



Katedra softwarového inženýrství,
Matematicko-fyzikální fakulta,
Univerzita Karlova, Praha

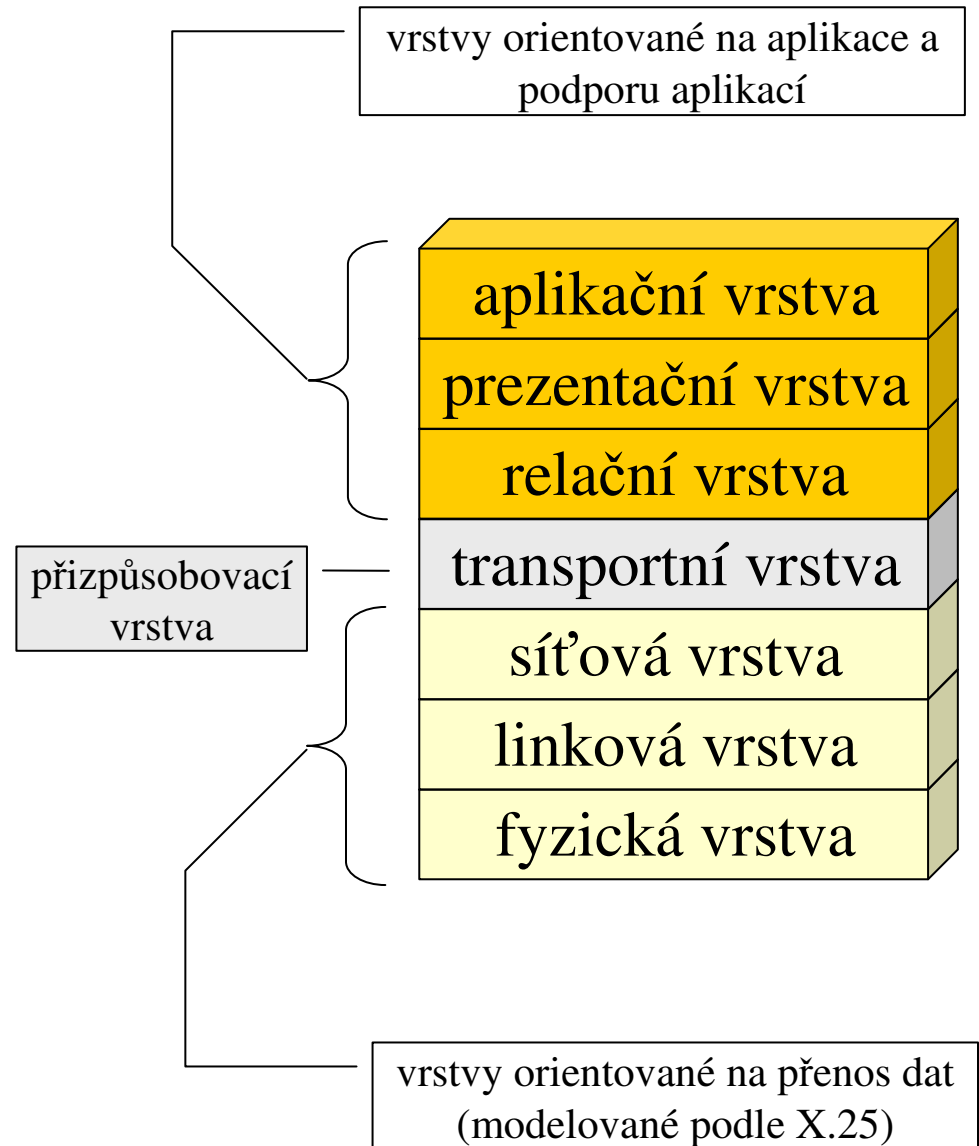


Lekce 10: Transportní vrstva

Jiří Peterka, 2004

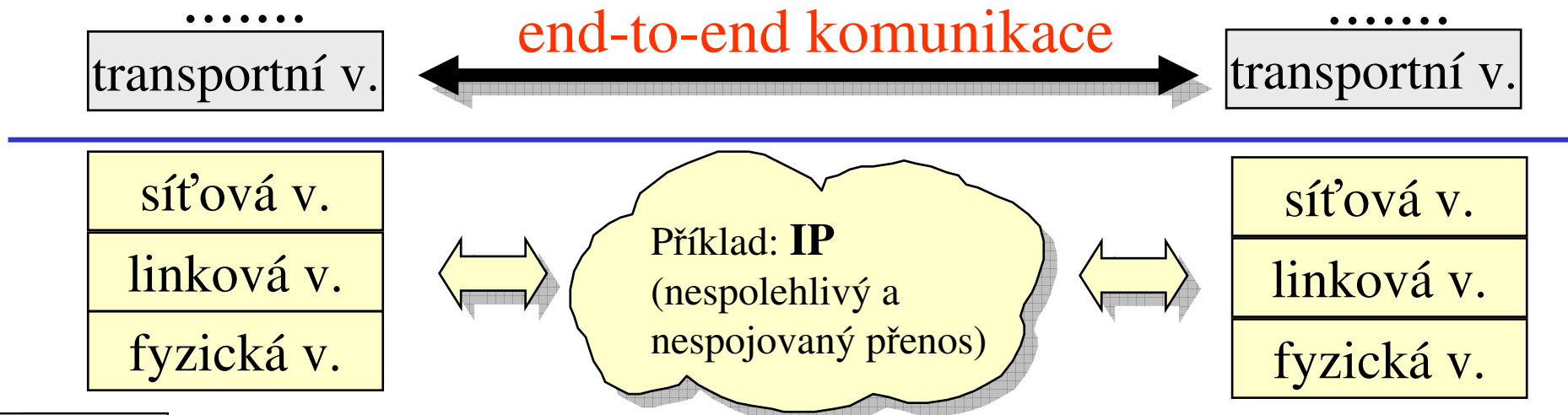
Hlavní úkoly transportní vrstvy

- zajišťovat end-to-end komunikaci
- rozlišovat mezi více odesilatelí a příjemci v rámci daného uzlu
 - provádět multiplex a demultiplex
- vyrovnávat rozdíly mezi schopnostmi nižších vrstev a požadavky vyšších vrstev
 - měnit spojovaný/nespojovaný charakter
 - v případě spojované komunikace zajišťovat korektní navazování/ukončování spojení atd.
 - zajišťovat spolehlivost
 - je-li požadována
 - zajišťovat kvalitu služeb
 - je-li požadována
- předcházet/řídit zahlcení a řídit tok



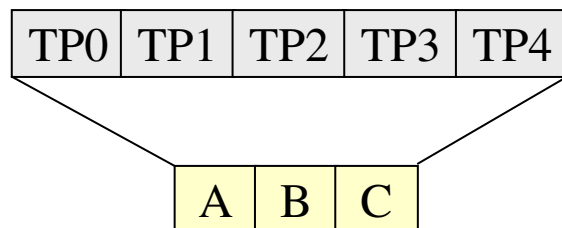
Proč je nutná přizpůsobovací vrstva?

- proč se raději nižší vrstvy nepřizpůsobí požadavkům vyšších vrstev?
 - např. pokud jde o spolehlivost, spojovaný/nespojovaný charakter, kvalitu služeb
- protože to nejde !!!!
 - požadavky vyšších vrstev mohou být výrazně odlišné,
 - nelze vyhovět všem současně
 - nižší vrstvy (po síťovou včetně) mohou patřit někomu jinému, než uživatelům
 - např. provozovateli veřejné datové sítě
- transportní vrstva není přítomna v přepojovacích uzlech
 - směrovačích, ústřednách apod.
- transportní vrstva je implementována až v koncových uzlech
 - je tudíž plně v moci koncových uživatelů
 - lze snáze měnit (zvyšovat) její schopnosti



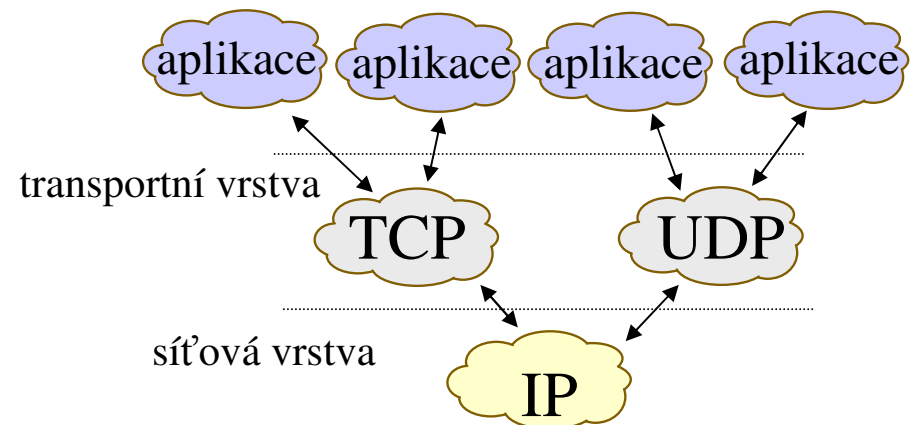
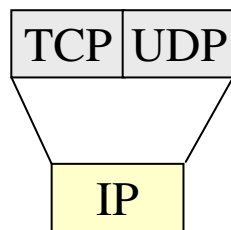
Koncepce transportní vrstvy v RM ISO/OSI

- přenosová část sítě (do síťové vrstvy) funguje spíše „maximalisticky“
 - spojovaně
 - spolehlivě
 - Počítá s existencí 3 různě kvalitních služeb na úrovni síťové vrstvy:
 - **kategorie A:** žádné ztráty paketů, žádné výpadky spojení
 - např. lokální sítě
 - **kategorie B:** žádné ztráty, občas výpadky
 - veřejné datové sítě
 - **kategorie C:** občas ztráty, občas výpadky
 - rozlehlé sítě
 - transportní vrstva je od toho, aby „pokračovala ve stejném duchu“
 - teprve dodatečně se do ISO/OSI prosadily i nespolehlivé a nespojované služby
 - a na ně pak reflektuje i koncepce transportní vrstvy
- definuje 5 tříd transportních protokolů
- **TP0:**
 - jednoduchý obal nad síťovými službami kategorie A
 - **TP1:**
 - nad B, řeší výpadky
 - **TP2:**
 - nad A, dokáže využít jedno síťové spojení pro více transportních
 - **TP3:**
 - nad B, více transportních spojení nad jedním síťovým
 - **TP4:**
 - transportní služba nad síťovými službami kategorie C (nespolehlivými, s výpadky)
 - zajišťuje spolehlivost



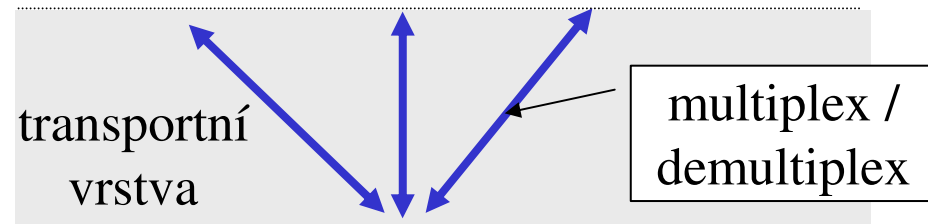
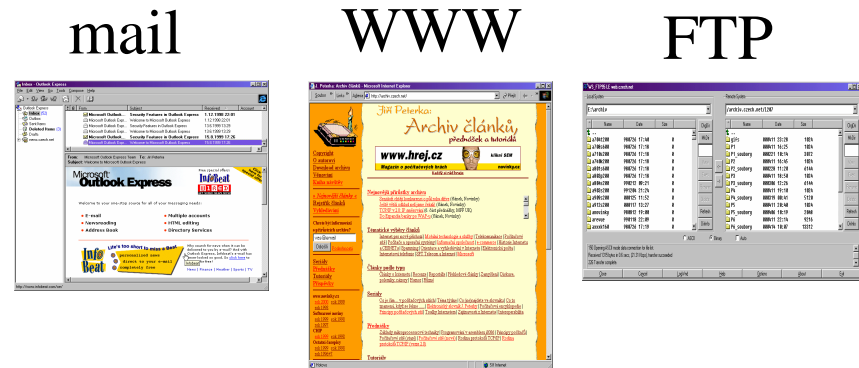
Koncepce transportní vrstvy v TCP/IP

- přenosová část (do síťové vrstvy) funguje „minimalisticky“
 - je zaměřena na rychlost a robustnost, funguje nespolehlivě a nespojovaně
- transportní vrstva je od toho, aby změnila charakter služeb síťové vrstvy
 - ale jen tehdy, když si to vyšší vrstvy přejí !!!!
 - viz: nelze vyhovět všem
- transportní vrstva TCP/IP obsahuje dva alternativní transportní protokoly:
 - **TCP** (Transmission Control Protocol), mění charakter přenosových služeb
 - zajišťuje spolehlivost a funguje spojovaně
 - **UDP** (User Datagram Protocol), nemění charakter přenosových služeb
 - funguje nespolehlivě a nespojovaně
- vyšší vrstvy si mohou samy vybrat, který transportní protokol využijí

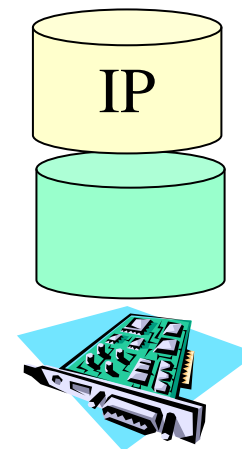


další úkol transportní vrstvy

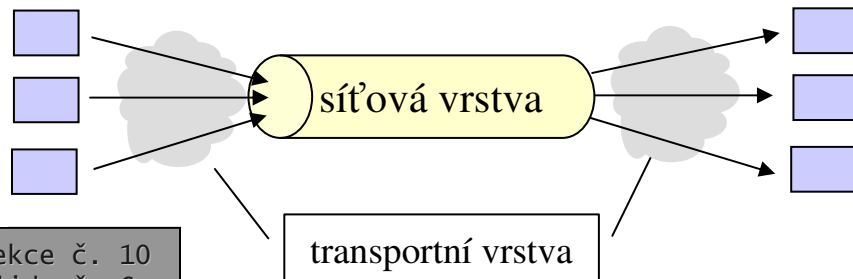
- síťová vrstva:
 - dívá se na každý uzel jako celek
 - síťové adresy (např. IP adresy) označují uzly jako takové
 - přesněji: jejich rozhraní
 - nerozlišují konkrétní entity v rámci uzlů
 - zejména na aplikační úrovni
- transportní vrstva:
 - má za úkol rozlišovat různé entity (procesy, úlohy, démony, ...) na úrovni vyšších vrstev
 - musí provádět tzv. **multiplex**
 - "sběr" dat od více entit vyšších vrstev a jejich další přenos
 - a tzv. **demultiplex**
 - rozdělování přijatých dat mezi různé entity vyšších vrstev



síťová
vrstva
vrstva
síťového
rozhraní



IP
adresa

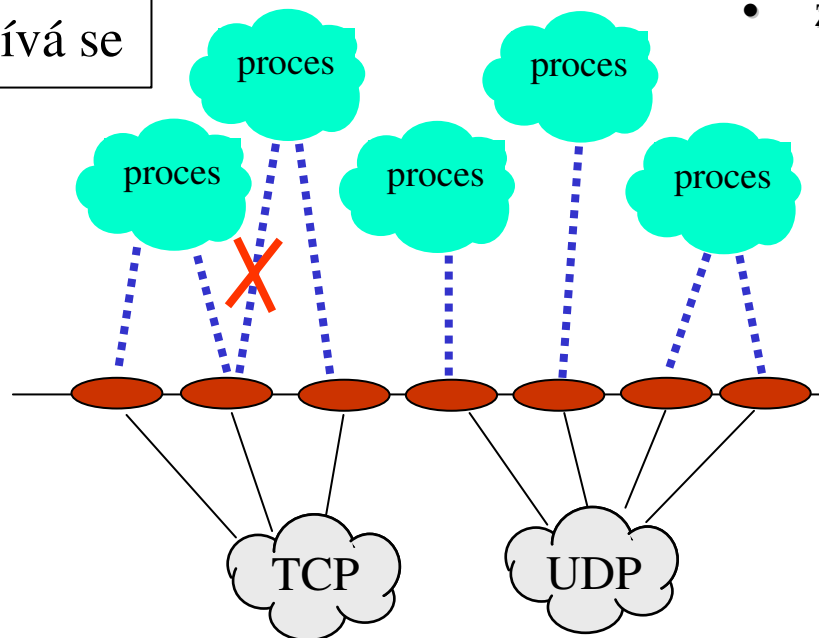


jak identifikovat odesilatele/příjemce? (pro potřeby multiplexu a demultiplexu)

- idea:

- dávat entitám (procesům ...) identifikátory, a ty pak zahrnout do transportních adres
 - tj. adresovat přímo jednotlivé procesy
- problém:
 - procesy vznikají dynamicky, a dynamicky také zanikají
 - jak jim přidělovat identifikátory
 - jak oznamovat okolním uzlům, zda ten který proces právě běží (existuje) či nikoli

nepoužívá se



- idea:

- neidentifikovat přímo entity vyšších vrstev, ale
- přechodové body mezi transportní a vyšší vrstvou

- terminologie:

- ISO/OSI: přechodový bod = bod SAP (Service Access Point)
- TCP/IP: přechodový bod = port

- způsob fungování:

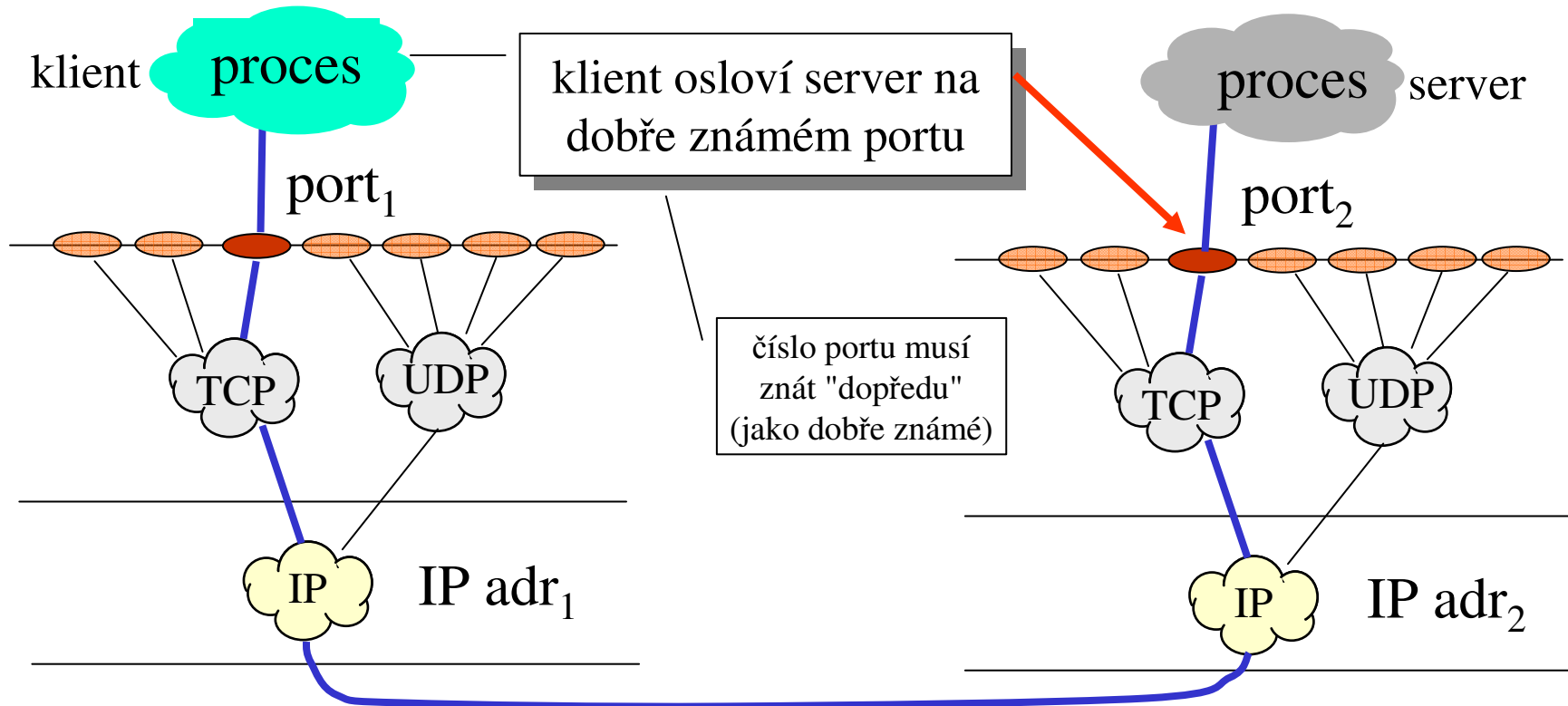
- přechodové body (porty) mají statický charakter
 - a tudíž se snáze identifikují
 - v TCP/IP: pořadovými čísly (čísla portů)
- přechodové body (porty) existují nezávisle na entitách vyšších vrstev
 - entity se dynamicky asociují (přidružují, "bindují") k přechodovým bodům
 - jedna entita může být asociována s více porty
 - s jedním portem NESMÍ být asociováno více entit

Porty v TCP/IP

- porty jsou identifikovány (celými, kladnými) čísly
 - číslo portu představuje relativní adresu v rámci uzlu
- význam portu:
 - je to adresa, na které je poskytována určitá služba
 - "druhé straně" může být jedno, který konkrétní proces službu poskytuje, důležitá je služba jako taková
- otázka:
 - jak se "druhá strana" dozví o tom, na jaké adrese (čísle portu) je poskytována služba, kterou požaduje? Na který port se má obrátit?
 - např. na kterém portu poskytuje WWW server své stránky?
- řešení:
 - význam některých portů je fixován
 - je apriorně dán (přidělen), přiděluje IANA (ICANN)
 - je to všeobecně známo
 - dříve se zveřejňovalo v RFC (naposledy RFC 1700)
 - dnes pouze on-line, na adrese <http://www.iana.org/numbers.html>
 - jde o tzv. **dobře známé porty (well-known ports)**
 - jsou to porty 0-1023
 - **smysl: na těchto portech jsou poskytovány obvyklé služby**
 - existují též tzv. **registrované porty (Registered)**
 - porty 1024-49151
 - IANA nepřiděluje, pouze registruje jejich použití
 - **ostatní porty (Dynamic, Private)**
 - 49152 - 65535
 - jsou používány volně, nejsou ani registrovány

Port #	Popis
21	FTP
23	Telnet
25	SMTP
69	TFTP
70	Gopher
80	HTTP
88	Kerberos
110	POP3
119	NNTP
143	IMAP
161	SNMP

Představa (aplikačního) spojení

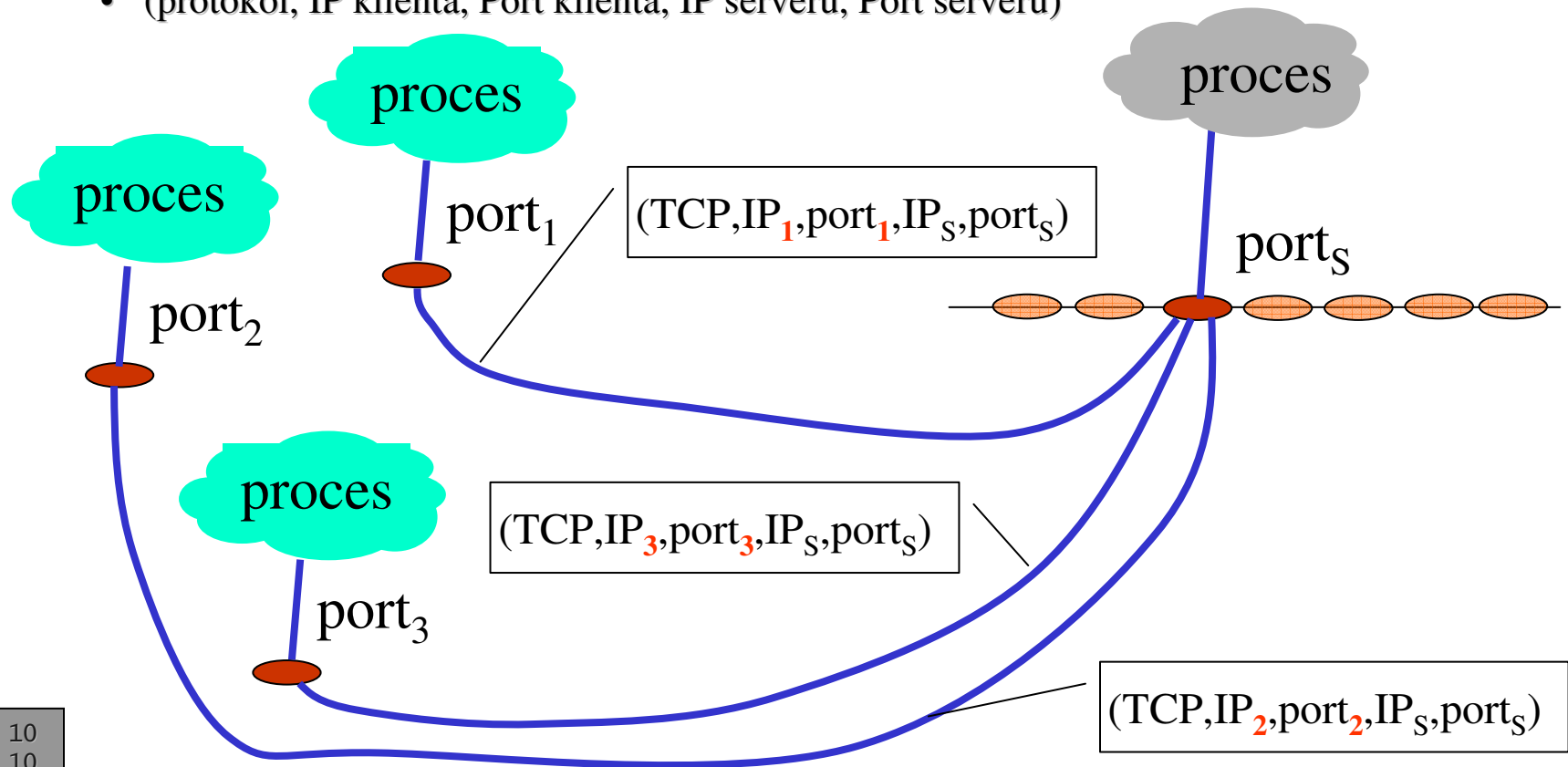


- port je "logickým zakončením" spojení (entita/proces je "fyzickým zakončením")
- (aplikační) spojení je jednoznačně určeno pěticí

(transportní protokol, IP adr₁, port₁, IP adr₂, port₂)

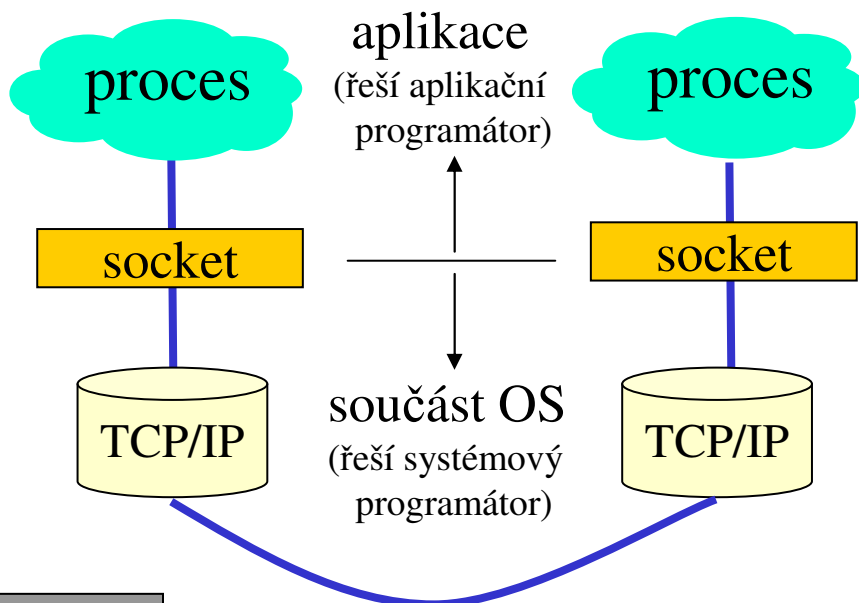
Představa (aplikačního) spojení

- jedna entita (proces, ...) může komunikovat s více entitami na jiných uzlech přes stejný port
 - jeden server může přijímat požadavky od různých klientů na stejném portu více klientů může navázat spojení se stejným serverem na stejném portu
 - rozlišení umožňuje adresa a port klienta, v rámci pětičky
 - (protokol, IP klienta, Port klienta, IP serveru, Port serveru)



Porty vs. sockety

- porty jsou logickou záležitostí
 - na všech platformách jsou stejné
 - identifikované svými čísly
 - jejich konkrétní implementace je závislá na platformě
- aplikace (entity aplikační vrstvy) obvykle pracují s porty skrze API
 - API může být součástí operačního systému, nebo může mít formu knihoven linkovaných k aplikaci



- podstatný je také "styl" práce s porty
 - dnes převažuje "styl" (paradigma) zavedený v BSD Unixu (verze 4.2), založený na tzv. socketech
- socket vznikl jako abstrakce souboru v BSD Unixu
 - pro potřeby práce se soubory (a také pro vstupu a výstupu)
 - pracuje se s ním style "open-read-write-close"
- sockety byly použity i pro potřeby síťování
 - byly rozšířeny o další možnosti/operace
- "socketové API"
 - takové API, které procesům vytváří iluzi že pracují se sockety
 - např. rozhraní WINSOCK
- socket si lze představit jako analogii brány
 - vedoucí k síťovým službám

socket

=



práce se sockety

- sockety existují nezávisle na portech
- vznik socketu:
 - voláním funkce pro vytvoření nového socketu: **SOCKET (...)**
 - parametry:
 - rodina protokolů (TCP/IP)
 - typ služby (STREAM, DATAGRAM, RAW)
 - protocol (TCP, UDP)
 - nově vytvořený socket není asociován (sdružen) s žádným portem
 - vzniká "sám o sobě"
 - asociování socketu s konkrétním portem
 - voláním funkce: **BIND (...)**
 - po skončení práce se socketem je nutné jej zavřít/zrušit
 - **CLOSE(...)**
- se sockety lze provádět další "primitivní operace"
 - **SENDTO(socket,data,...,adresa)**
 - pošle data zdanému příjemci
 - určeno pro nespojovaný způsob komunikace, bez navazování spojení
 - **RECVFROM(socket,...,adresa, ...)**
 - přijme data nespojovaným způsobem

příklad: činnost serveru při nespojované komunikaci:

```
newsock=SOCKET(...);
```

```
BIND(newsock,číslo portu);
```

```
repeat
```

```
    RECVFROM(newsock, adresa.);
```

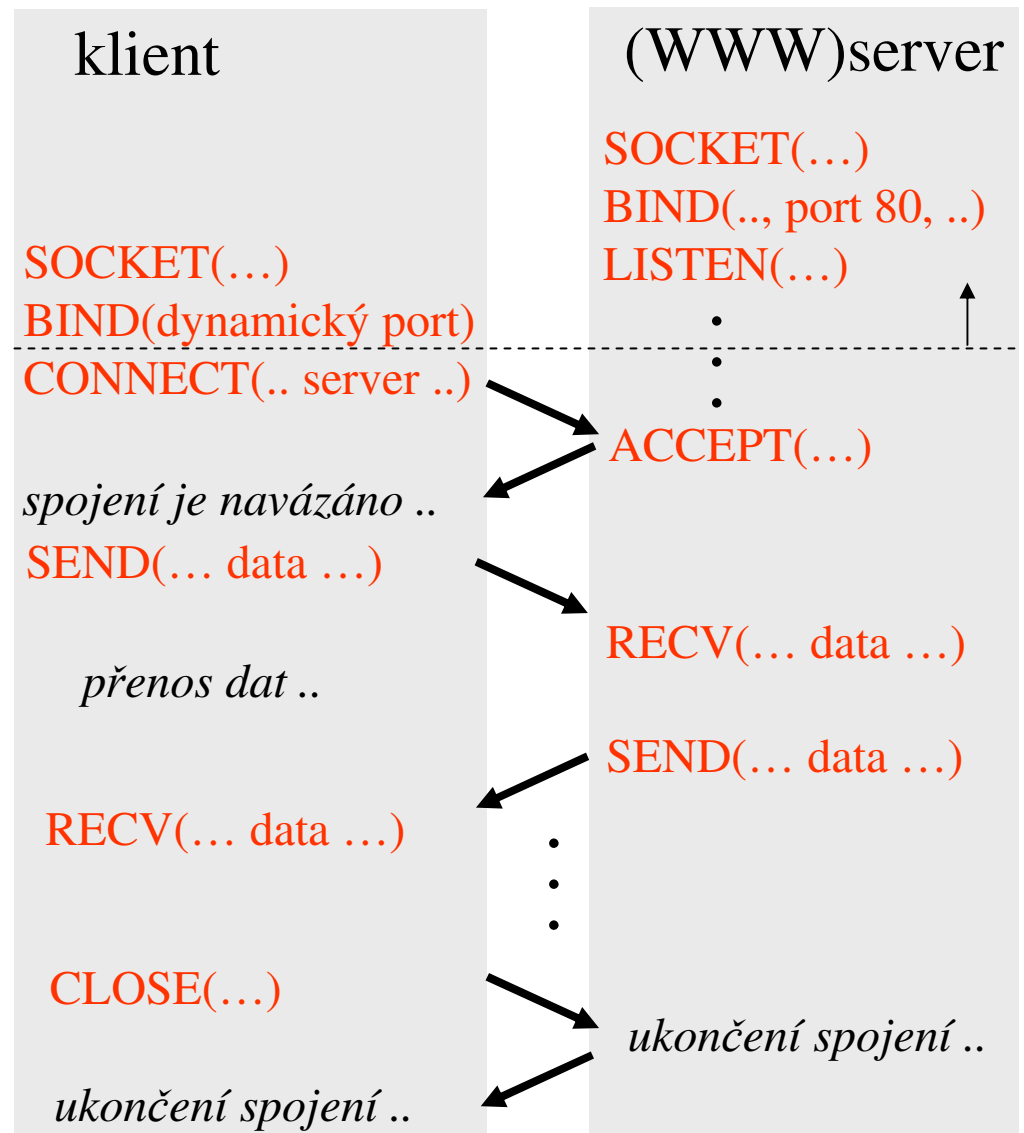
```
    zpracování požadavku z "adresa"
```

```
until ....
```

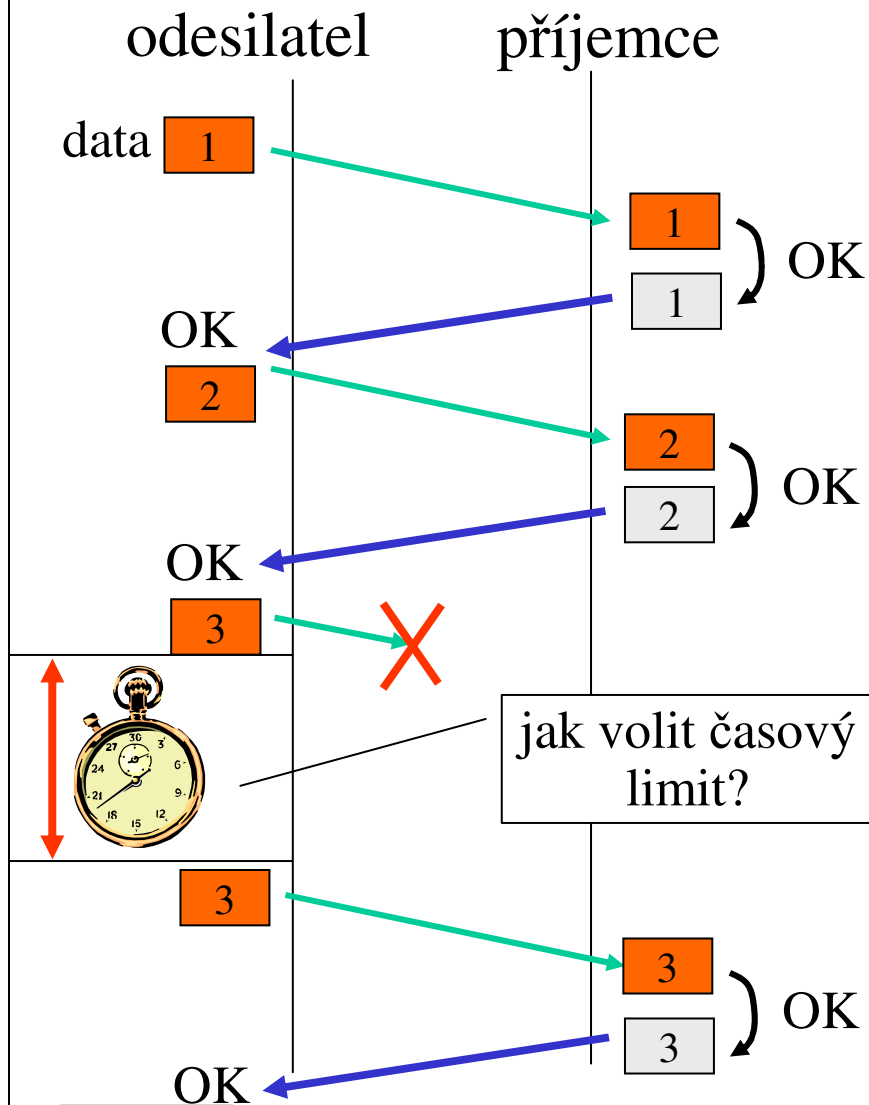
práce se sockety – spojovaná komunikace

- primitivní operace, určené pro spojovanou komunikaci
 - **LISTEN(socket, ...)**
 - server chce přijímat požadavky z určitého socketu – počáteční akce, čekání na žádost o navázání spojení
 - **ACCEPT(socket,)**
 - přijetí požadavku na navázání spojení (na straně serveru)
 - **CONNECT(socket, adresa_server u ...)**
 - požadavek (klienta) na navázání spojení (ze zadaného socketu) se serverem na zadané adrese (IP adresa, port)
 - **SEND(socket, data,)**
 - pošle data skrz navázané spojení
 - **RECV(socket, buffer, délka, flags)**
 - pro příjem ze zadaného socketu při navázaném spojení

představa průběhu spojované komunikace



Zajištění spolehlivosti



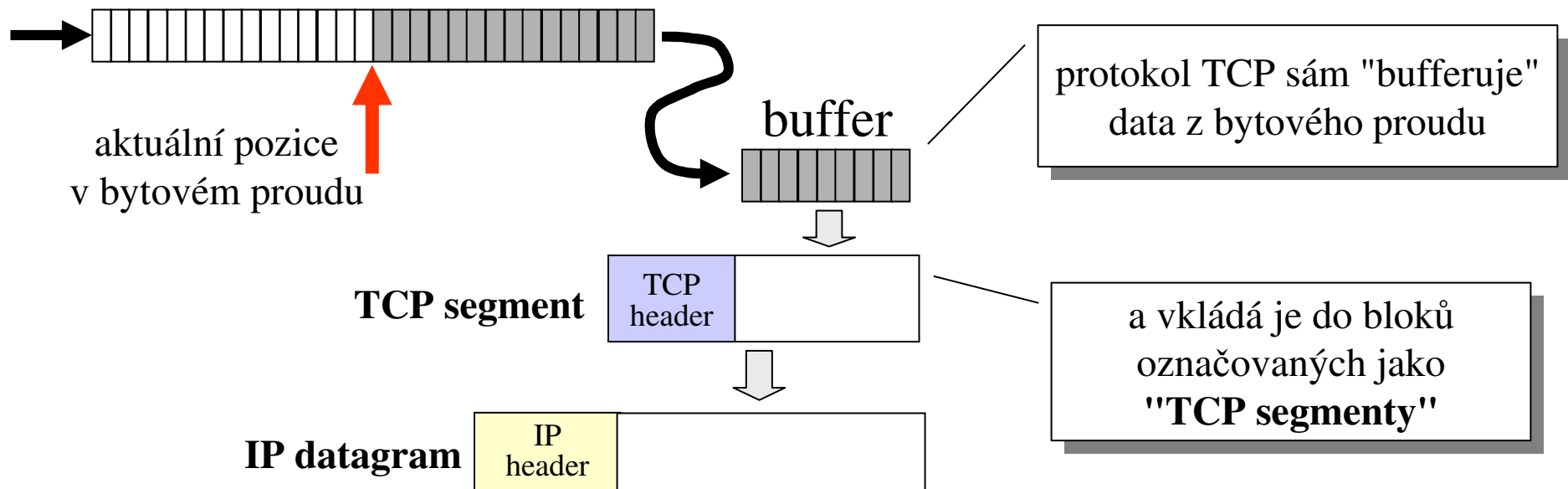
- transportní protokol může zajišťovat spolehlivost přenosu
 - pokud je to po něm požadováno
 - TCP/IP: po TCP se požaduje, po UDP nikoli
- způsob realizace:
 - přes potvrzování, využívá se zpětná vazba
 - v úvahu připadá jednotlivé i kontinuální potvrzování
- v lokálních sítích:
 - přenosové zpoždění je malé, lze použít jednotlivé potvrzování (stop&wait)
- v rozlehlých sítích:
 - je přenosové zpoždění velké, je nutné použít kontinuální potvrzování
- TCP:
 - používá kontinuální potvrzování
 - se selektivním opakováním !!!
 - příjemce generuje kladná potvrzení

volba timeoutu (TCP)

- otázka:
 - jak volit dobu, po kterou má odesílatel čekat na potvrzení?
 - velikost timeoutu
 - když bude příliš velká
 - bude čekat zbytečně – špatné
 - když bude příliš malá
 - "zpanikaří" předčasně, začne podnikat nápravné akce zbytečně
 - velikost timeoutu výrazně ovlivňuje efektivnost protokolu, který zajišťuje spolehlivý přenos
- záměry protokolu TCP:
 - snaha přizpůsobit se různým podmínkám
 - rozlehle sítě a lokální sítě, různě dlouhá doba obrátky (RTT, Round Trip Time)
 - snaha přizpůsobit se měnícím se podmínkám
 - doba obrátky se může dynamicky měnit, podle zátěže sítě atd.
 - dělá to dobře = je efektivní v LAN i WAN
 - ale je kvůli tomu i značně komplikovaný
- princip:
 - TCP průběžně monitoruje chování sítě, a podle něj mění délku časového intervalu, po který čeká na potvrzení
- ve skutečnosti:
 - TCP monitoruje "dobu obrátky"
 - nepozná přenosové zpoždění, ale sleduje za jak dlouho dostává odpovědi
 - TCP vyhodnocuje:
 - vážený průměr dob obrátky (RTT)
 - rozptyl dob obrátky
 - "čekací dobu" TCP vypočítává jako funkci váženého průměru a rozptylu
- výsledný efekt:
 - "čekací doba" vychází "těsně nad" střední dobou obrátky
 - je-li doba obrátky konstantní, čekací doba se jí více přibližuje
 - jakmile se doba obrátky začíná měnit, čekací doba se zvětšuje
 - dobře to reaguje na:
 - prodlužování doby obrátky při "dávkách paketů"
 - zkrácení doby obrátky po odeslání dávky paketů

potvrzování je nesamostatné, vkládá se do paketů cestujících opačným směrem
(tzv. piggybacking)

Bytový proud v TCP

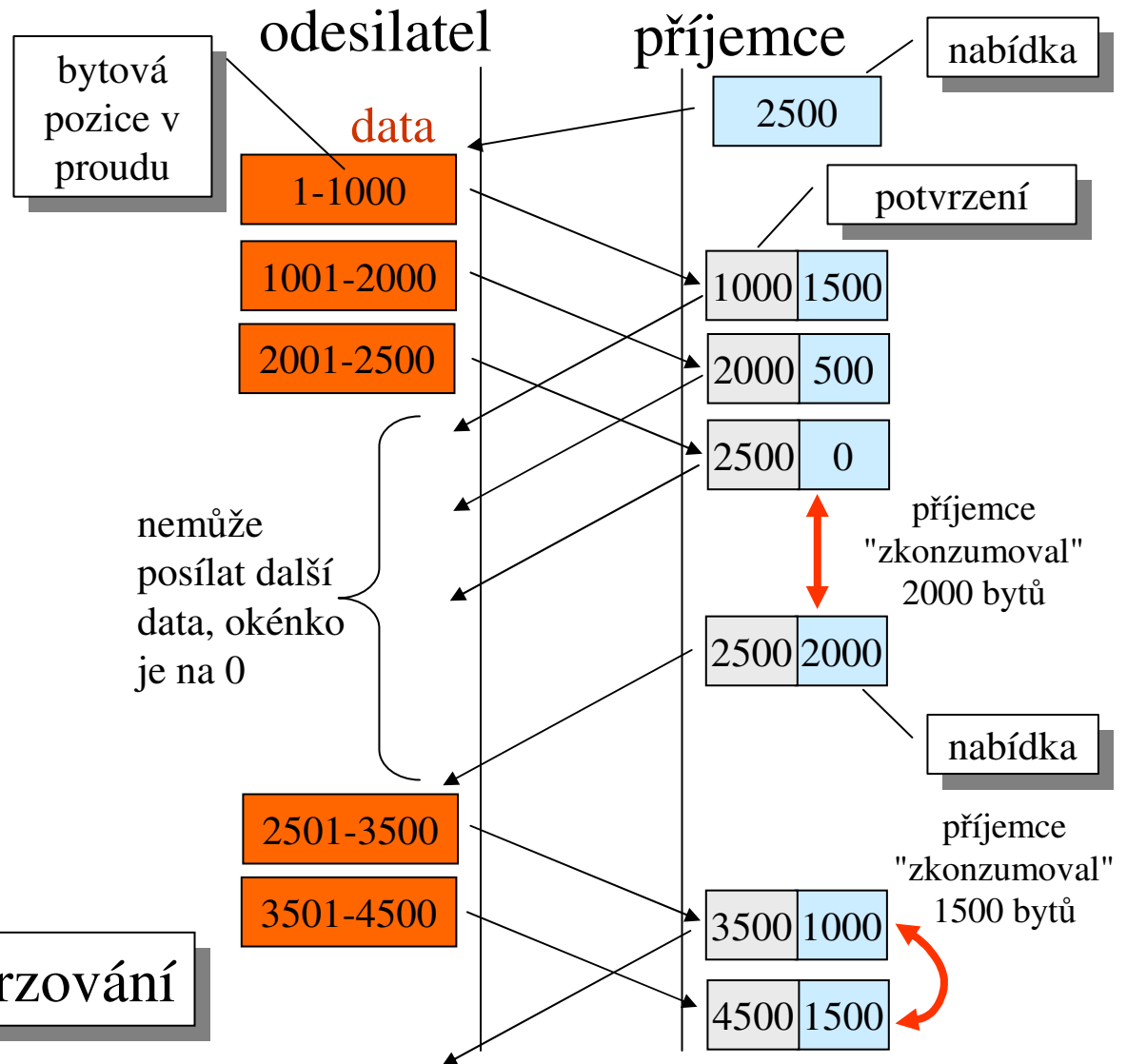


- protokol TCP přijímá/vydává data po jednotlivých bytech (pracuje s bytovým proudem, byte stream)
 - ve skutečnosti data bufferuje (ukládá do bufferu, jehož velikost volí podle parametru MTU)
- obsah bufferu je odeslán až po jeho naplnění
 - aplikace má možnost vyžádat okamžité odeslání obsahu bufferu (operace PUSH)
- protokol UDP přijímá data po celých blocích, nikoli po bytech!!!
- TCP potřebuje označovat jednotlivé byty v rámci proudu
 - jelikož nepracuje s bloky
 - potřebuje to například pro potvrzování
 - aby vyjádřil "kam až" se data přenesla
 - používá k tomu (32-bitovou) pozici v bytovém proudu
 - začíná od náhodně zvoleného čísla

Buffery a řízení toku (TCP)

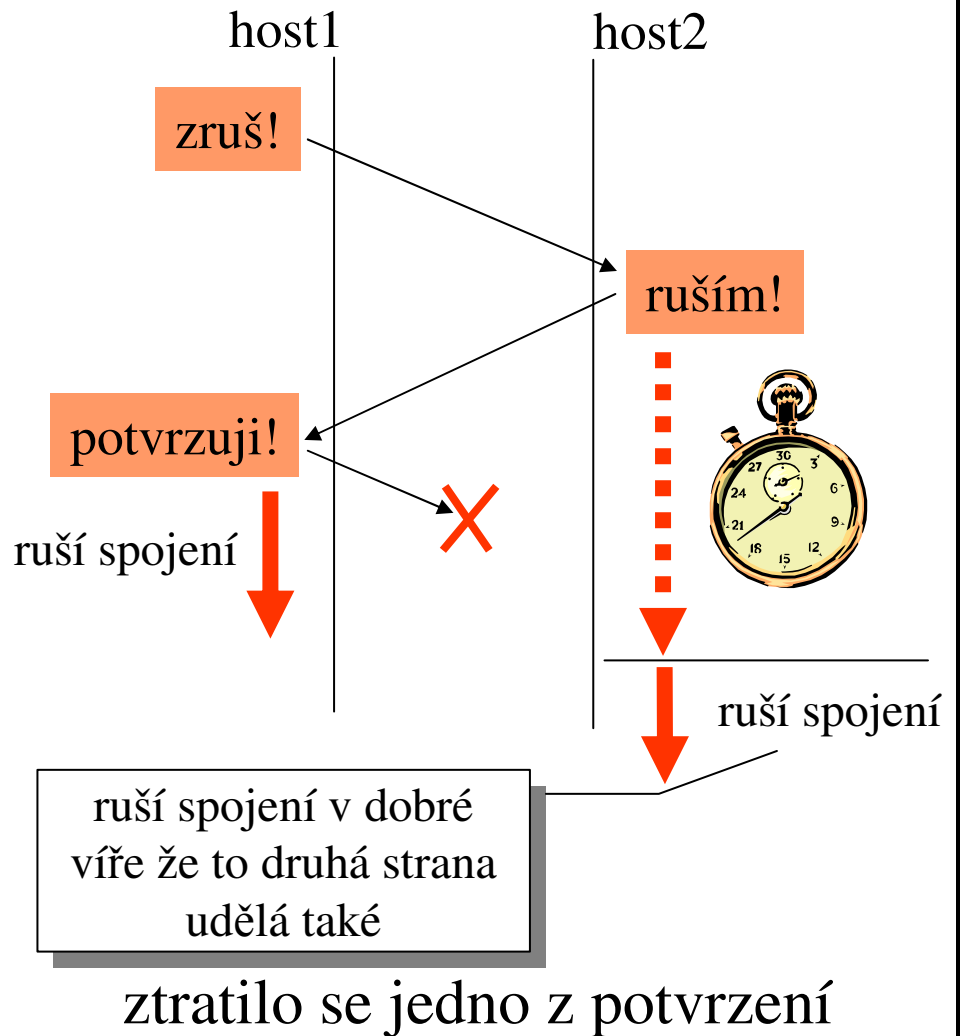
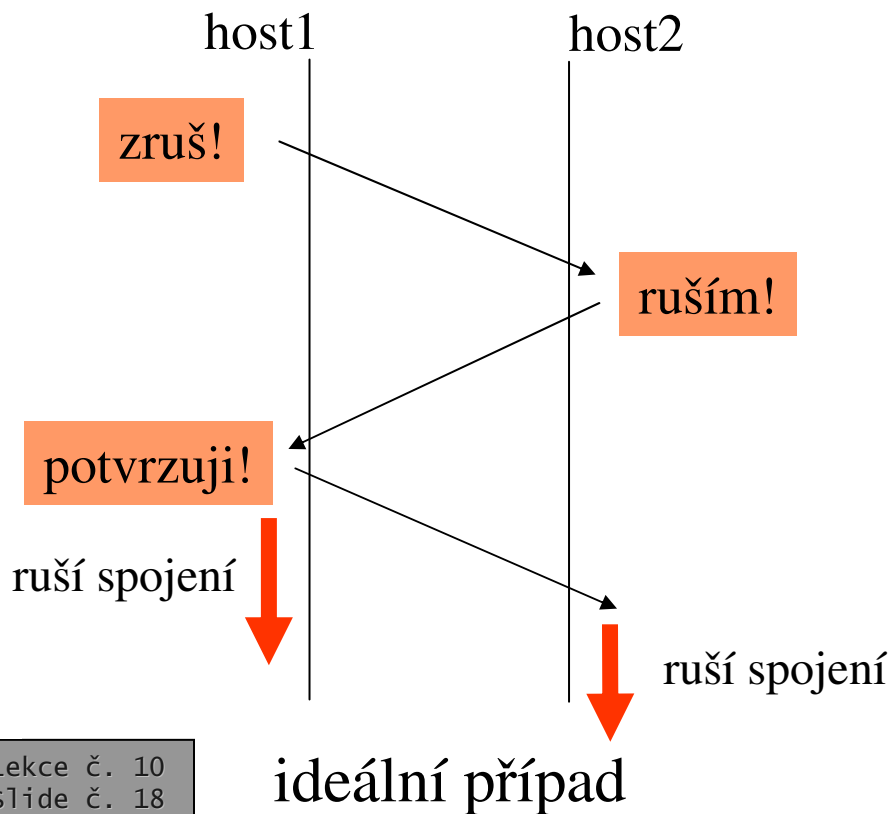
- TCP se snaží řídit tok dat
 - aby odesílatel nezahlucoval příjemce a kvůli tomu nedocházelo ke ztrátám dat
- podstata řešení:
 - používá se metoda okénka
 - okénko udává velikost volných bufferů na straně příjemce
 - odesílatel může posílat data do "zaplnění" okénka
 - příjemce spolu s každým potvrzením posílá také svou "nabídku" (údaj o velikosti okénka, window advertisement)
 - tím říká, kolik dat je ještě schopen přijmout (navíc k právě potvrzovaným)

používá kontinuální potvrzování

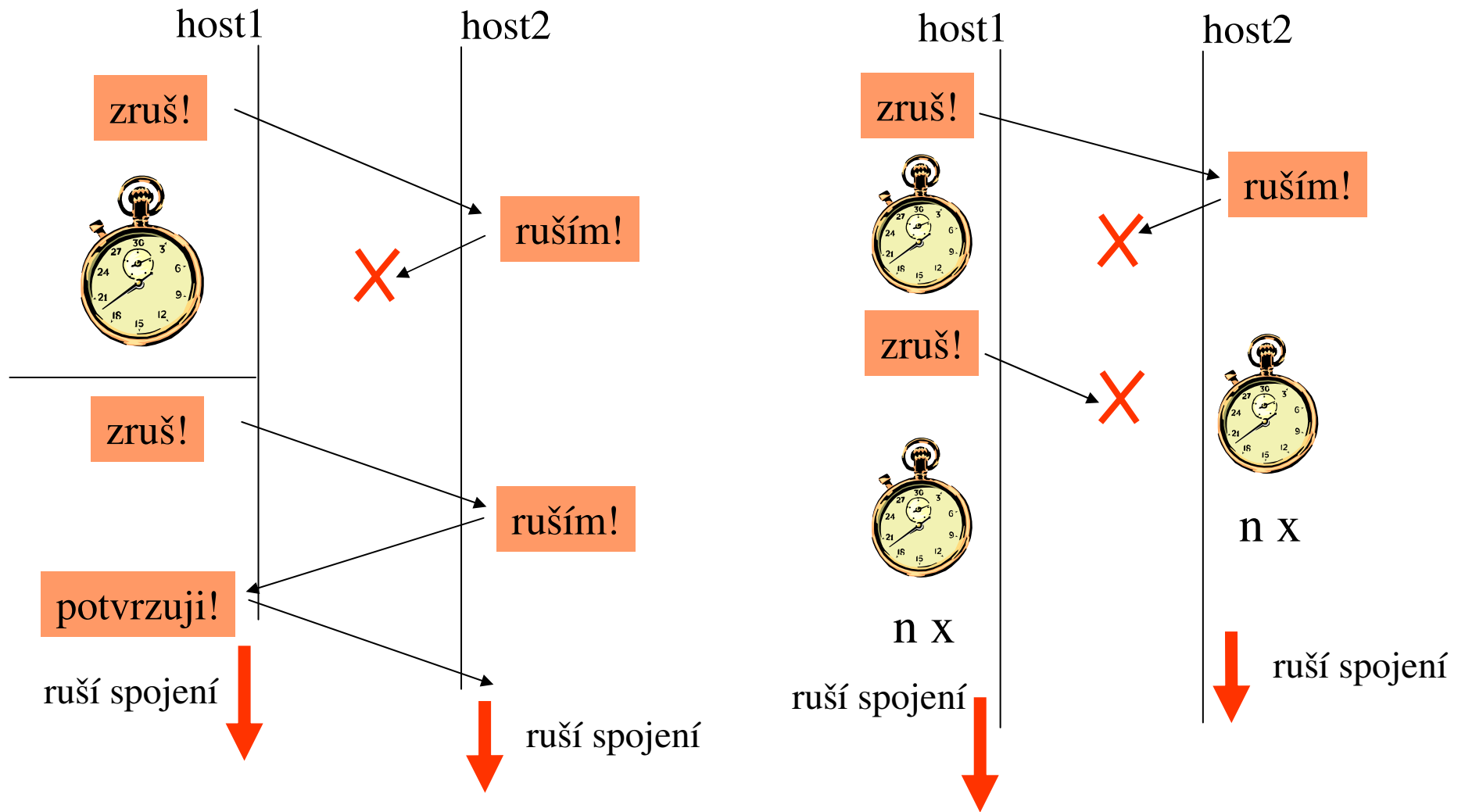


Navazování a rušení spojení

- korektní navázání i rušení spojení je hodně náročné
 - žádosti (i potvrzení) se mohou různě ztrácet, bez náhrady
 - mohou vznikat duplicitní žádosti i potvrzení
- TCP to řeší pomocí 3-fázového handshake
 - který ošetřuje většinu nestandardních situací



Navazování a rušení spojení



Ochrana před zahlcením

- připomenutí:
 - řízení toku (flow control) se týká jedné komunikující dvojice (odesílatel - příjemce)
 - ochrana před zahlcením (congestion control) se týká sítě jako takové
 - "součtu" datových toků, které se v určitém místě schází
 - lze řešit i na nižších vrstvách
 - linkové, síťové
 - nebo na transportní vrstvě
 - i na aplikační
- pozorování:
 - většina ztrát přenášených dat jde spíše na vrub zahlcení než chybám HW
 - transportní protokoly mohou nevhodným chováním důsledky ještě zhoršovat
 - tím že se snaží odesílat další data
- přístup TCP
 - každou ztrátu dat chápe jako důsledek zahlcení
 - a nasazuje protipatření (congestion control)
 - po ztrátě paketu jej pošle znovu, ale neposílá další a čeká na potvrzení
 - tj. **přechází z kontinuálního potvrzování na jednotlivé !!**
 - nevysílá tolik dat, kolik mu umožňuje okénko!!
 - přijde-li potvrzení včas, odešle dvojnásobek dat a čeká na potvrzení
 - odešle dva pakety
 - takto postupuje dokud nenarazí na omezení dané aktuální velikostí okénka
 - postupně se tak vrací na kontinuální potvrzování

QoS - zajištění kvality služeb

- pozorování:
 - různé druhy přenosů mají různé nároky
 - ale standardní způsob fungování přenosových sítí (best effort) měří všem stejně!!
- řešení:
 - žádné / "hrubou silou"
 - zvýší se přenosová i další kapacita, tak aby k problémům nedocházelo tak často
 - podpora kvality služeb (QoS, Quality of Service)
 - s různými druhy přenosů bude "nakládáno různě"
- možnosti implementace QoS:
 - přímo na úrovni síťové vrstvy
 - kde jinak vzniká "best effort"
 - např. protokol IP má v hlavice položku (ToS) pro vyjádření požadavků paketu na QoS – ale standardně se ignoruje
 - "předpoklady" na síťové vrstvě, hlavní část řešení na transportní vrstvě
 - příklad: na úrovni síťové vrstvy se rezervují určité kapacity, které se pak využívají na úrovni transportní vrstvy
 - řešení na transportní nebo aplikační vrstvě
 - bez "předpokladů" na síťové vrstvě
- možné přístupy a techniky
 - traffic conditioning,
 - úpravy datového provozu tak, aby "lépe prošel"
 - "Integrated Services"
 - zásadnější změny v přenosové části sítě, tak aby bylo možné rezervovat potřebné zdroje a dát "pevné záruky"
 - "Differentiated Services"
 - menší zásahy do přenosové části sítě, snaha diferencovat provoz a poskytnout alespoň "záruku rozdílu"

QoS – požadavky aplikací

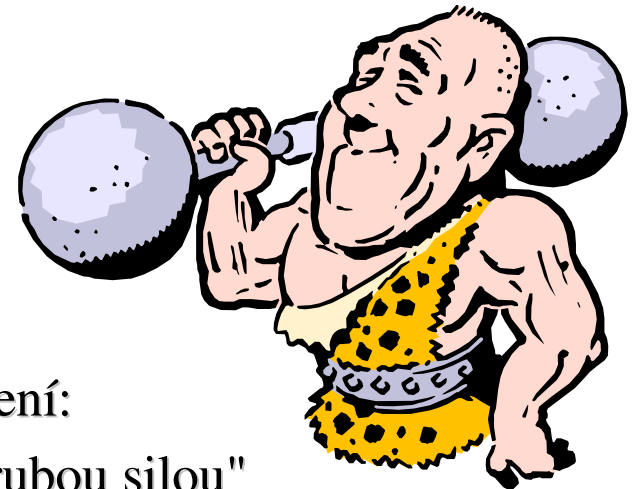
- problém multimediálních aplikací:
 - potřebují dostávat svá data
 - včas (s malým přenosovým zpožděním - **latence**)
 - pravidelně (s rovnoměrnými odstupy mezi jednotlivými částmi - **jitter**)
 - příklad: přenos hlasu (**latence**)
 - business kvalita: max zpoždění 150 milisekund
 - při 250 msec. zpoždění znatelná a vadí
 - nad 500 msec. nepoužitelné pro přenos hlasu
 - příklad: přenos obrazu (**jitter**)
 - nepravidelnost lze přirovnat k nerovnoměrné rychlosti posunu filmového pásu při promítání
 - když jsou nerovnoměrnosti moc velké, nelze se na to dívat

	Požadavek na			
	spolehlivost	nízké zpoždění (latence)	pravidelnost (nízký jitter)	přenosovou kapacitu
email	Max.	Min.	Min.	Min.
přenos souborů	Max.	Min.	Min.	Medium
www	Max.	Medium	Min.	Medium
remote login	Max.	Medium	Medium	Min.
Audio on demand	Min.	Min.	Max.	Medium
Video on demand	Min.	Min.	Max.	Max.
IP telefonie	Min.	Max.	Max.	Min.
Videokonference	Min.	Max.	Max.	Max.

- spolehlivost:
 - řada multimediálních aplikací na spolehlivosti netrvá
 - a dávají přednost nízké latenci a pravidelnosti doručování
 - například srozumitelnosti hlasu (zásadněji) nevádí ani ztráta či poškození 20% dat

Transportní vrstva a QoS

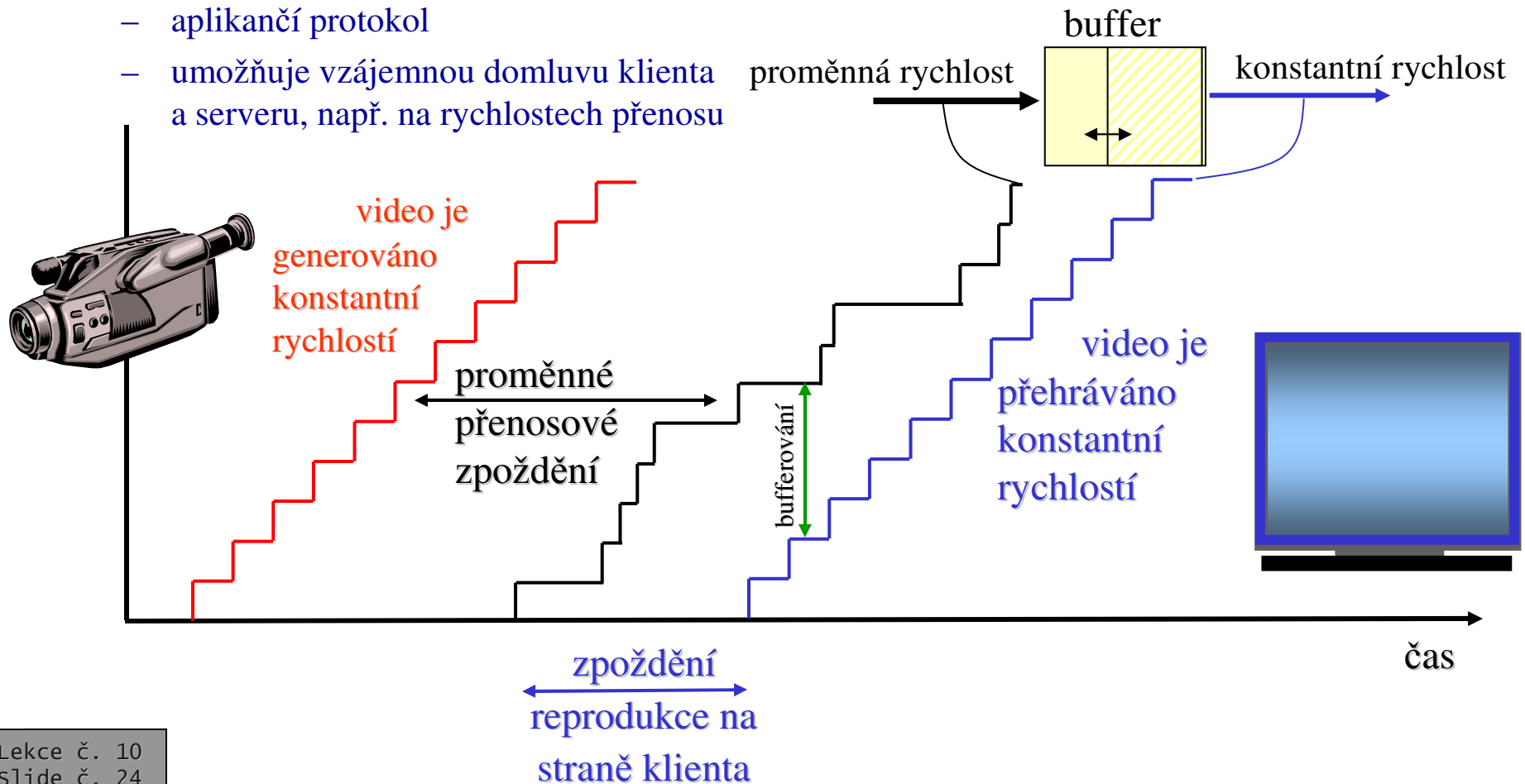
- standardní způsob řešení transportní vrstvy QoS (Quality of Service) nepodporuje
 - síťová vrstva "měří všem přenosům stejně"
 - pokud funguje na paketovém principu a na bázi "best effort", jako IP v rámci TCP/IP sítích
 - ani TCP ani UDP (v rámci transportní vrstvy TCP/IP) nevychází vstříc potřebám QoS
 - negarantují maximální zpoždění ani pravidelnost v doručování
- díky tomu je přenosová infrastruktura dnešního Internetu tak laciná, dostupná a rychlá
 - problém je ale v tom, že nevychází vstříc multimediálním přenosům, které mají své specifické požadavky na QoS



- možné řešení:
- přístup "hrubou silou"
 - zvyšuje se disponibilní přenosová kapacita
 - hlavně na úrovni páteřních sítí
 - problém se tím neřeší
 - pouze se statisticky snižuje četnost jeho výskytu
 - dnes je to nejschůdnější cesta
 - relativně laciná
 - ostatní jsou komplikovanější

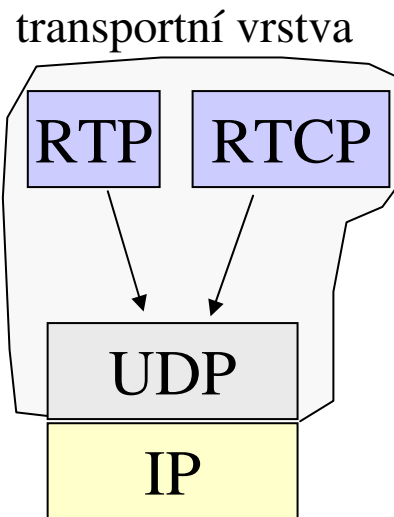
"Client buffering" QoS na aplikační úrovni - princip

- u jednosměrných (neinteraktivních) multimédií – například u videa – lze vyrovnávat "jitter" až u klienta vhodným bufferováním
 - u interaktivních přenosů lze využít také, ale celkové zpoždění nesmí být příliš velké!!
- RTSP – Real Time Streaming Protocol
 - aplikační protokol
 - umožňuje vzájemnou domluvu klienta a serveru, např. na rychlostech přenosu



RTP/RTCP

- "čistě transportní" podpora QoS
 - standardizovaný způsob "balení" multimediálních dat do přenášených paketů, s podporou jejich multimediálního charakteru
 - ale bez vlivu na způsob jejich přenosu
 - ten je stále best effort!!!
- RTP (Real Time Protocol)
 - "balí" jednotlivé části multimediálních dat do vlastních bloků (paketů)
 - a ty vkládá do UDP paketů
 - připojuje informace
 - o typu multimediálního obsahu
 - Payload type 0: PCM, 64 kbps
 - Payload type 3, GSM, 13 kbps
 - Payload type 26, Motion JPEG
 - Payload type 33, MPEG2 video
 -



- o pořadí paketu
 - jednotlivé pakety čísluje, usnadňuje detekci ztracených paketů
- o čase vzniku dat (timestamp)
 - říká kdy přesně data vznikla
 - tím usnadňuje jejich bufferování na straně klienta
- o konkrétním streamu (proudu)
 - v rámci jednoho RTP přenosu může být přenášeno více samostatných proudů (streamů)
 - podporuje multicast
- RTCP (Real Time Control Protocol)
 - zprostředkovává vzájemné informování zdroje a příjemců
 - např. o procentu ztracených paketů, o jejich zpoždění, o schopnostech příjemce apod.
 - přenáší popis RTP streamu,

QoS: Integrated services

- snaha:
 - garantovat každému přesně to, co potřebuje
- základní princip:
 - při navazování spojení žadatel specifikuje, co bude potřebovat
 - jakou kapacitu, rychlost, zpoždění atd.
 - síť posoudí, zda to dokáže zajistit a garantovat
 - pokud ano:
 - spojení je navázáno
 - pokud ne:
 - žádost o navázání spojení je odmítnuta
- jak lze realizovat?
 - je nutné k tomu vyhradit (rezervovat) potřebný objem zdrojů
 - včetně přenosové kapacity a výpočetní kapacity v přepojovacích uzlech
 - nelze řešit výhradně na úrovni transportní vrstvy !!!!
 - je nutná určitá spolupráce již na úrovni vrstvy síťové
 - nestačí to implementovat v koncových uzlech, **musí být změněny i vnitřní a páteřní části sítě**
- princip realizace:
 - žadatel o navázání spojení uvede své **R-spec**
 - (requirements), co bude od sítě požadovat
 - žadatel uvede své **T-spec**
 - jak bude vypadat datový provoz (traffic), který bude generovat
 - musí existovat mechanismus (protokol), který R-spec i T-spec předá jednotlivým směrovačům v síti a "sjedná s nimi" jejich akceptování/odmítnutí
 - takovým protokolem je **RSVP**
 - **ReSerVation Protocol**
 - směrovače pak příslušné zdroje vyhradí pro právě vznikající virtuální okruh, po kterém pak přenos probíhá

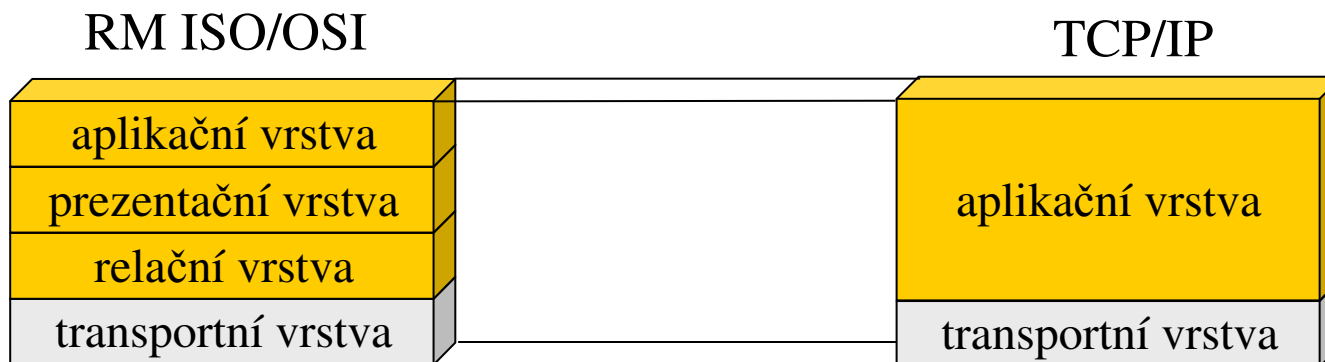
v zásadě je to návrat k principu přepojování okruhů se všemi problémy – například neefektivní využití vyhrazené kapacity

QoS: Differentiated Services

- myšlenka:
 - nesnažit se o "absolutní" naplnění požadavků (jako Integrated Services), ale nabídnout alespoň "relativní" (rozdílové, differentiated) služby
 - jeden druh provozu je upřednostňován na úkor jiného
- princip realizace:
 - zavede se několik tříd provozu
 - a každá třída bude mít jinou přednost/prioritu při přenosu a zpracování
 - každý přenášený paket či každé spojení se může "přihlásit" k určité třídě (prioritě)
 - a podle toho je s ním nakládáno
 - musí být podporováno v celé síti, již na úrovni síťové vrstvy
 - na rozdíl od "integrovaných služeb" mohou být jednotlivé třídy nastaveny dopředu a pevně
- praktické využití:
 - jednotlivé pakety deklarují svou příslušnost k určité třídě provozu skrze vhodnou "nálepku"
 - prefix
 - nastavení údaje ve své hlavičce
 - v IPv4: využívá se byte ToS (Type of Service)
- příklady (TCP/IP):
 - Expedited Forwarding
 - 2 třídy: Expedited a Regular
 - pakety v třídě Expedited mají absolutní přednost při přenosu před pakety z třídy regular
 - Assured Forwarding
 - 4 třídy podle priorit pro přenos
 - k tomu ještě 3 úrovně priorit pro zahazování paketů (při přetížení)
 - celkem 12 kombinací (tříd)

Podpora aplikací

- pozorování:
 - kromě přenosu dat potřebují nejrůznější aplikace další funkce/činnosti/aktivity/....
 - například:
 - minimalizaci efektu výpadků spojení (transportních), například při přenosu větších souborů
 - řízení dialogů (vzájemné komunikace aplikací)
 - podporu transakcí
 - zajištění bezpečnosti
 - konverze pro potřeby přenosu a pro stejnou interpretaci dat
 -
- otázka: mají být tyto činnosti zajištěny centrálně (společně), nebo si je má každá aplikace zajišťovat sama?
- RM ISO/OSI: mají být zajištěny centrálně
 - proto v RM ISO/OSI existuje samostatná relační a prezentační vrstva, která je zajišťuje
 - RM ISO/OSI má 7 vrstev
- TCP/IP: nechť si je každá aplikace zajistí sama
 - proto v TCP/IP neexistuje samostatná relační a prezentační vrstva
 - TCP/IP má jen 4 vrstvy



Relační vrstva

- úkoly relační vrstvy:
 - vést relace a řídit dialog
 - zajišťovat synchronizaci
 - podporovat transakce
 - zajišťovat bezpečnost
 -
- Co jsou relace?
- analogie s telefonním hovorem:
 - vytočení tel. čísla a navázání spojení (telefonní hovor) odpovídá transportnímu spojení
 - dialog vedený po telefonu odpovídá relaci
 - dialog lze vést i jiným způsobem, než jen po telefonu (např. písemně, vysílačkami,)
 - jeden telefonní hovor (transportní spojení) může být postupně využit pro více různých dialogů (relací)
 - jeden dialog (relace) může pokračovat i přes více po sobě jdoucích tel. hovorů (transportních spojení)

relační vrstva je nejvíce kritizovanou vrstvou ISO/OSI
- kvůli tomu, že toho má nejméně na práci

- obecně (vedení relací):
 - jednu relaci lze vést prostřednictvím více (transportních) spojení
 - prostřednictvím jednoho transportního spojení lze vést více relací (dialogů)
- relace (dialogy) mohou být:
 - plně duplexní
 - poloduplexní – je třeba vhodně řídit
- ochrana přes zablokováním vzájemné komunikace
 - **starvation** (vyhladovění): obě strany čekají na reakci té druhé
 - **constipation** (zácpa): obě strany se snaží něco odeslat, a žádná nepřijímá
- podpora transakcí
 - podpora nedělitelných skupin operací (transakcí), two-phase committ atd.

Představa relací

relační
vrstva



jeden dialog
(relace)

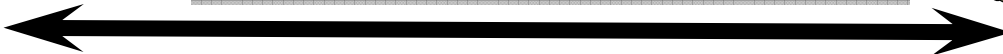


transportní vrstva

po výpadku je spojení vytočeno znovu

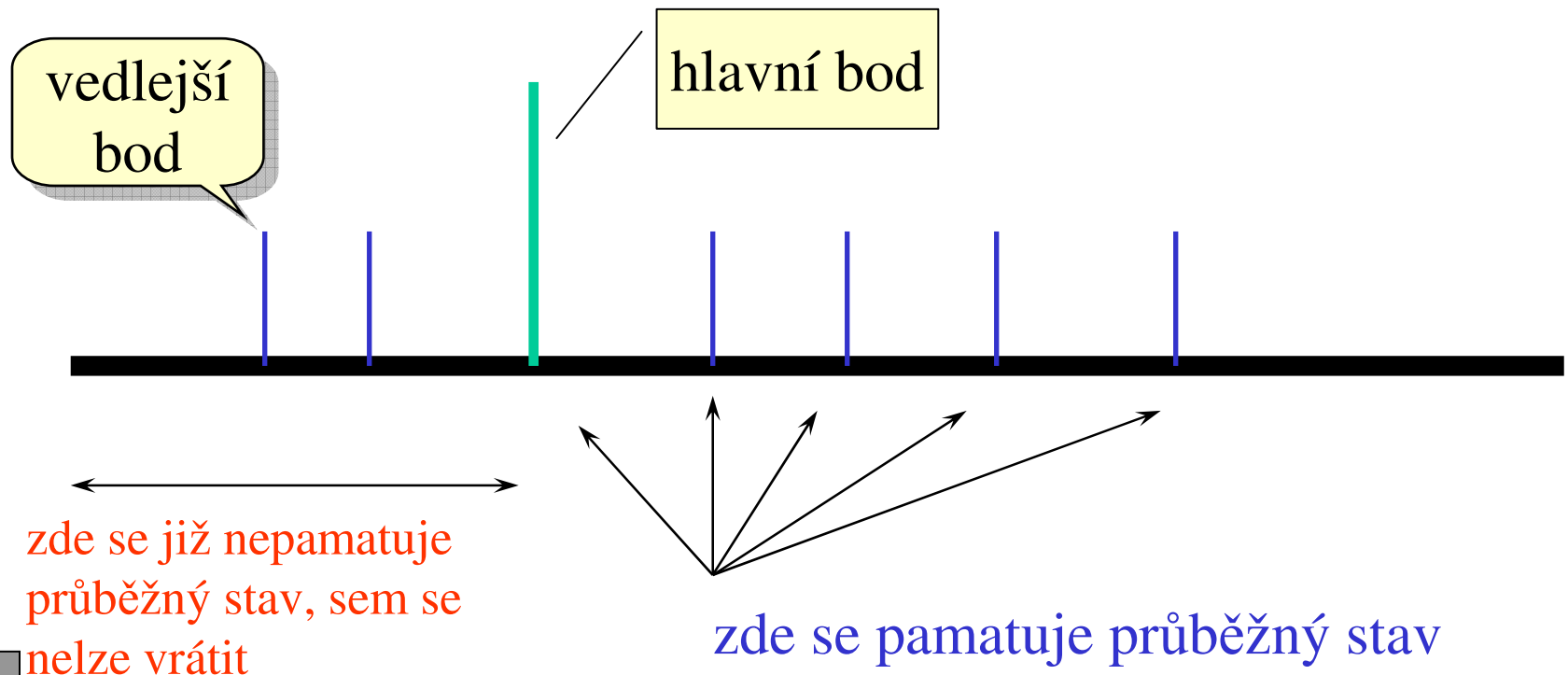


v rámci jednoho spojení probíhají
(postupně) dva dialogy



podpora synchronizace

- synchronizace
 - pokud je přerušeno spojení (např. při přenosu souborů), je vhodné aby nebylo nutné začínat odznovu
 - relační vrstva umožňuje vkládat do přenášených dat „kontrolní body“
 - ke kontrolním bodům se lze vracet a pokračovat dál od nich
 - vedlejší bod: lze se přes něj vrátit
 - hlavní bod: nelze se přes něj vrátit zpět



problém relační vrstvy

- (smysluplné) úkoly pro relační vrstvu by se našly
 - našly by se i protokoly, které by umožnily realizovat
- ale tyto úkoly se řeší (protokoly se využívají) jinde
 - na úrovni aplikační vrstvy
- důvod:
 - celkový neúspěch RM ISO/OSI a přechod na model TCP/IP, který nemá samostatnou relační vrstvu
 - relační protokoly vznikají v rámci TCP/IP již pro aplikační vrstvu
- příklady relačních protokolů:
 - SIP (Session Initiation Protocol)
 - slouží (nejen) potřebám IP telefonie, ale i dalším formám komunikace
 - obdoba H.323
 - RPC (Remote Procedure Call)
 - vzdálené volání procedur
 - X-Window
 - zobrazovací služby
 - SQL (Structured Query Language)
 -

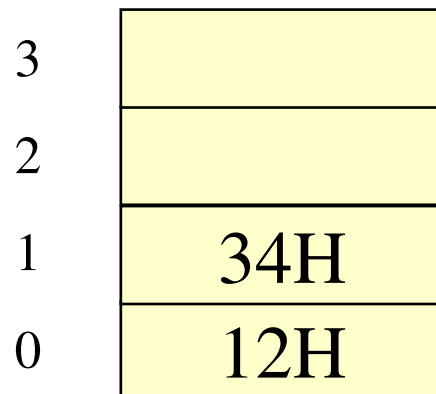
Prezentační vrstva

- nižší vrstvy se snaží doručit každý bit přesně tak, jak byl odeslán
- stejná posloupnost bitů může mít pro příjemce jiný význam než pro odesilatele, např. kvůli
 - kódování znaků (ASCII, EBCDIC,...)
 - formátování textů
 - formátu čísel (celá, reálná, ...)
 - formátu struktur, polí
 - ukazatelům (pointerům)
- prezentační vrstva má na starosti potřebné konverze, tak aby obě strany interpretovaly přenášená data stejně!!
 - dále má na starosti převod dat z/do takového tvaru, ve kterém jsou data přenášena
- data určená k přenosu je nutné:
 - převést do takového tvaru, který je vhodný pro přenos
 - přenosový kanál je lineární (jednorozměrný), přenášená data musí být „zlinearizována“
 - např. vícerozměrná pole musí být převedena na jednorozměrná
 - pointery musí být eliminovány (nahrazeny něčím jiným)
 - dále je nutné poskytnout příjemci takovou informaci, která mu umožní správně pochopit význam dat
 - aby věděl co představují
 - aby si je uměl „poskládat“ zpět z přenosového tvaru do takového, s jakým on sám pracuje

Little Endian vs. Big Endian

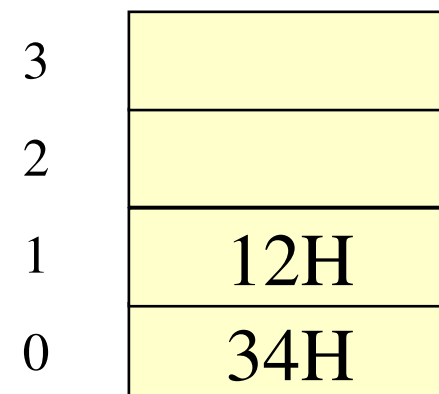


Big Endian
(vyšší byte je na
nižší adrese)



např. mikroprocesory
Motorola

Little Endian
(nižší byte je na
nižší adrese)

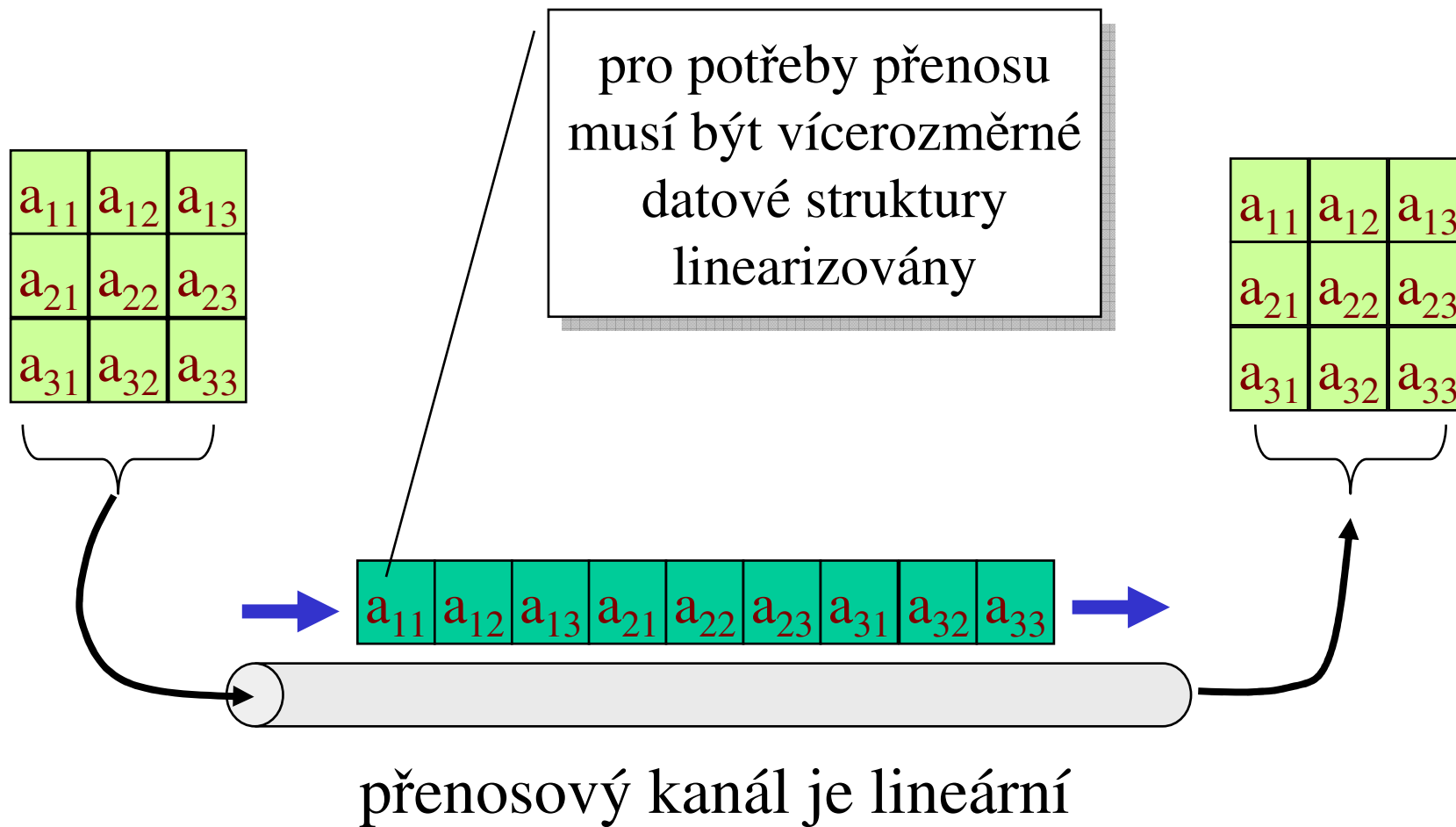


např. mikroprocesory
Intel

← 1234H →

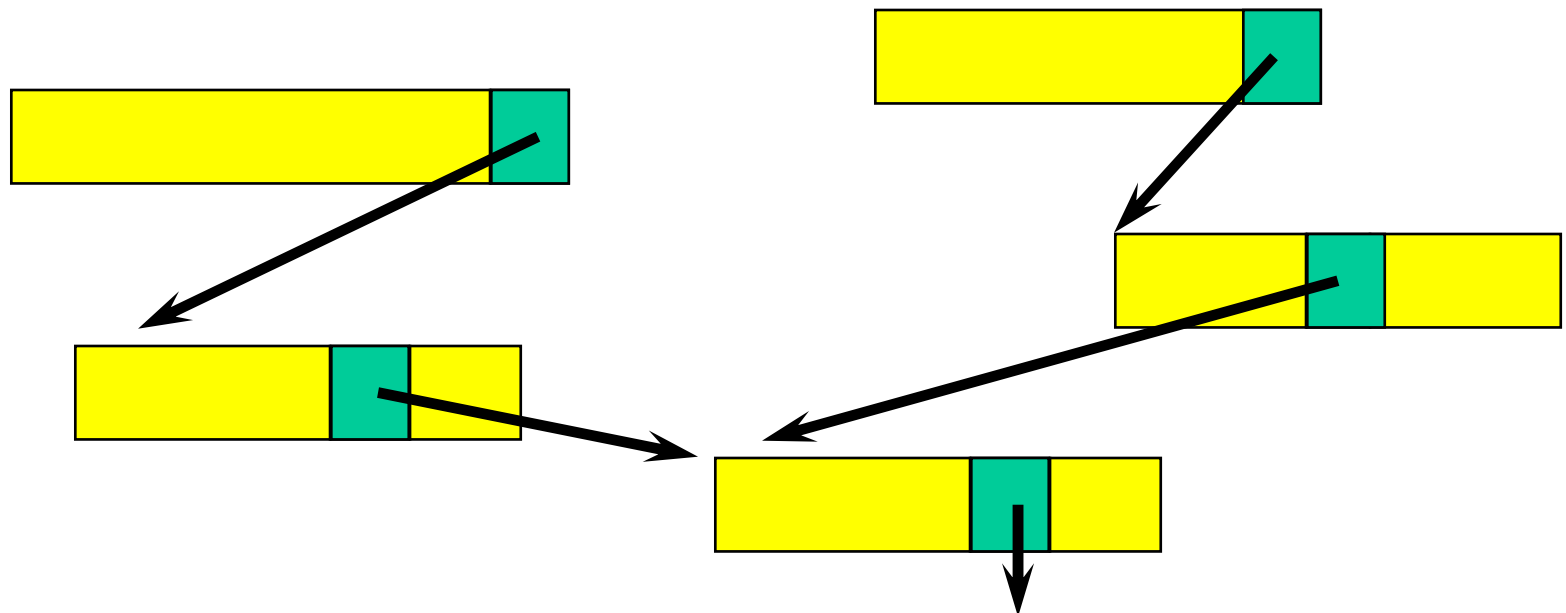


Představa: linearizace struktur



Jiný problém:

- co dělat se strukturami, které jsou provázány pointerem?
 - jsou pevně vázány na adresový prostor odesilatele,
 - v adresovém prostoru příjemce nemají smysl!!!!
- jediné možné řešení:
 - převést struktury s pointerem na ekvivalentní strukturu bez pointerů, tu přenést
 - a pak případně "nějak vrátit zpět" do struktury s pointerem



Možnosti řešení konverzí

- přizpůsobení stylem „každý s každým“
 - každá dvojice příjemce-odesílatel se dohodne na společném formátu
 - konverze se provádí jen 1x
 - buďto u odesílatele, nebo u příjemce
 - je to efektivnější
 - stále je nutné převádět z/do přenosové tvaru
 - v praxi je to problematické
 - ne vždy se mohou libovolně dvě strany předem dohodnout
- přes společný mezitvar
 - je definován jeden společný "mezitvar"
 - i přenosový tvar
 - konverze se provádí 2x
 - 1x u odesílatele
 - 1x u příjemce
 - vše společně s převodem do přenosového tvaru
 - je to jednodušší na vzájemnou koordinaci
 - každé straně stačí naučit se převádět z/do společného mezitvaru

Představa ISO/OSI

- otázka:
 - jak zajistit to, aby příjemce věděl jak rekonstruovat data, přijatá v přenosovém (mezi)tvary?
 - tak, aby pro něj měla stejný význam jako pro odesilatele?
- řešení:
 - u odesilatele se nejprve (obecně) popíše data, která mají být přenesena
 - obecným způsobem, který zachycuje jejich význam
 - představa: jako kdyby šlo o deklarace v programovacím jazyku
 - vznikne "průvodka" k datům
 - data se zkonvertují a převedou do přenosového tvaru
 - k datům v přenosovém tvaru se připojí průvodka
 - a vše se přenese
 - příjemce podle průvodky převede data z přenosového tvaru do takového tvaru, který má pro něj stejný význam jako pro odesilatele
- co je nutné mít k dispozici?
 - jazyk pro "průvodku"
 - jazyk umožňující obecný popis dat
 - šlo by použít nějaký konkrétní programovací jazyk
 - a z něj by stačily jen deklarace
 - ale žádný programovací jazyk nebyl vhodný
 - standardizovaný, ...
 - pro ISO/OSI byl vytvořen speciální jazyk pro abstraktní popis obecných dat
 - **ASN.1 (Abstract Syntax Notation One)**
 - je to ISO Standard X.680
 - používá se hodně i v rámci Internetu
 - pravidla pro převod z/do přenosového tvaru
 - pro ASN.1 byla vytvořena samostatná pravidla **BER (Basic Encoding Rules)**
 - říkají, jak reprezentovat jednotlivé datové položky
 - používá se tzv. TLV kódování (Type, Length, Value)

Příklad: ASN.1 a BER

instance dat

{lastname, 'smith'}
{weight, 259}

popis v ASN.1 – "průvodka"

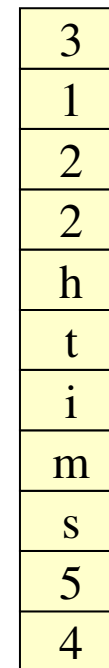
lastname ::= OCTET STRING;
weight ::= INTEGER

kódování BER

Datový typ	kód
Boolean	1
Integer	2
Bitstring	3
Octet string	4
Null	5
Object Identifier	6
Rea	9

Value, 259
Length, 2 bytes
Type=2, integer

Value, 5 octets (chars)
Length, 5 bytes
Type=4, octet string



směr přenosu