

21. Počítačové sítě - software

Síťový software

Protokol

{ IVT IV.
8 }

- Soubor pravidel pro komunikaci a přenos dat po síti pro hardware i software (viz wikipedia.org).
- Definuje zejména
 - Syntaxi, sémantiku a synchronizaci vzájemné komunikace
 - Plus další náležitosti, které jsou v dané situaci potřeba
- Příklady problémů řešených protokoly
 - Formát zpráv
 - Detekce připojení, ztráty spojení
 - Postup při poškození zprávy (kdo potvrzuje, kdo kontroluje, ...)

Programování - teorie, 5. ročník

68/113

Síťový software - Protokol

Oficiální standardy

{ IVT IV.
8 }

- Význam
 - Umožňují kompatibilitu HW a SW od různých výrobců.
- De iure, schválené nějakou institucí
- ISO/OSI, TCP/IP, UDP, HTTP, FTP, IMAP, SSH, ...

Programování - teorie, 5. ročník

69/113

Síťový software - Protokol

Neoficiální standardy

{ IVT IV.
8 }

- De facto, používané ve skutečnosti, konvence
- Reakce na některé oficiální standardy (ISO/OSI), které jsou příliš složité, těžkopádné a reagují pomalu na prudký rozvoj technologií.
- **RFC dokumenty** - Request For Comments
 - Popisují internetové protokoly formou „doporučení“
 - Princip „dodržuj doporučení, nebudeš mít problémy“
 - Obrovský vliv na podobu internetu - řídí se jimi všichni

Programování - teorie, 5. ročník

70/113

Síťový software

Referenční model ISO/OSI

{ IVT IV.
8 }

- OSI - Open Systems Interconnection
- ISO/OSI
 - Navrženo a přijato (1984) jako univerzální norma pro navrhování počítačových sítí.
 - Následně převzato vládami různých zemí a zapracováno do národních koncepcí (příliš oficiální).
- Důležitý pro výrobce HW
 - Jako referenční model komunikace. Reálně mohou některé vrstvy splývat.
 - Popisuje principy, v praxi se protokoly implementují podle doporučení RFC.

Programování - teorie, 5. ročník

71/113

NEOFICIÁLNÍ STANDARD

! UMĚT !

Struktura ISO/OSI

{ IVT IV. }
8

- 7 vrstev
- Model komunikace v počítačové síti
- Popisuje jak SW, tak HW komunikaci

7. Aplikační	
6. Prezentační	Pro aplikace
5. Relační	
4. Transportní	Prizpůsobení
3. Síťová	
2. Linková	Pro přenosový HW
1. Fyzická	

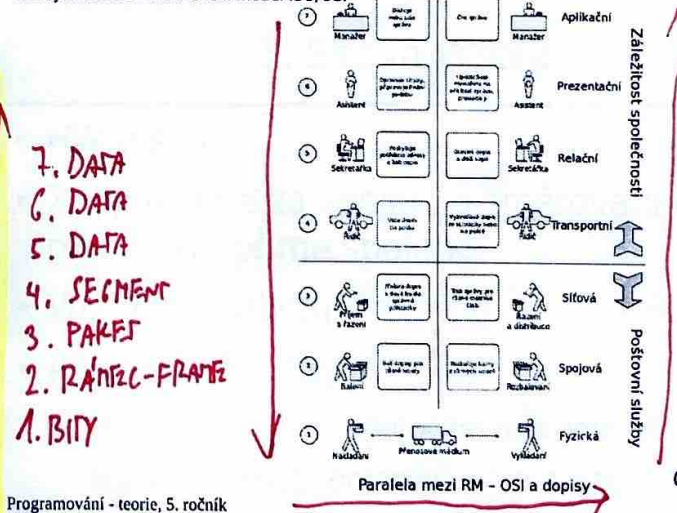
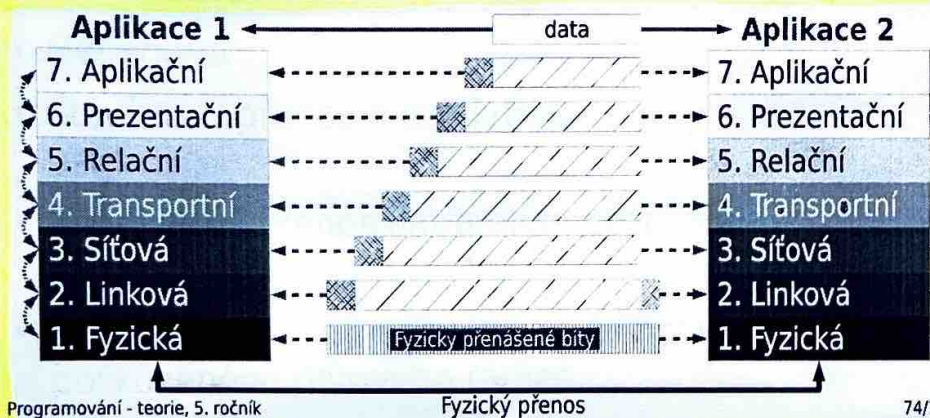
ISO/OSI - princip komunikace

{ IVT IV. }
8

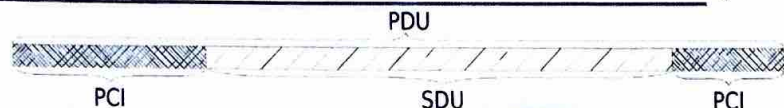
- Komunikují spolu vždy stejné vrstvy.
 - Abstrakce - komunikují prostřednictvím nižších vrstev
- Vysílající uzel
 - Vyšší vrstva posílá data nižší vrstvě.
 - Každá další vrstva může k datům přidávat další informace nebo je může transformovat pro nižší vrstvu
 - Fyzicky data posílá až nejnižší - fyzická vrstva.
- Přijímající uzel
 - Data jdou od nižších vrstev k vyšším
 - Vrstvy data dekódují nebo transformují pro vyšší vrstvu.

! UMĚT POHAŽKU !

ISO/OSI - princip komunikace

{ IVT IV. }
8

ISO/OSI – princip komunikace

{IVT IV.
8}

- Každá vrstva přidává k datům další údaje
- SDU – Service Data Unit
 - Užitečná data dané vrstvy
- PCI – Protocol Control Information
 - Řídící informace dané vrstvy

- PDU – Protocol Data Unit = SDU + PCI *informace*
 - Protokolární datová jednotka *průběh*
 - Předávají si je partnerské vrstvy na obou stranách komunikace

1. Fyzická vrstva

{IVT IV.
8}

- HW vrstva
- Popisuje fyzické vlastnosti přenosového média
 - Elektrické, optické, mechanické, funkční
 - Jak jsou realizovány logické hodnoty 0 a 1 *BITS*
 - Jaký je tvar konektoru
 - K čemu slouží jednotlivé vodiče

2. Linková (spojová) vrstva

{IVT IV.
8}

- HW vrstva
- Stará se o přenos mezi dvěma fyzicky spojenými uzly.
- Řídí fyzický přenos dat a hlídá bezchybnost přenosu.
- U spolehlivého přenosu vyžaduje nové zaslání poškozeného datového rámce. *FRAMES*

3. Síťová vrstva

{IVT IV.
8}

- HW vrstva
- Zodpovědná za spojení a směrování mezi uzly, mezi nimiž není přímé spojení.
- Volí trasu paketu – routing *PACKETS*
- Původní představy
 - Měla fungovat na spojovém principu
 - Měla zajišťovat spolehlivý přenos dat.

4. Transportní vrstva

datagram *segment*
UDP | TCP { IVT IV. }
8

- Obálka nad síťovou vrstvou
 - Může měnit charakter přenosových služeb
 - Např. může zajišťovat spolehlivost u nespolehlivého přenosu, z nespojového přenosu dělat spojový, apod.
- Dělí zprávu na pakety podle transportního protokolu
- Přijaté pakety skládá do zpráv.
 - Mohou přijít v jiném pořadí.

5. Relační vrstva

{ IVT IV. }
8

- SW vrstva
- Řeší dialog mezi účastníky
 - Navazuje, udržuje, synchronizuje a ukončuje spojení
 - Sdílí jedno transportní spojení (o větší kapacitě) více relačními spojeními, nebo naopak
- Může provádět ověřování uživatelů, zabezpečení přístupu, atd.
- Poslední vrstva závislá na konkrétním typu sítě a jejím transportním protokolu.

6. Prezentační vrstva

{ IVT IV. }
8

- Stará se o konverzi dat (*dekódování dat*)
 - Pro odesílatele a příjemce totiž může stejná posloupnost bitů znamenat něco jiného (mohou být jinak kódována).
 - Dále může de/kódovat, šifrovat, či komprimovat data.
- Zajišťuje sjednocení formy přenášených dat.
 - Stará se o zachování sémantiky přenášených dat.
- Často splývá s relační vrstvou.

7. Aplikační vrstva

{ IVT IV. }
8

- Aplikace poskytující uživatelům síťové služby.
 - E-mailový klient, Webový prohlížeč
- Dnes jde častěji o části aplikací
 - Knihovna funkcí
 - Okno v aplikaci
 - Dialog pro přístup k síťovým úložištím.
 - Obsluha tiskárny

Proces posílání zpráv

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{IVT IV.} \\ 8 \end{array} \right\}$$

- Datový rámec ↔ Datagram ↔ Paket ↔ Zpráva (Port)

Datový rámec (frame)

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{IVT IV.} \\ 8 \end{array} \right\}$$

- Jednotka přenosu na 2., linkové vrstvě
 - = Hlavička + zapouzdřená data + patička
- Hlavička obsahuje
 - synchronizační značku - když adresát zachytí rámec uprostřed, nechte jej, počká na synchronizační značku dalšího rámce
 - Adresy odesílatele a adresáta
- Zapouzdřená data
 - Odpovídají paketu nebo datagramu vyšších vrstev
- Patička
 - Značka konce dat + kontrolní součet

Datový rámec (frame)

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{IVT IV.} \\ 8 \end{array} \right\}$$

- Příklady použití

- Token Ring
 - Token je speciální rámec
 - Data se posílají v datových rámcích
- Ethernet

Datagram

UDP

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{IVT IV.} \\ 8 \end{array} \right\}$$

- Základní jednotka přenosu dat v **nespojových sítích s nespolehlivým přenosem**
 - Nespojové sítě, tj. s přepínáním paketů
- Příkladem je IP datagram
- Hlavička + data
 - Hlavička obsahuje adresu odesílatele a cíle + řídicí informace

Paket

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{IVT IV.} \\ 8 \end{array} \right\}$$

- Jednotka přenosu dat v **nespojových sítích se zaručeným spolehlivým přenosem.**
- Hlavička + data
- Na 4., transportní vrstě a výš
 - Příklad: TCP - rozděluje a skládá zprávu na pakety a využívá IP. IP používá datagramy a realizuje nespolehlivý přenos. Spolehlivost zaručuje TCP.

Zpráva

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{IVT IV.} \\ 8 \end{array} \right\}$$

- Data, která chce aplikace přenést po síti od odesílatele k adresátovi.
- O zprávě obvykle mluvíme na 7., aplikační vrstvě.
- Vysílání zprávy
 - Nižší vrstvy zprávu rozdělí a transformují do paketů, datagramů a datových rámců.
- Přijetí zprávy
 - Rámce, datagramy a pakety putují do vyšších vrstev, kde jsou vzájemně transformovány a spojeny do původní zprávy.

(Sítový) Port

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{IVT IV.} \\ 8 \end{array} \right\}$$

- **Speciální dohodnuté číslo (16b, hodnoty 0 - 65535)**
 - Služba operačního systému, který prostřednictvím čísla portu zpřístupňuje komunikaci ostatním aplikacím.
 - Port může být mapován na určité místo v operační paměti, kam je pak možno zapisovat anebo číst. Jiné OS je zpřístupňují pomocí systémového volání.
- **Rozlišuje aplikace v rámci protokolů TCP a UDP**
 - Hlavička paketu/datagramu obsahuje číslo zdrojového a cílového portu, tj. aplikace

(Sítový) Port

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{IVT IV.} \\ 8 \end{array} \right\}$$

- Prvních 1024 portů je pevně dohodnuto
 - Např. **21 - FTP, 25 - SMTP, 80 - HTTP, 110 - POP3**
 - **Port 0 je vyhrazen a nesmí se používat**
- Spojován s IP adresou, např. pomocí http adresy:
 - `http://server.cz:8000/stranka` → webový prohlížeč kontaktuje http server na portu 8000, kde může v rámci něj běžet specifická aplikace

TCP/IP

{IVT IV.
8}

Model TCP/IP

{IVT IV.
8}

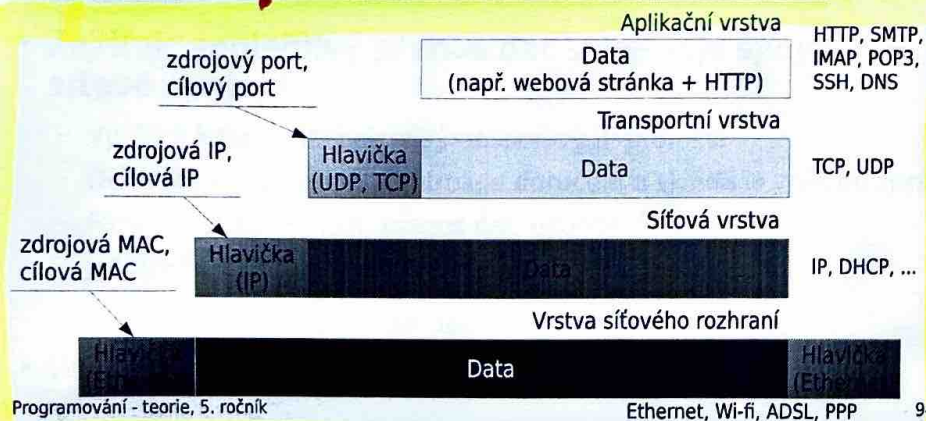
- Rodina protokolů TCP/IP
 - TCP - Transmission Control Protocol
 - IP - Internet Protocol
 - IPv4 - 32b adresy
 - IPv6 - 128b adresy
 - UDP - User Datagram Protocol

- 4 vrstvy
- Zjednodušení modelu ISO/OSI
- Hierarchie činností
 - vyšší vrstvy využívají služeb nižších vrstev
 - důvodem je možnost záměny jednotlivých vrstev, například záměna fyzického média (drát/optika/wi-fi) bez nutnosti změn na ostatních vrstvách
- Komunikační protokol
 - slouží pro komunikaci mezi stejnými vrstvami na obou stranách komunikace

! UMĚT POKAČKU !

Vrstvy TCP/IP
{IVT IV.
8}

Vrstvy TCP/IP

{IVT IV.
8}

1. Vrstva síťového rozhraní

- Přístup a definice fyzického rozhraní
- Specifická pro každou implementaci sítě
- Ethernet, Token Ring, ...

2. Síťová vrstva

- Zajišťuje adresaci, směrování a předávání datagramů
- Realizována ve všech prvcích sítě - směrovačích i síťových kartách
- IP protokol (+ další)

Vrstvy TCP/IP

{IVT IV.
8}

3. Transportní vrstva

- Poskytuje spojení spolehlivým (TCP) nebo nespolehlivým (UDP) protokolem
- Realizována až v síťových kartách (koncových zařízeních)

4. Aplikační vrstva

- Programy, které realizují konkrétní služby pro uživatele.
- Spojení je určeno číslem portu, transportním protokolem a adresou počítače
- HTTP, FTP, DHCP, ...

IP - Internet Protocol

{IVT IV.
8}

- Vysílá a přijímá datagramy
 - IP adresy odesílatele a adresáta jsou v hlavičce
- Poskytuje **nespojivé síťové spojení**
 - datagramy jdou sítí nezávisle - nemusí přijít v původním pořadí
- **Nespolehlivé spojení**
 - doručení datagramu není zaručeno
 - spolehlivost zaručují vyšší vrstvy (TCP, samotné aplikace)

TCP - Transmission Control Protocol

{IVT IV.
8}

- Zajišťuje **spolehlivý přenos dat** + realizuje **spojivé síťové spojení**
 - Využívá k tomu nespolehlivý nespojivý IP protokol
 - Dělí zprávu na pakety, kontroluje doručení a skládá je zpět do zprávy.
 - Fáze navázání spojení, přenos dat, ukončení spojení
- **Duplexní spojení**
 - paralelní, oboustranný tok dat
- Rozlišuje aplikace pomocí portů

UDP - User Datagram Protocol

{IVT IV.
8}

- Poskytuje **nespolehlivou transportní službu** pro aplikace, které nepotřebují spolehlivost.
 - Např. **DHCP, DNS**
 - Využívá IP. *nam! hu*
- Bez fáze navazování a ukončení spojení.
 - Hned první datagram obsahuje data.
- Pro identifikaci aplikací (aplikačních protokolů) používá čísla portů podobně jako TCP.

Adresování uzlů v síti

{IVT IV.
8}

- MAC
 - Fyzická adresa
- IP
 - Adresa Internetového protokolu
- DNS
 - Doménová adresa (internetová adresa)

MAC adresa (Media Access Control)

{IVT IV.
8}

- Celosvětově jedinečný identifikátor aktivního síťového prvku
- Fyzická adresa
- Přidělována při výrobě, u novějších zařízení lze změnit
- Používána na 2., spojové vrstvě
- 48 bitů (v Ethernetu)
 - Obvykle šestice dvojčíferných hexačíslic
 - Příklad: **FC:54:12:3A:10:A7**

IP adresa

{IVT IV.
8}

- Číslo, které jednoznačně identifikuje síťové rozhraní
 - např. síťová karta, virtuální počítač
 - jeden počítač může mít více síťových rozhraní
- Používána ve 4. transportní vrstvě ISO/OSI
- Hierarchická adresa

adresa sítě

adresa podsítě

adresa počítače

IPv4

{IVT IV.
8}

- 32 bitové číslo zapisované po bajtech (hodnoty 0–255), které jsou odděleny tečkami
 - Příklad: **192.124.36.10**
- Maska sítě
 - určuje hranici mezi adresou sítě a počítače nebo podsítě
 - 32b číslo zapisované stejně jako IP adresa
 - binární 1 tam, kde je adresa sítě, 0 tam, kde je adresa počítače
 - Příklad: maska: **255.255.240.0**

Maskování v IPv4

{IVT IV.
8}

- IP adresa
 - 192.124.36.10
 - 11000000.01111100.00100100.00001010
- Maska
 - 255.255.240.0
 - 11111111.11111111.11110000.00000000
- Část adresy odpovídající nadřazené síti
 - 11000000.01111100.00100000.00000000
 - 192.124.32.0
- Část adresy odpovídající (počítači v) podsíti
 - 00000000.00000000.00000100.00001010
 - 0.0.4.10

Programování - teorie, 5. ročník

Poznámka: V jazyce C jde pro maskování použít binární operátory & a |.

104/113

IPv6

{IVT IV.
8}

- Nová verze IP protokolu
- Řeší nedostatek adres IPv4 (teoreticky $4 \cdot 10^9$ adres)
- 128 bitová adresa
- 8 skupin po čtyřech hexačíslicích, oddělené dvojtečkami

– Příklad:
8FDA:56C6:84E1:5DA0:F520:4DCB:24B1:DA54

105/113

Programování - teorie, 5. ročník

DNS (Domain Name System) = distribuční databáze májů
katalogizace domén a fyzických adres
IP adres

Internetová/webová adresa

{IVT IV.
8}

http://www.muweb.cz/stranky/stranka.html

Specifikace protokolu (http, https, ftp, ...)

Doménová adresa

Adresářová cesta na serveru

Jméno webové Stránky

Nemusí odpovídat skutečnosti na serveru. Lze nakonfigurovat jinak.

Programování - teorie, 5. ročník

106/113

DN - Domain name

{IVT IV.
8}

- Součást internetové, webové adresy
- 7., aplikační vrstva ISO/OSI
- Textový řetězec identifikující konkrétní server v internetové síti
- Hierarchická adresa
 - Vytváří virtuální stromovou strukturu internetových serverů.
 - Úrovně hierarchie odděleny tečkou.
 - Logická hierarchie neodpovídá fyzické topologii sítě

Programování - teorie, 5. ročník

107/113

Hierarchie doménových jmen

{IVT IV.
8}

DNS (Domain Name System)

{IVT IV.
8}

- Domény nejvyššího řádu
 - com, org, cz, ... \Rightarrow *skolky*
 - Na konci doménové adresy
 - Dohodnuty napevno celosvětově
- Domény 2. řádu
 - seznam, google, wikipedia
 - Lze pořídit u registrátora domén.
- Domény 3. řádu
 - www, zpravy, mojestranky, ...
 - Obvykle v rámci jednoho serveru (není nutnou podmínkou)

- Distribuovaná databáze názvů hostitelských domén a jejich odpovídajících IP adres
 - Tabulky jsou uloženy na směrovačích, přepínačích a bránách na různé úrovni internetu
 - Žádné zařízení nemá kompletní databázi - nepotřebuje ji
- Internetová adresa se na serveru pomocí tabulky převede na odpovídající IP adresu a dále se směřuje podle IP adresy.

Otázky

{IVT IV.
8}

- Popište základní topologie počítačových sítí.
- Popište metody přístupu v sítích
 - CSMA/CD, Token Ring, Token Bus
 - K čemu tyto metody slouží?
 - Popište algoritmy jejich fungování.
- Rozdělte a popište síť podle rozsahu, řízení a způsobu propojení.

Otázky

{IVT IV.
8}

- Popište základní používané pasívní prvky sítí.
- Popište základní používané aktivní prvky sítí.
- Co označuje zkratka RFC?
- Popište základní funkce počítačové sítě a systém ochrany dat v počítačové síti.
- Popište dva základní principy fungování sítí.

Otázky

{IVT IV.
8}

- Vysvětlete posílání dat pomocí ISO/OSI modelu.
- Popište způsoby adresování uzlů a koncových zařízení v počítačové síti.
 - K jakým vrstvám ISO/OSI a TCP/IP se jednotlivé adresy vztahují?
- Vysvětlete přenos dat pomocí TCP/IP.
- Popište protokoly TCP, UDP a IP.

Programování - teorie, 5. ročník

112/113

Otázky

{IVT IV.
8}

- Popište jednotky posílání dat na různých úrovních modelu ISO/OSI (rámec, datagram, paket, zpráva).
- Co to je a k čemu slouží síťový protokol?
- Co znamená pojem síťový port?
- Ukaž na příkladu systém maskování síťových adres v IPv4. Jak z masky sítě spočítáš, kolik počítačů může podsít obsahovat?

Programování - teorie, 5. ročník

113/113