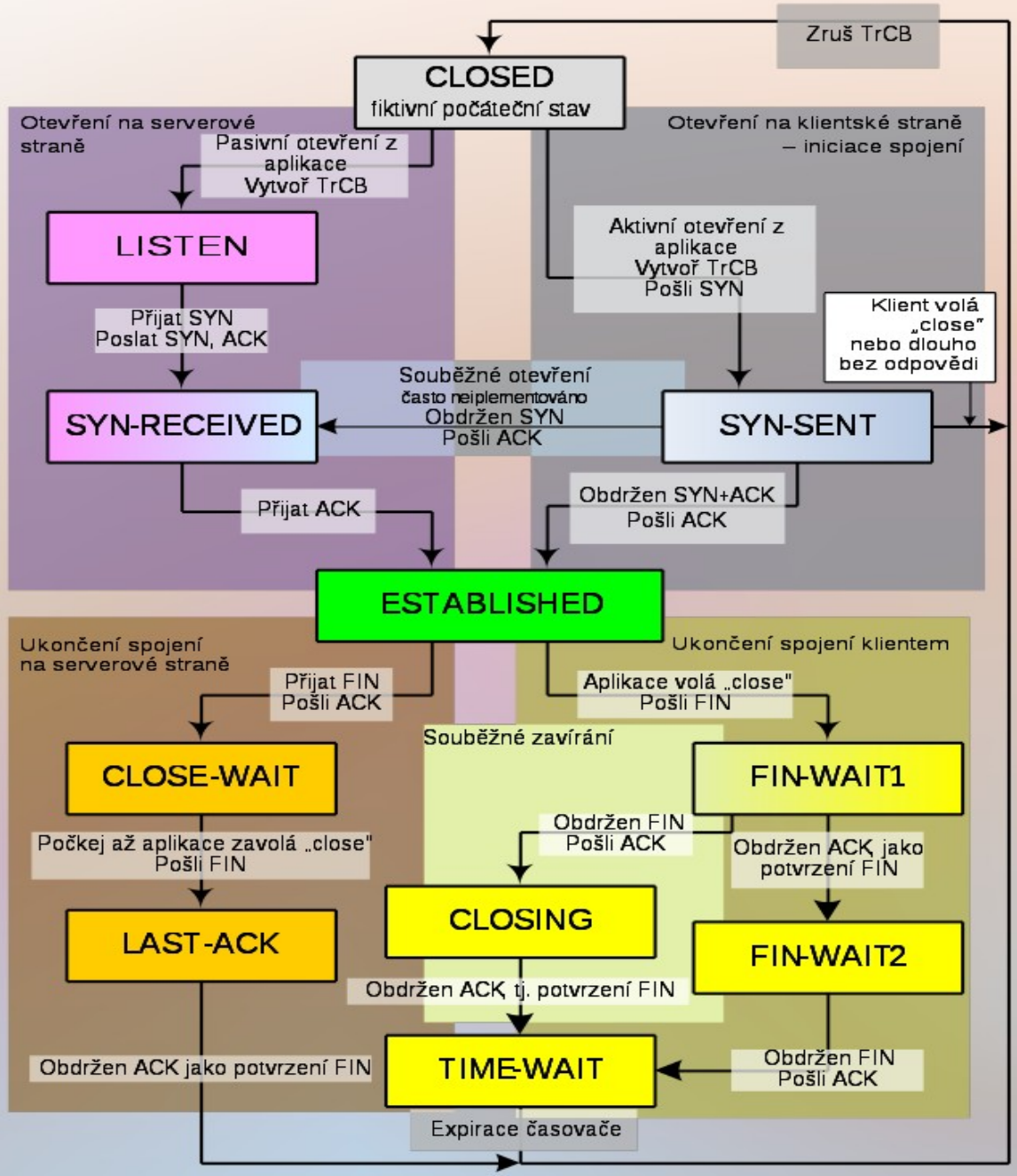
- TCP používá třístupňový postup navazování spojení (předpokládáme, že server „naslouchá“):
  1. V prvním kroku iniciátor spojení (klient) pošle adresátovi (serveru) segment s nastaveným SYN bitem, náhodně vygenerovaným SEQUENCE NUMBER = *x* a prázdnou datovou sekcí
  2. Když server obdrží tento segment, odpoví na něj segmentem s nastaveným SYN a ACK, náhodným SEQUENCE NUMBER = *y* a ACKNOWLEDGMENT NUMBER = *x*+1.
  3. Když klient dostane tento segment, potvrdí jeho přijetí zasláním segmentu s nastaveným ACK, nulovým SYN bitem a ACKNOWLEDGMENT NUMBER = *y*+1.
  - Tak jsou ustaveny počáteční hodnoty SEQUENCE NUMBER a ACKNOWLEDGMENT NUMBER pro dané spojení
  - Sekvenční čísla jsou náhodná
    - Možnost detekovat havárii či restartování strojů na koncích spoje v rámci časové prodlevy

# Ukončení TCP spojení, TCP porty

- Ukončení spojení nastává obvykle na žádost aplikace, která spojení ustavila
  - Aplikace sdělí TCP, že už nemá další data
  - TCP software uzavře spojení v jednom směru, což se děje zasláním segmentu s nastaveným FIN bitem
  - K úplnému ukončení je třeba spojení zavřít i v opačném směru podobným způsobem (tj. FIN bitem)
  - TCP spojení lze i okamžitě násilně přerušit užitím bitu RST
- Příklady obecně známých čísel TCP portů

| Port | Keyword | Význam |
|---|---|---|
| 20 | ftp-data | File Transfer Protocol (data section) |
| 21 | ftp | File Transfer Protocol (controls) |
| 22 | ssh | Secure Terminal Connection |
| 23 | telnet | Terminal Connection |
| 25 | smtp | Simple Mail Transport Protocol |
| 53 | domain | Domain Name Server Transfer |
| 80 | http | World-wide web |
| 110 | pop3 | Post Office Protocol v.3 |
| 143 | imap | Internet Message Access Protocol |
| 443 | https | Secured www |

# Konečný automat TCP




Uveden je zjednodušený konečný automat

- předepisuje chování síťové vrstvy OS pro TCP spojení
- jde o „popis implementace“
- každé samostatné spojení může být v daném okamžiku v jiném vývojovém stavu

Každé TCP spojení má svůj řídicí blok TrCB (*Transmission Control Block*)

- je propojen s příslušným socketem
- registruje průběh navazování spojení a jeho "stav"
- odkazuje na vyrovnávací paměti pro přenos dat

# API pro síťové služby

- Základním prostředkem pro síťové komunikace je tzv. socket
  - obecný objekt pro meziprocesní komunikaci (IPC)
  - nejčastěji však pro IPC prostřednictvím počítačových sítí
    - tzv. rodina POSIX socketů – zprostředkují IP komunikaci
    - POSIX sockety se vyvinuly z původních BSD socketů
  - z pohledu API se socket jeví jako POSIX „soubor“
- Vytvoření socketu (získání manipulačního čísla „souboru“)

  int sock_fd = **socket**(int domain, int type, int protocol)
  - domain – specifikuje rodinu socketu (pro IP domain = AF_INET)
  - type – určuje způsob komunikace zprostředkované socketem
    - SOCK_STREAM = socket zprostředkuje datový tok (nejčastěji TCP)
    - SOCK_DGRAM = socket zprostředkuje předávání datagramů (např. UDP)
    - SOCK_RAW = socket umožňuje přímý přístup k síťovým službám (užívá se např. pro přístup aplikací k ICMP)
  - protocol – konkrétní protokol (TCP, UDP, ...)
    - IPPROTO_IP = protokol je automaticky zvolen podle parametru type
    - IPPROTO_ICMP = socket zprostředkuje ICMP protokol
    - IPPROTO_UDP = UDP přenos datagramů
    - IPPROTO_TCP = TCP datový tok
    - ... další protokoly viz RFC 1700

# Operace se sockety

- Navázání socketu na lokální adresu (pasivní otevření na serverové straně)

  **bind**(int sock_fd, const struct sockaddr *my_addr, socklen_t addr_len)

  - sock_fd – socket
  - my_addr – lokální adresa, pro AF_INET struktura včetně portu
  - addr_len – délka adresy v bytech

- Čekání socketu na žádost o příchozí spojení (na serverové straně)

  **listen**(int sock_fd, int backlog)

  - sock_fd – socket
  - backlog – maximální počet čekajících spojení

- Přijetí žádosti klienta o spojení se serverem (včetně identifikace klienta)

  new_fd = **accept**(int sock_fd, struct sockaddr *client_addr,
  socklen_t *client_addr_len)

  - sock_fd – socket
  - client_addr – adresa klienta, pro AF_INET struktura včetně portu
  - addr_len – délka adresy v bytech
  - new_fd je „souborový deskriptor“, jehož prostřednictvím bude probíhat obousměrná komunikace mezi klientem a serverem

  Původní socket zůstává ve stavu „listen“ a je chopen přijímat další příchozí spojení a řadit je do fronty. Existují-li takové žádosti o spojení, další volání accept vrátí ihned další klientské spojení; v opačném případě accept způsobí zablokování volajícího procesu

# Operace se sockety

- Připojení na vzdálenou adresu (aktivní otevření klientem)

  **connect**(int sock_fd, const struct sockaddr *serv_addr, socklen_t addr_len)

  - sock_fd – socket
  - serv_addr –adresa serveru, k němuž se klient připojuje, pro AF_INET struktura včetně portu
  - addr_len – délka adresy v bytech

- K přenosům dat mezi klientem a serverem poté, kdy příchozí žádost byla akceptována (spojení bylo úspěšně navázáno)

  **send**(), **recv**()
  **sendto**(), **recvfrom**()
  **write**(), **read**()
  **sendmsg**(), **recvmsg**()

  - Prvním parametrem všech těchto funkcí je sock_fd
  - Detaily viz specifikace POSIX

- Ukončení spojení

  **close**(int sock_fd)

# Použití API pro síťové služby

- Server
  1. Vytvoř socket voláním služby `socket()`
  2. Navaž socket na lokální adresu a port voláním `bind()`
  3. Připrav socket na příchod žádostí o spojení voláním `listen()`, vznikne „naslouchající socket“
  4. Voláním služby `accept()` se server zablokuje, dokud nepřijde žádost o spojení. Návratovou hodnotou `accept()` je nový souborový deskriptor (`fd`), otevřený pro komunikaci. Původní socket stále naslouchá a lze znovu volat `accept()`.
  5. Komunikace pomocí `send()`a `recv()`nebo `write()` a `read()`
  6. Případné volání `close()` končícím serverem (passive close)

- Klient
  1. Vytvoř socket voláním služby `socket()`
  2. Volání služby `connect()` naváže spojení se serverem a vrátí souborový deskriptor pro další komunikaci
  3. Komunikace se serverem pomocí `send()`a `recv()`nebo `write()` a `read()`
  4. Volání `close()` k ukončení spojení se serverem (active close)

# Základní aplikační IP protokoly

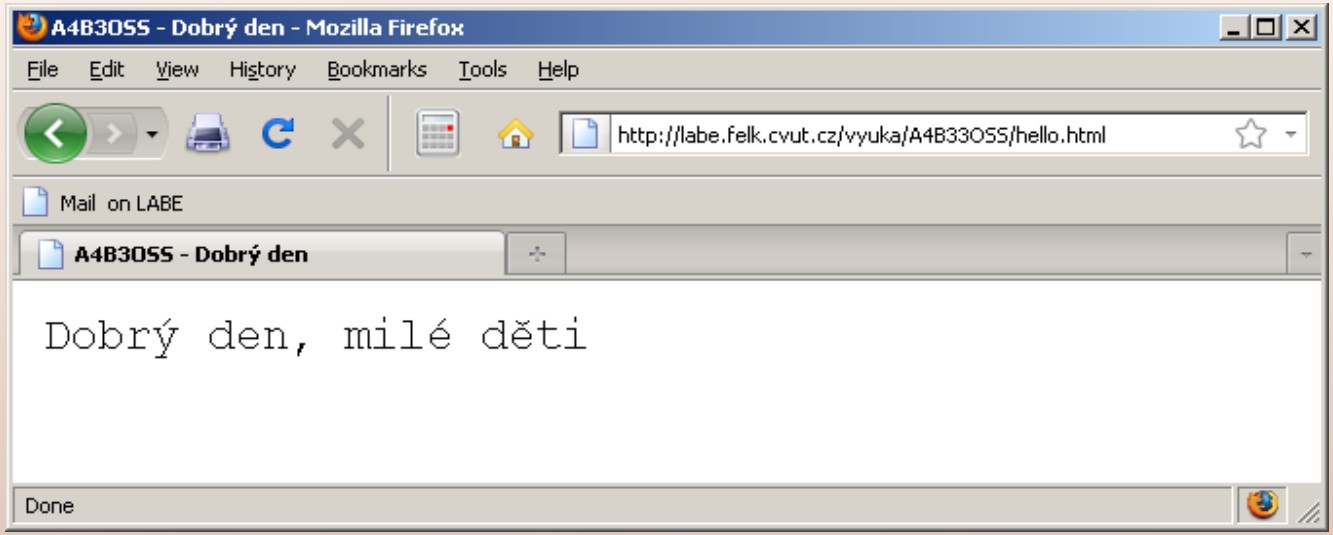
- IP aplikačních protokolů jsou stovky
  - Obvykle se pro uživatelsky orientované protokoly používá zabezpečený transportní protokol TCP/IP
- Většina aplikačních protokolů využívá komunikace „v otevřené řeči“
  - příkazy a reakce na ně jsou „v primitivní angličtině“
  - nebezpečné, proto často existují „zabezpečené“ (zakódované) varianty
- Vyjmenujeme jen pro ukázku některé základní aplikační protokoly
  - SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), TCP port 25
    - Protokol je určen pro zasílání e-mailů klientem nebo „serverem“ (který se při tomto přenosu chová jako klient) na cílový server.
    - Základní příkazy zadávané klientem jsou MAIL, RCPT, DATA
  - POP3 (*Post Office Protocol*), TCP port 110
    - Protokol pro stahování e-mailů ze serveru, kam byl e-mail doručen pomocí SMTP, do pracovní stanice (např. do aplikace MS-Outlook)
    - Základní příkazy klienta: USER, PASS, LIST, RETR, DELE
  - FTP (*File Transfer Protocol*), TCP porty 20 a 21
    - Velmi komplexní protokol založený na dvou TCP spojích (řídicí a datový); existuje mnoho „klonů“ (např. pasivní FTP) a zabezpečených variant (např. SFTP)
    - Příkazů je asi 50

# Protokol HTTP – reálná ukázka

- Web server pro protokol HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) poslouchá na TCP portu 80
- Příklad komunikace
  - Na serveru *labe.felk.cvut.cz* je soubor hello.html v adresáři /vyuka/A4B33OSS
    - serverový proces httpd obsluhující TCP port 80 považuje z bezpečnostních důvodů jistý konkrétní adresář na serveru jako kořen adresářového stromu pro „webové soubory“ (dáno konfigurací httpd)
  - Obsah souboru /vyuka/A4B33OSS/hello.html je např.

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=windows-1250">
<meta http-equiv="Pragma" content="no-cache">
<title>A4B33OSS - Dobrý den</title>
</head>
<body>
<pre>
Dobrý den, milé děti
</pre>
</body>
</html>
```

# Protokol HTTP – reálná ukázka




- Klient Firefox se připojí na TCP port 80 a pošle

```
GET /vyuka/A4B33OSS/hello.html HTTP/1.1
Host: labe.felk.cvut.cz
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 5.1; en-US;) Firefox/3.25
Accept: text/html, Accept-Language: cs,en;q=0.5
Accept-Encoding: gzip,deflate
Accept-Charset: windows-1250,utf-8;q=0.7,*;q=0.7
Keep-Alive: 15
Connection: keep-alive
Cache-Control: max-age=0
<prázdný řádek>
```

Povinné komponenty zaslaného příkazu GET jsou **tučně**.
Další jsou doplňkové informace pro server

# Protokol HTTP – reálná ukázka

- Web server odpoví

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Sat, 18 Dec 2012 19:47:10 GMT
Server: Apache/1.3.37 (Unix)
Last-Modified: Sat, 18 Dec 2010 19:40:14 GMT
ETag: "2da442-ea-4d0d0e1e"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 234
Keep-Alive: timeout=15, max=100
Connection: Keep-Alive
Content-Type: text/html
```

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type"
content="text/html; charset=windows-1250">
<title>A4B3OSS - Dobrý den</title>
</head>
<body>
<pre>Dobrý den, milé děti
</pre>
</body>
</html>
```

A po 15 sekundách server ukončí spojení

Obsah hello.html

# To je dnes vše.

Otázky?