

# Kurz práce s informacemi

## Stručný úvod do počítačových sítí (se zřetelem na internet)

Rozšiřující studijní materiál k modulu č. 5

Autor textu: Michal Černý



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Počítačové sítě představují jednoznačně jeden z nejdůležitějších a nejvíce přelomových technologických skoků v historii lidstva. Na tomto místě se nebudeme ale věnovat jejich úloze v informační společnosti ani historickému úvodu, ale zaměříme se především na jemný úvod do jejich skutečného technického fungování.

## Úvod

Počítačové sítě mají (již od 60. let) za úkol zajistit vzájemnou komunikaci mezi počítači, ale také možnost distribuovaných výpočtů. Stejně jako dnes je řada problémů, které vysoce převyšují možnosti výkonu jednoho počítače či serveru a pro které se hodí využít desítek či stovek počítačů po celém světě. Z vědeckých projektů jsou takto zpracovávána data například z CERNu, mezi běžnými uživateli jsou populární projekty, jako je SETI@Home a řada dalších, které společným výpočetním výkonem počítačů hledají lék na rakovinu, prohledávají lidský genom nebo mimozemské civilizace.

Přes poměrně velkou rozmanitost počítačových sítí je možné říci, že velkou část provozu obstarává kombinace protokolů TCP (alternativně s UDP) a IP. Takto budované sítě mají spojovaný charakter díky službám TCP a samotné doručování paketů a směrování je řešeno pomocí IP, které je v současnosti ve verzi 4 stále zcela dominantní. Na tomto místě je dobré říci, že internet je v mnohém podobný tomu, jaký byl při svém vzniku – je nezabezpečený v drtivém množství provedené komunikace.

Pokud bychom se chtěli podívat na strukturu sítí z hlediska vnitřní organizace, pak by bylo možné rozlišit dva základní modely – Peer to peer a Klient-server, na které se nyní podíváme podrobněji.

- **Peer to peer (P2P)** model, jak již název napovídá, je založený na modelu komunikace rovného s rovným. Žádná z komunikačních stanic nemá privilegované postavení, nikoho neřídí. Jde tedy o spojení uzlů sítě s podobnými právy. Klasickým příkladem mohou být počítače v domácí počítačové síti, sítě na stahování souborů pomocí torrentů atp.
- Na zcela jiném konceptu stojí **Klient-server** model. Na jedné straně jsou zde koncové uzly (klienti) a pak je zde jeden či několik málo řídicích stanic (server). Druhý jmenovaný typ zařízení do značné míry může síť řídit, nebo alespoň nabízí zvláštní paletu služeb, které jsou poskytovány klientům. Příkladem může být klasický přístup na webový server – klient zašle požadavek, že by rád viděl určitou stránku, a server mu pošle příslušnou odpověď, kterou webový prohlížeč interpretuje jako konkrétní web. Na tomto modelu jsou postavy téměř všechny větší lokální sítě, internet, FTP server, tiskový server atp.
- Zřejmě nejčastěji se ale využívá určitá **hybridní struktura**, která kombinuje výhody obou přístupů. Lze se tak setkat například s řešením, kdy existují určité uzly (super nodes), které mají privilegované postavení ve struktuře – neboli poskytují dalším uzlům určitou podporu, funkcionalitu, jako je například seznam připojených uzlů, podpora vyhledávání, koordinace komunikace atp.

K P2P je jako pozitivum možné uvést například robustnost, lepší vyvážení sítě, nepotřebnost řídicího serveru, větší odolnost proti výpadkům atp. Nevýhodou je obtížné směrování a organizace a nepřítomnost někoho, kdo na sebe vezme roli poskytovatele služeb. Klient-server model je náchylný na výpadky serveru, může mít problém s rovnoměrným využitím zátěže linek nebo s bezpečností. Výhodou je naopak snadné směrování, upgrade služeb, jednodušší údržba atd.

## Sítě podle velikosti

Je zajímavé sledovat nejen výstavbu sítí z pohledu organizační struktury, ale také z pohledu rozsáhlosti sítě. Je na první pohled jasné, že zcela jiné požadavky budou kladeny na síť, kterou tvoří jeden počítač, jeden mobilní telefon a tiskárna, a zcela jiné parametry bude muset splňovat síť s tisíci uzly.

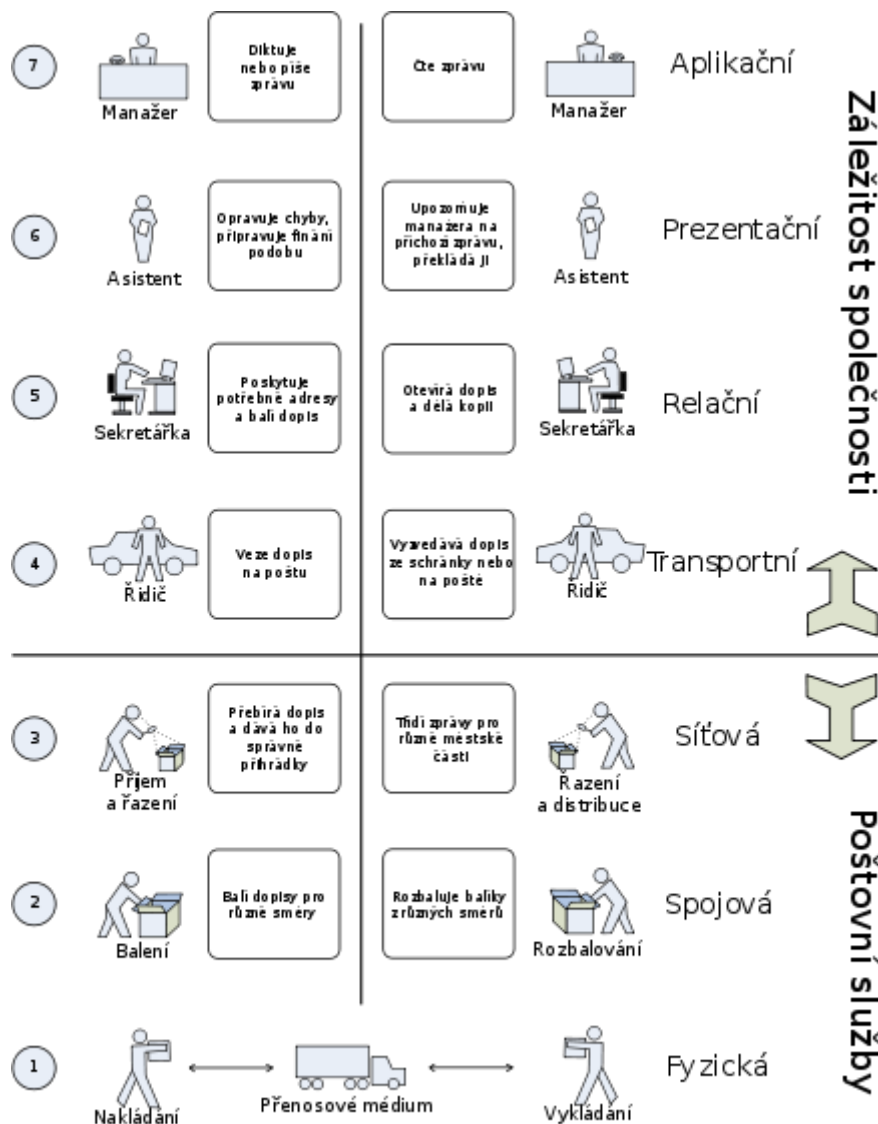
U malých sítí není třeba řešit směrování, mobilitu a další parametry. Vše je možné nastavit ručně, optimalizovat pro danou situaci. Nepotřebujeme složité algoritmy pro směrování, adresování stanic atp. Cílem je to, aby síť byla co nejrychlejší, nejjednodušší. Oproti tomu ve velkých sítích je třeba dobře řešit směrování, zajistit podporu mobility, odolnost proti výpadkům atp. Z tohoto kontextu je zřejmé, že je žádoucí mít více druhů sítí podle velikosti, které budou disponovat rozličnými mechanismy fungování, které budou právě jejich rozsáhlosti odpovídat.

- **PAN** (Personal Area Network) představuje model tzv. osobních sítí, tedy těch zcela nejmenších. Obecně jde o propojení několika málo počítačů, telefonů a případně dalších zařízení. Dosah takových sítí bývá zpravidla v jednotkách metrů – pracovní stůl, malá domácnost. Typicky jsou používané technologie například Bluetooth, ZigBee, IrDA, někdy se také mluví o USB sítích.
- **LAN** (Local Area Network) označuje již rozsáhlejší počítačovou síť, která pokrývá malé území s dosahem desítek až stovek metrů. Přenosové rychlosti jsou vysoké, řádově ve stovkách MB/s či Gb/s. Nejrozšířenějšími technologiemi v dnešních LAN sítích jsou Ethernet a Wi-Fi. Je již třeba ošetřit kolize, zajistit základní směrování (statické) atp. Součástí sítí bývají již router či switch a je obvyklé, že tato síť je propojená s internetem. V těchto sítích je již smysluplné používat pokročilejší prvky, jako jsou VLAN či VPN pro dělení sítě na menší logické části.
- **MAN** (Metropolitan Area Network) je síť propojující lokální sítě v městské zástavbě, slouží především pro přenos dat, zvuku a obrazu, spojuje vzdálenosti řádově jednotek až desítek kilometrů, je optimalizována pro stovky či tisíce přijímačů. V praxi ji využívají jen velké firmy, například pro propojení různých poboček nebo celých budov počítačovou sítí.
- **WAN** (Wide Area Network) jsou sítě umožňující komunikaci na velké vzdálenosti. Bývají obvykle veřejné, ale existují i privátní WAN sítě. Jde ještě o rozlehlejší síť než MAN a klasickým zástupcem této kategorie je Internet, který obsluhuje miliardy uzlů. Mezi používané technologie patří známé ISDN, WiMax, ATM a další.

## ISO-OSI model

Model fungování internetu je popsán pomocí tzv. ISO-OSI modelu. Jde o sedmivrstevnou strukturu, která není úplně důsledně dodržována, ale umožňuje efektivní návrh protokolů, vývoj aplikací atp. Pokud jde o samotnou strukturu modelu, pak je možné říci, že mezi vyšší vrstvou využívá vždy služeb o jedno patro nižší. Co je pod ní, již nemusí brát v potaz, což je velice silné technologické zjednodušení. Jednotlivé vrstvy mezi sebou komunikují pomocí protokolů v rámci jednoho „patra“, vertikální komunikaci zajišťují rozhraní. Po tomto krátkém úvodu se již můžeme zaměřit na činnost jednotlivých vrstev.

Vše je možné vidět na následujícím obrázku:<sup>1</sup>



### Paralela mezi RM - OSI a dopisy

V následující části se pokusíme stručně vyložit obsah jednotlivých vrstev. Pro bližší informace je vždy možné sáhnout především do RFC dokumentů. Ty sice nemají závaznost normy, ale drtivou většinu z nich výrobci respektují a je v sítích dodržována.

- **Fyzická vrstva** je tím, co si většina lidí představí pod pojmem fyzické zařízení sítě. Jejím úkolem je navazování a ukončování spojení s komunikačním médiem, správa a organizace elektromagnetických signálů. Jejich modulace a demodulace, převod dat z počítače do fyzického média atp.
- **Spojová vrstva** má na starosti základní logickou organizaci sítě – umožňuje spojení dvou sousedů, buduje okruhy, detekuje a opravuje chyby. Má na starosti zprávu fyzických adres (MAC) nebo zařizuje přepínání kruhů. Pracují pod ní zařízení, jako jsou mosty či přepínače, a klasickou ukázkou protokolu je Ethernet, Token Ring a další.

<sup>1</sup> ISO-OSI model: analogie s poštou

[online] [cit. 2011-11-22]. Dostupný pod licencí GNU Free Dokumentation License na WWW: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Rm-osi\\_parallel\\_cs.svg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Rm-osi_parallel_cs.svg)

- **Síťová vrstva** je již podstatně zajímavější a je možné o ní říci podstatně více než o prvních dvou. Stačí, když si uvědomíme, že jde o vrstvu, která pracuje s IP a má na starosti směrování. Zajišťuje tedy hledání adres mezi uzly, směrování paketů, připojování nových uzlů do sítí atp. V nových variantách (IPv6 není dnes stále implementována jako celek, ale spíše v podobě dílčích funkcionalit) je to ona, která ponese velkou část bezpečnostních záruk nebo třeba podporu mobility.
- **Transportní vrstva** poměrně těsně navazuje na síťovou. Jejím účelem je zajistit komunikaci a přenos dat mezi dvěma uzly. To může být realizováno jako spojovaná služba (via TCP) nebo best effort (pomocí UDP). Tato vrstva tedy může zajišťovat parametry dodání – spolehlivost, rychlost, dodržení pořadí paketů... Z pohledu technického je třeba ošetřit také problém spravedlnosti – tedy jak zajistit, aby síť byla efektivně využívána, a přitom bylo možné do sítě připojovat libovolné (přiměřeně) množství stanic.
- **Relační vrstva** zajišťuje služby, které se týkají jednotlivých spojení. Dnes zřejmě nejčastěji zajišťuje bezpečnost (přes SSH), ale dovoluje také provádět synchronizaci času a dat, vyměňovat si oznámení o mimořádných událostech atp. Tato vrstva rovněž zajišťuje přístup k souborům, datům či periferiím uvnitř lokálních sítí.
- **Prezentační vrstva** je dnes již poměrně umělá. Jejím cílem je transformovat data do formy, kterou může používat aplikační vrstva, a přitom může využívat služeb relační vrstvy. Jde jí o strukturu dat, nikoli o jejich význam. Pěkným příkladem může být třeba http protokol či HTML jazyk.
- **Aplikační vrstva** zajišťuje aplikacím přístup ke komunikačnímu médiu. Patří pod ni podpora vzdáleného přístupu (SSH), serverových služeb (DNS, SMB, NNTP ...), e-mailové komunikace a mnoho dalšího. Například známé protokoly HTTP, POP3, FTP.

Nad touto vrstvou jsou pak již jednotlivé aplikace, které využívají služeb sítě, a samozřejmě uživatel.

## Důležité protokoly

Na tomto místě bychom měli věnovat ještě krátký komentář protokolům. Zmíníme jen ty nejznámější z pohledu běžného uživatele. Mimo naši pozornost tak bude třeba významný BGP. Výběr je spíše selektivní a měl by dát pohled na základy toho, jaké protokoly člověk vlastně využívá.

- **DNS** (Domain Name System) je hierarchický systém doménových jmen, který je realizován servery DNS a stejnojmenným protokolem sloužícím k výměně informací. Jeho hlavním významem je převod doménových jmen na IP adresu, čímž zajišťují možnost používat URL adresy. Později svoji funkčnost rozšířil o podporu dalších technologií, jako jsou IP telefonie či e-mailová komunikace.
- **HTTP** (Hypertext Transfer Protocol) je bezstavový protokol, který funguje způsobem dotaz-odpověď. Uživatel pošle serveru dotaz ve formě čistého textu, obsahujícího označení požadovaného dokumentu, informace o schopnostech prohlížeče apod. Server následně odpoví taktéž v textové podobě. Jednotlivé dotazy mezi sebou nemají žádnou spojitost. Přenos je primárně nešifrovaný, ale existuje bezpečná varianta HTTPS. Jde o základní protokol internetu, který slouží k obsluze hypertextu. V dnešní době umí již přenášet i jiná data nežli jen čistý text.

- **POP3** (Post Office Protocol v3) slouží pro stahování e-mailových zpráv ze vzdáleného serveru na klientský počítač a využívá u toho TCP/IP připojení. Jde o poměrně zastaralou technologii, která je postupně nahrazována IMAP. Nevýhodou je, že stahuje všechnu poštu včetně té, kterou si uživatel nepřál.
- **IMAP4** (Post Office Protocol v4) je protokol pro vzdálený přístup k e-mailové schránce. Na rozdíl od protokolu POP3 umí IMAP pracovat v tzv. on-line i off-line režimu a nabízí pokročilé možnosti vzdálené správy – od práce se složkami přes pouhé čtení hlaviček až po manipulaci s poštou přímo na serveru.
- **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol) slouží pro přenos zpráv elektronické pošty (e-mailů) mezi přepravci elektronické pošty (jednoduše pro zasílání e-mailů). Protokol zajišťuje doručení pošty pomocí přímého spojení mezi odesílatelem a adresátem; zpráva je doručena do tzv. poštovní schránky příjemce, odkud si ji může pomocí dalších protokolů (např. IMAP4) stáhnout a přečíst. Pokud má uživatel zájem na používání elektronické pošty, musí mít ve svém klientovi nastavenou adresu SMTP serveru pro odesílání a imap4 či pop3 pro příjem pošty. Ve webových prostředích je vše zajištěno již provozovatelem služby.
- **FTP** (File Transfer Protocol) slouží pro přenos souborů prostřednictvím sítě a je založený na modelu klient-server. Přenos je nešifrovaný, server lze chránit heslem. Využívá protokol TCP z rodiny TCP/IP a postupně jej nahrazuje SSH, který nabízí mj. také šifrovanou komunikaci.
- **TCP** (Transmission Control Protocol) zajišťuje spolehlivý přenos dat, to znamená, že cílem je dodání všech odeslaných paketů ve správném pořadí. Hlavní kritérium je tedy doručení, nikoli rychlost. To je typicky požadováno u přenosu souborů, e-mailů, WWW stránek atd. Mimo jiné se tedy stará nejen o doručování a kontrolu toho, zda vše chodí, jak má, ale snaží se také optimalizovat rychlost přenosu. Jde o dominantní protokol na této vrstvě.
- **UDP** (User Datagram Protocol) je zástupcem klasického nespojovaného přístupu. Používá se tam, kde prim hraje rychlost, a nemá smysl kontrolovat doručení – příkladem může být IP telefonie, video stream či online hry. Doručení správných paketů je zbytečné, neboť by došlo k prodlení, což je silně nežádoucí. Proto se používá rychlejší UDP s tím, že případné chyby jsou odstraňovány softwarově (interpolace, prokládání snímků, snížení kvality atp.).
- **IP** (Internet Protocol) je klíčovým protokolem pro fungování internetu. Při troše zjednodušení si lze představit, že každému zařízení je přiřazena IP adresa, která jej identifikuje (podobně jako adresa příjemce na dopise). Dnes existuje ve dvou verzích IPv4 a IPv6 (ta podporuje mobilitu, má povinné zabezpečení, QoS,...).

## Shrnutí

Cílem počítačových sítí je zobrazení propojení počítačů za účelem komunikace a sdílení služeb. Současné sítě (a zvláště internet) lze popsat pomocí sedmivrstevného modelu ISO-OSI. Každá vrstva má vlastní spektrum funkcí, za které je zodpovědná – od parametrů vodičů až po to, jak bude vypadat hlavička e-mailu.

Podle vlastností uzlů v síti můžeme hovořit o sítích typu P2P, kde jsou si všechna zařízení rovna, client – server architektuře, která je založená na konceptu jednoho řídicího zařízení a dalších (většinou více než jednoho) podřízených. Časté jsou také hybridní varianty.

Komunikace v síti je zajištěna pomocí protokolů, které většinou náležejí jedné vrstvě (či dvěma) – mezi nejdůležitější patří TCP, UDP, IP či FTP.

## Doplňující literatura

1. VAŇKOVÁ, Jana, ČERNÝ, Michal. Parametry počítačových sítí. Metodický portál: Články [online]. 02. 03. 2012, [cit. 2012-09-18]. Dostupný z WWW: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/G/15061/PARAMETRY-POCITACOVYCH-SITI.html>>. ISSN 1802-4785.
2. VAŇKOVÁ, Jana, ČERNÝ, Michal. Úvod do počítačových sítí. Metodický portál: Články [online]. 28. 11. 2011, [cit. 2012-09-18]. Dostupný z WWW: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/G/14027/UVOD-DO-POCITACOVYCH-SITI.html>>. ISSN 1802-4785.
3. VAŇKOVÁ, Jana, ČERNÝ, Michal. Co by měl žák vědět o IPv6?. Metodický portál: Články [online]. 06. 10. 2011, [cit. 2012-09-18]. Dostupný z WWW: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/G/13729/CO-BY-MEL-ZAK-VEDET-O-IPV6.html>>. ISSN 1802-4785.
4. PETERKA, Jiří. Počítačové sítě. 2009, [cit. 2012-09-18]. Dostupný z WWW: <<http://jiri.peterka.cz/pocitacovesite.php3>>.