



Úvod do počítačových sítí

Jan Outrata, Vilém Vychodil

KI PŘF UP Olomouc

Poslední změna dne 14. září 2012

Literatura, dostupné zdroje

Doporučená literatura

Vilém Vychodil, *Linux: Příručka českého uživatele*,
Computer Press, Brno 2003, ISBN 80–7226–333–1.

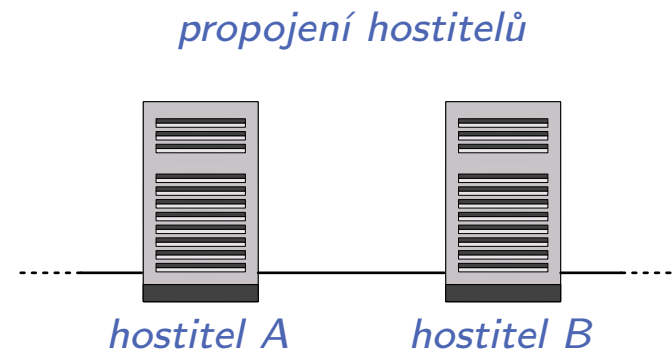
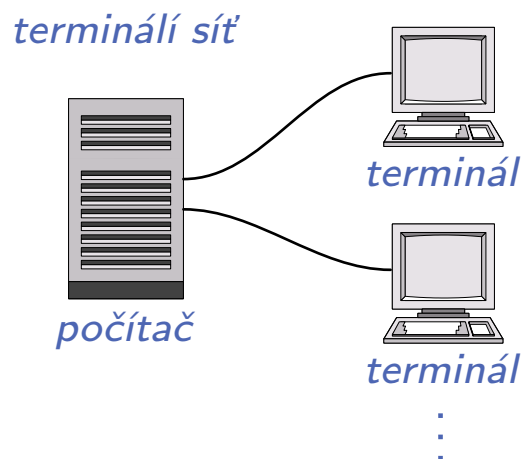
Další zdroje informací

- libovolné zdroje dostupné na Internetu
- dokumentace, která je součástí OS GNU/Linux a jiných unixových systémů

Úvod do problematiky

Vznik počítačových sítí

- **terminální síť** – předchůdce počítačových sítí
 - **hostitelský uzel** propojený s několika **terminály** (nevýkonné uzly)
- **klasické počítačové síť** – dnes
 - potřeba propojovat hostitelské uzly pro výměnu dat, vzdálené spouštění úloh atd.
 - vývoj komunikační infrastruktury (hardware i software)



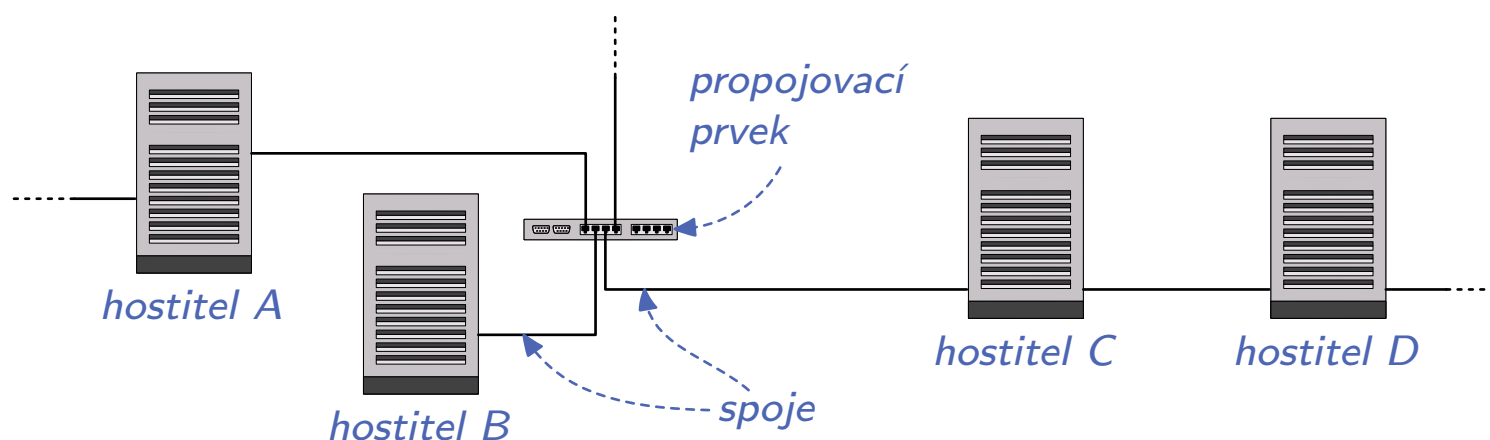
Struktura počítačové sítě

Hostitelské uzly – poskytují **služby**, využívají služeb jiných hostitelů

- servery, pracovní stanice, specializovaná zařízení (tiskárny), ...

Komunikační podsít' – **infrastruktura** zajišťující komunikaci

- **propojovací prvky** – přepínače, směrovače, brány, přístupové body, ...
- **spoje** – kroucená dvoulinka, optické vlákno, mikrovlny, ...



Druhy sítí podle rozsahu

Lokální síť – LAN (Local Array Network)

- malý rozsah (budova, komplex budov), uzly leckdy přímo spojeny
- uživatel je obvykle vlastníkem infrastruktury
- klasické přenosové rychlosti od 10 Mb/s (WiFi) do 1 Gb/s (Ethernet)

Metropolitní síť – MAN (Metropolitan Array Network)

- něco mezi LAN a WAN, obvykle městské/vesnické nebo univerzitní síť
- nižší i vyšší přenosové rychlosti než u LAN (bezdrát, optika)

Rozlehlé síť – WAN (Wide Array Network)

- velký rozsah (území států, kontinentů), propojení LAN/MAN sítí
- uživatel má pronajatu infrastrukturu, obvykle ji nevlastní
- na páteřních spojích vysoké přenosové rychlosti (desítky Gb/s), u broadband sítí nízké přenosové rychlosti (několik Mb/s)
- komunikace mezi uzly probíhá zpravidla zprostředkovaně

Lokální síť Katedry informatiky

Viz přednáška o síti katedry a pravidlech jejího užívání.

Univerzitní síť UPONET

= metropolitní počítačová síť UP Olomouc

- propojuje 8 fakult a další zařízení UP (rektorát, CVT, knihovna, kolej, ...)
- další městské, státní, školské a církevní instituce – připojení do internetu
- tisíce počítačů, stovky prepínačů a WiFi AP, desítky směrovačů

Infrastruktura

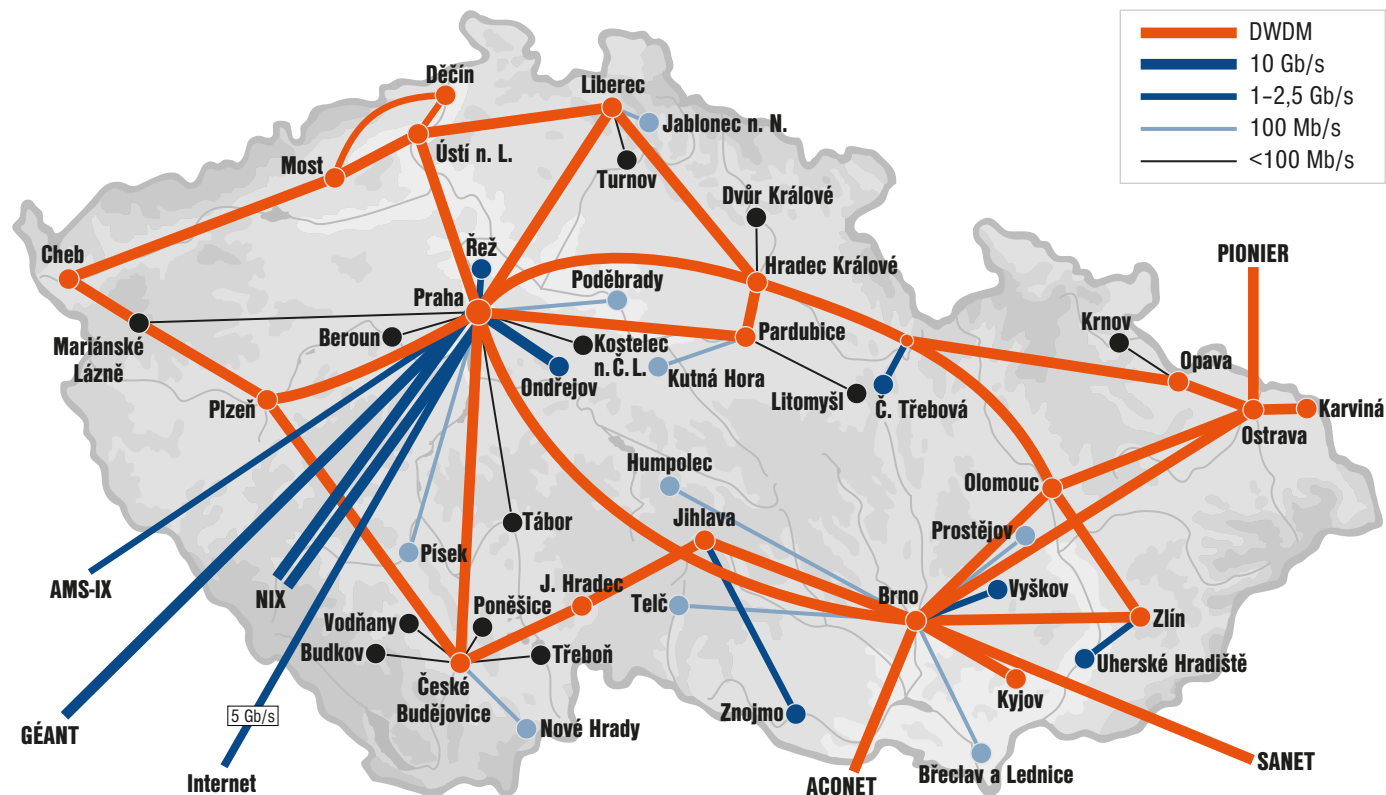
- páteřní síť: **Gigabit Ethernet**
- přenosové rychlosti: 100 Mb/s–1 Gb/s (Ethernet), 54 Mb/s (WiFi)
- více než 30 km optických kabelů, WiFi na pracovištích

Spojení s okolním světem

- připojení do akademické sítě CESNET2 (součást jádra sítě)
- zapojení do projektu EDUROAM
- rychlosti 10 Gb/s do Prahy, Brna, Ostravy a Zlína

Akademická síť CESNET2 (www.cesnet.cz)

- národní vysokorychlostní počítačová síť pro vědu, výzkum a vzdělávání
- páteř propojuje universitní města ČR rychlostmi až 10 Gb/s
- konektivita do zahraničí 10 Gb/s (NIX.CZ, GÉANT, Telia, SANET aj.)
- uživatelé: vysoké školy, AV ČR, střední školy, nemocnice, knihovny



Historie rozlehlých počítačových sítí

Vývoj rozlehlých sítí

50.–60. léta – první snahy o vytvoření počítačové sítě

1969 – ARPANET, 4 uzly, finanční grant agentury DARPA

1971 – ARPANET má 23 uzlů, e-mail

1973 – připojení uzlů mimo USA (Velká Británie, Norsko)

1987 – síť má přes 20 tisíc uzlů, začíná se nazývat **Internet**

1990 – ARPANET oficiálně zrušen, páteřní sítí v USA se stal NSFNET

Universitní vývoj

NMC – Network Measurement Centre, vůdčí osobnost: Vinton G. Cerf

70. léta – Cerf se svými studenty (UCLA) začíná pracovat na **TCP/IP**

– vznikají doporučení (**RFC**) **Requests For Comments**

1982 – protokol NCP je nahrazen dvojicí protokolů TCP/IP

1984 – vyvinut **DNS**, systém doménových jmen

1989 – Tim Berners-Lee (CERN) publikuje návrh **WWW** a hypertextu

1991 – nasazení WWW v evropské laboratoři CERN

Historie rozlehlých počítačových sítí

Komerční vývoj

1994 – Internet se komercionalizuje

1996 – instant messaging (ICQ), síť má již přes 50 milionů uzlů

1999 – sdílení souborů pomocí P2P sítí (Napster aj.), 200 milionů uzlů

2004 – sociální sítě (Facebook aj.), 700 milionů uzlů/uživatelů

2006 – více než miliarda uživatelů, exponenciální růst

2010 – přes 2 miliardy uživatelů

⋮

Úvod do počítačových sítí

Požadavky na počítačovou síť

- **decentralizace** – síť neobsahuje žádné „středisko“
- rozumná **adresace** jednotlivých uzlů
- data jsou zasílána v nezávislých **paketech**
- problematika **směrování**, kontrola přenosu, ...

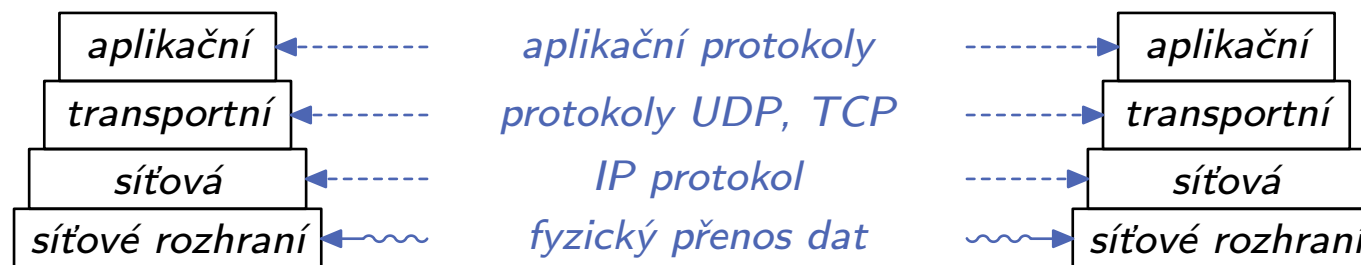
Řešení problémů

- navržena rodina protokolů TCP/IP
- komunikace je rozdělena do **vrstev**
- vrstvy jsou nezávislé, na každé vrstvě se řeší dílčí problémy

Rodina protokolů TCP/IP

Vrstevná architektura

- **vrstva** – poskytuje služby (vyšší), využívá služeb (nižší)
- rodina protokolů TCP/IP má **čtyři základní vrstvy**
- fyzický přenos dat probíhá na spodní vrstvě (vrstva síťového rozhraní)
- **protokol** – smluvená sada pravidel na dané vrstvě



- **síťová** vrstva – směrování a adresace uzlů
- **transportní** vrstva – napojení na aplikační vrstvu
- **aplikační** vrstva – protokoly HTTP, FTP, SMTP, DNS, DHCP, ...

Síťová vrstva, IP protokol

Adresace

- jak identifikovat jednotlivé uzly, ...
- každému **síťovému rozhraní** je přidělena **IP adresa**
- adresa jednoznačně identifikuje uzel ve veřejné síti

Směrování

- jak směrovat pakety na jejich cestě k cílovému rozhraní, ...
- metody směrování používané u LAN a u WAN se obecně liší
- opět řeší IP adresa: **adresa sítě** / **adresa rozhraní**

IP Protokol

- **IP = Internet Protocol** (síťová vrstva TCP/IP)
- data dělí na max. 64kB pakety (datagramy) přenášené ve formě rámců ...
- problematika **zasílání paketů** mezi nesousedními uzly

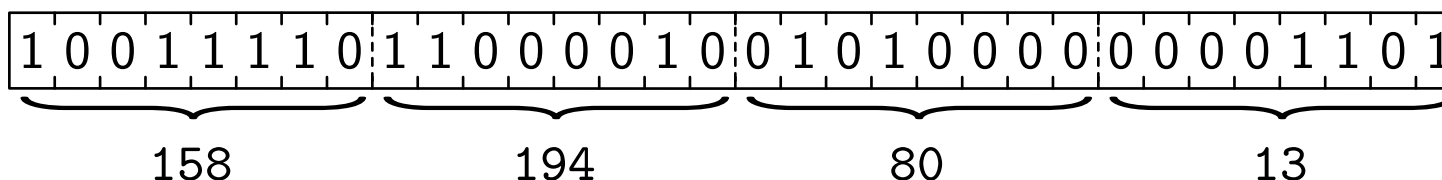
IP adresy a jejich členění

IP adresa

- podle IPv4 je to 32-bitová adresa (4 byte), podle IPv6 128-bitová adresa
- dále jen IPv4, provoz IPv6 je stále převážně tunelovaně skrze IPv4
- zapisujeme ve tvaru **w.x.y.z**
- dělí se na **adresu sítě** a **adresu síťového rozhraní**

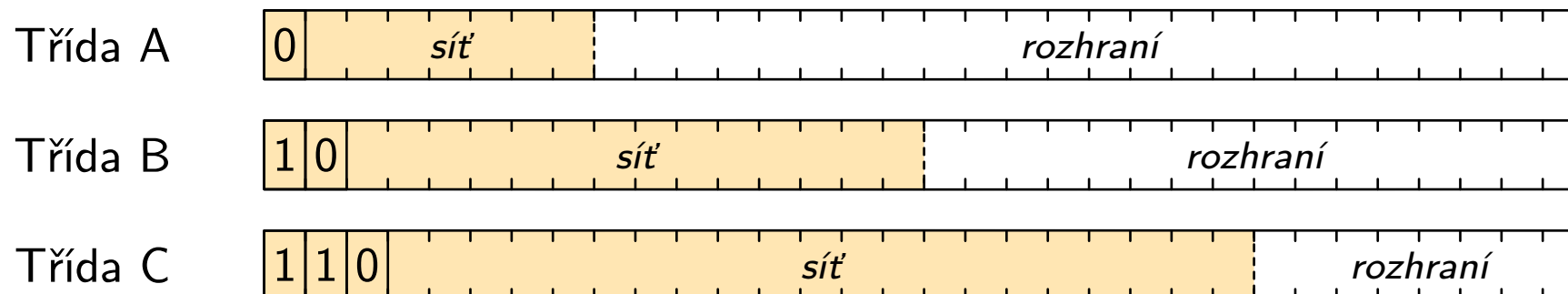
Příklad IP adresy

- UP Olomouc **158.194.y.z**
- adresa: **158.194.80.13**, server **phoenix.inf.upol.cz**



Třídy IP adres, síťová maska a speciální adresy

Třídy IP adres



- dnes již plně nahrazeny **síťovou maskou** – udává část adresy pro síť, např. 255.255.0.0, spolu s adresou sítě, např. 158.194.0.0/**16**

Speciální IP adresy

127.0.0.1	zpětná smyčka	loopback
158.194.80.0	adresa sítě	network address
158.194.80.20	adresa rozhraní	interface address
158.194.80.255	síťové oznámení	network broadcast
255.255.255.0	maska sítě	network mask
255.255.255.255	lokální oznámení	local broadcast

Přidělování IP adres

Statické IP adresy

- jsou pevně přiděleny jednotlivým hostitelským počítačům
- servery, stálé stanice, zařízení v síti, . . .
- během činnosti hostitele se jeho adresy nemění

Dynamické IP adresy

- jsou přidělovány dynamicky při připojení uzlů do sítě
- klient/server služba DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
- nový uzel zašle všesměrový dotaz (síťové oznámení)
- DHCP server zašle uzlu odpověď obsahující jeho IP adresu
- dynamicky přidělená IP adresa se může během činnosti uzlu změnit

- na KI jsou adresy přidělovány dynamicky

Testování síťového provozu

Protokol ICMP – Internet Control Message Protocol

```
$ ping phoenix.inf.upol.cz
PING phoenix.inf.upol.cz (158.194.80.13): 56(84) bytes of data
64 bytes from phoenix.//.cz (158.194.80.13): icmp_seq=1 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from phoenix.//.cz (158.194.80.13): icmp_seq=2 ttl=64 time=0.022 ms
64 bytes from phoenix.//.cz (158.194.80.13): icmp_seq=3 ttl=64 time=0.025 ms

--- phoenix.inf.upol.cz ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss, time 1998ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.022/0.030/0.045/0.012 ms
```

```
$ traceroute www.debian.cz
traceroute to www.debian.cz (195.113.161.73), 30 hops max, 40 byte packets
 1  158.194.80.1 (158.194.80.1)  1.039 ms  0.874 ms  0.873 ms
 2  158.194.254.66 (158.194.254.66)  1.199 ms  0.769 ms  0.781 ms
 3  158.194.254.2 (158.194.254.2)  1.375 ms  0.963 ms  0.931 ms
 4  r112-r105.cesnet.cz (195.113.156.50)  5.461 ms  5.433 ms  5.426 ms
 5  www.debian.cz (195.113.161.73)  5.595 ms  5.562 ms  5.353 ms
```

Transportní vrstva

Problémy řešené transportní vrstvou

- zprostředkovává napojení na vrstvu aplikační
- v rámci jednoho rozhraní se rozlišuje, které aplikace spolu komunikují
- **port** – číslo 0–65535 (≤ 1023 vyhrazené, např. 80 pro webovou službu)

Další charakteristika

- s daty se zachází jako s **proudem**
- řeší problém rozdělení dat na **segmenty/datagramy** + opětovné spojení
- komunikující uzly mohou navazovat **spojení**
- při spojení **spolehlivost přenosu** – pomocí pozitivního potvrzování

Protokoly transportní vrstvy

Protokol TCP – Transmission Control Protocol

- data jako proud + dělení do segmentů
- spolehlivý přenos se spojením
- identifikace aplikace pomocí portu
- využívá většina služeb: web, elektronická pošta, vzdálené přihlašování, ...

Protokol UDP– User Datagram Protocol

- zasílání jednotlivých datagramů
- data si musí programátor dělit do datagramů sám
- nespolehlivý a nespojovaný přenos
- identifikace aplikace pomocí portu
- využívají některé služby: jmenné, dynamické přidělování IP adres, audio a video streaming, IP telefonie, ...

Aplikační vrstva

Druhy služeb

- základní služby: **jmenné služby**, **dynamické přidělování IP adres**, **synchronizace času**, ...
- **elektronická pošta** (e-mail)
- **vzdálené přihlášení** – textově i graficky
- **přenos dat** – nesdílené i sdílené
- další služby: **informační** – WWW, **komunikační** – ICQ, Jabber

Protokoly na aplikační vrstvě

- nelze o nich říct nic obecného
- různé aplikace mají různé protokoly: jmenná služba = DNS, dyn. přidělování IP adres = DHCP, synchronizace času = NTP, el. pošta = SMTP, vzdálené přihlášení = SSH/RDP, přenos dat = FTP/SCP, WWW = HTTP, ...
- služby se principiálně liší – liší se i protokoly

Jmenné služby

Motivace

- IP adresy jsou těžko zapamatovatelné
- IP adresy sledují **fyzickou strukturu sítě**, nikoliv logickou
- jeden subjekt (organizace) může mít dílčí sítě po celém světě
- nutné jednotné **logické označení uzlů** (počítačů)

Řešení problému

- počítače mají přidělena **strukturovaná textová jména**
- jména jsou překládána na IP adresy

Historický vývoj jmenných služeb

1. fáze: každý počítač si udržuje vlastní databázi
2. fáze: středisko **InterNIC** – jedna centrální databáze
3. fáze: decentralizovaný distribuovaný systém jmen

Služba DNS

DNS – Domain Name System

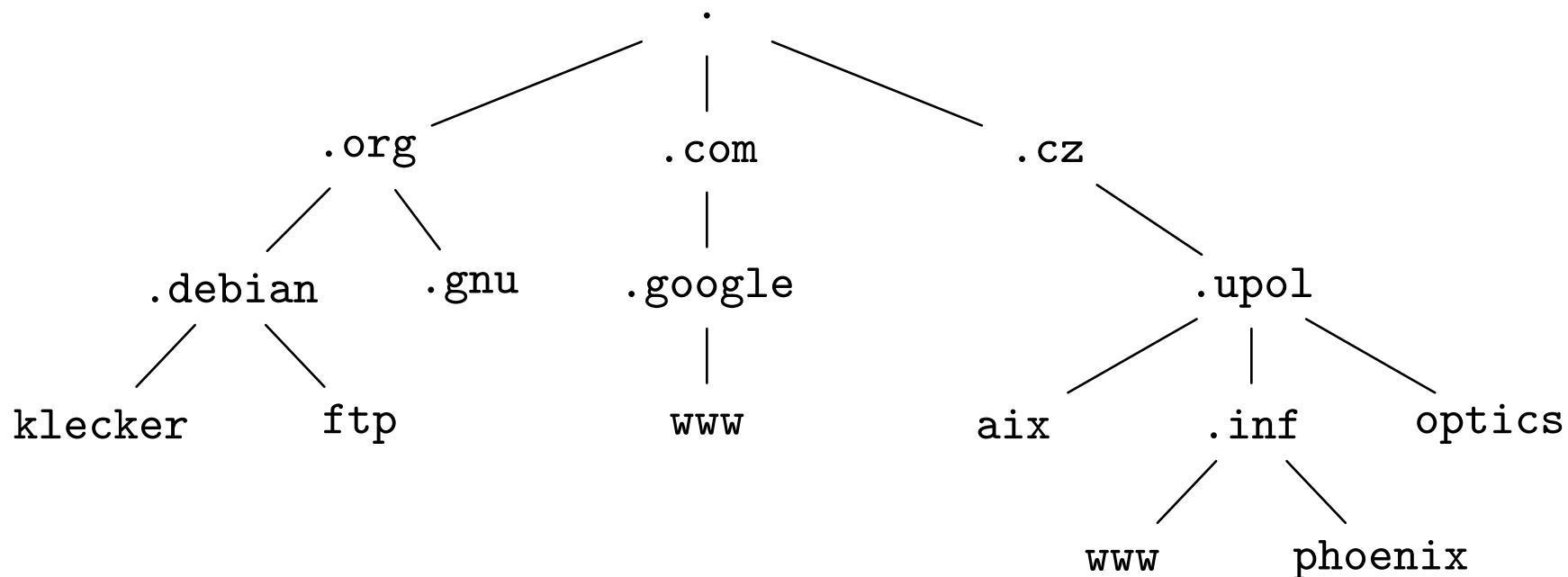
- počítače mají přidělena **symbolická jména**
- služba má charakter klient / server, využívá transportní protokol UDP
- klient žádá server o překlad jména na IP adresu (nebo obráceně)
- neexistuje žádné centrum, služba je ryze distribuovaná

Struktura symbolických jmen

- jména jsou složena ze **jména hostitele** a z **doménových jmen**
- domény: **kořenová doména** (prázdné jméno), **1. řádu**, **2. řádu**, ...
- oddělovačem je tečka „.“, nepoužívá se diakritika (ve fázi testování)
- jména dělíme na **relativní** / **absolutní** (zakončená tečkou, nepíše se)

◁hostitel▷.◁doména k-tého ř.▷. . . .◁doména 2. ř.▷.◁doména 1. ř.▷.

Příklad části hierarchie doménových jmen



Odpovídající jména

`aix.upol.cz.`

`ftp.debian.org.`

`www.inf.upol.cz.`

`gnu.org.`

`klecker.debian.org.`

`optics.upol.cz.`

`phoenix.inf.upol.cz.`

`www.google.com.`

Domény I. řádu

Generická jména (1984, 2000, 2005, 2008 jakékoliv)

edu	vzdělávací zařízení	aero	subjekty podnikající v letectví
com	komerční firmy	biz	drsná komerce
gov	vláda USA	coop	kooperující organizace
mil	armáda USA	info	informace všeho druhu
net	síťové instituce	museum	muzea, galerie, výstaviště
org	ostatní organizace	name	uživatelské osobní stránky
		pro	doména sdružující profese

Zakončení pro země a unie (vyjma USA)

aq	Antarktida	it	Itálie
cz	Česko	ru	Rusko
de	Německo	sk	Slovensko
eu	Evropská unie	uk	Velká Británie, ...

DNS servery

Primární servery – zdroj dat o hostitelských jménech

- a také další informace, například pro směrování pošty
- každá doména má právě jeden primární server
- poskytují **autoritativní odpověď**

Sekundární server – záloha primárních serverů

- každá doména musí mít alespoň jeden sekundární server
- periodicky aktualizuje svůj stav podle primárního serveru
- poskytují **autoritativní odpověď**

Cache server – uchovávají informace o dotazech a odpovědích

- obvykle jsou instalovány rovnou na primárních/sekundárních serverech
- poskytují **neautoritativní odpověď**

Dotazování, reversní DNS

Dotazování

- klient (**řešitel** – **resolver**) / server (nejbližší **DNS server** v doméně)
- klient žádá nejbližší server o překlad jména na adresu

Typy dotazování

- liší se v případě, kdy dotazovaný počítač neleží v doméně DNS serveru
- **rekursivní** – server provede překlad (postupně dotazy od kořenového k DNS serveru domény) a odpověď vrátí klientovi
- **nerekursivní** – server odkáže klienta na bližší server

Reversní DNS – překlad **IP adresy na jméno**

- reversní záznamy jsou ve speciální virtuální doméně **in-addr.arpa**.
- pro 158.194.80.13 máme jméno 13.80.194.158.in-addr.arpa.
- bezpečnostní důvody – ověření zda-li „má daný počítač (dané) jméno“

Manuální překlad jména na IP adresu

Překlad jména na adresu

```
$ nslookup www.debian.org
Server:          158.194.80.200
Address:         158.194.80.200#53

Non-authoritative answer:
Name:   www.debian.org
Address: 141.76.2.5
Name:   www.debian.org
Address: 213.129.232.18
```

Dopředný a reversní překlad

```
$ host www.debian.org
www.debian.org has address 213.129.232.18
www.debian.org has address 141.76.2.5
www.debian.org has IPv6 address 2001:858:2:1::10
$ host 192.25.206.10
10.206.25.192.in-addr.arpa domain name pointer gluck.debian.org.
```

Elektronická pošta (e-mail)

Charakter

- přenos dat – elektronických dopisů
- jedna z nejdůležitějších a nejstarších služeb vůbec
- původně koncipováno pouze pro text, dnes možné přenášet cokoliv
- poštu využívají elektronické konference i informační systémy (hromadné adresy, automatické zpracování příkazů, ...)

Problémy

- **SPAM** – nevyžádané pošta, existují (ne?)účinné metody filtrace
- **šíření virů** – na platformě MS Windows, nejlepší je neklikat!
- **cyklení** – nedoručitelná pošta může cyklit – časem je zahozena

Elektronický dopis

Adresa – $\langle jméno \rangle @ \langle doména \rangle$

– například `jan.outrata@upol.cz`

Hlavička dopisu – položky tvaru $\langle název \rangle : \langle hodnota \rangle$

Date	datum odeslání + časový posun vůči GMT
From	odesílatel dopisu
Message-ID	identifikátor zprávy
Received	záznam serveru manipulujícího s dopisem
Reply-To	adresa, na kterou je zaslána odpověď
Subject	jednořádkový popis obsahu zprávy
To	adresát dopisu

Tělo dopisu

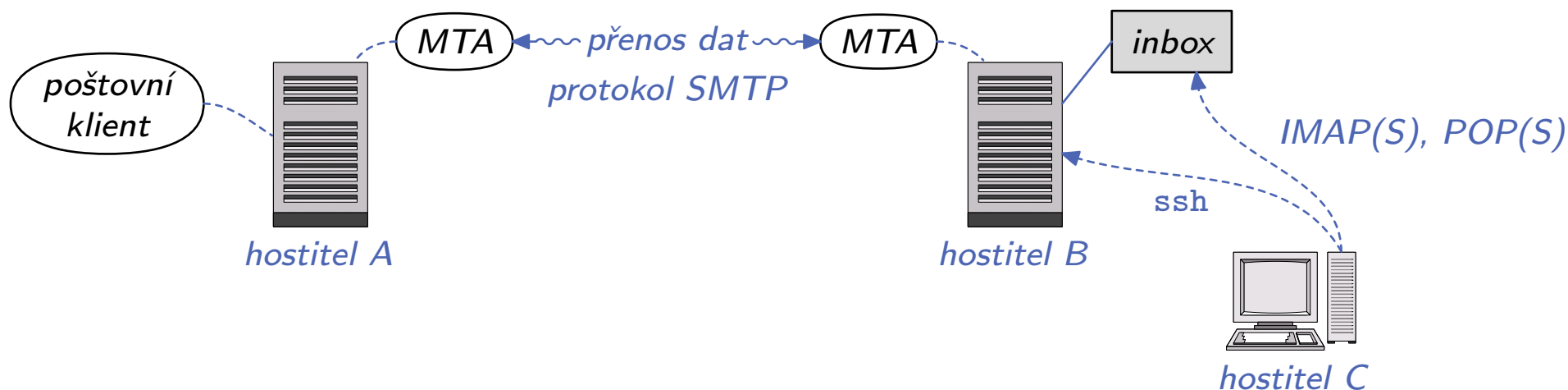
- vlastní obsah – z historických důvodů sedmibitové ASCII
- přílohy: **MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions)**
- kódování příloh: `quoted-printable`, `base64`

Přenos elektronického dopisu

Účastníci přenosu a používané protokoly

- **MUA (Mail User Agent)** – klientský program na práci s poštou
- **MTA (Mail Transfer Agent)** – poštovní server
- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)** – protokol pro přenos pošty
- **POP(S), IMAP(S)** – protokoly pro vzdálený přístup ke schránce

Schéma přenosu



Přeposílání a filtrování pošty

Přeposílání pošty – forwarding

- možnost odeslání příchozí pošty jinam
- nutné předcházet cyklům – servery zahazují cyklické dopisy
- na UNIXových systémech se řeší založením souboru `.forward` v domovském adresáři uživatele

```
$ cat ~/.forward  
vilem.vychodil@debian.cz  
$ echo 'moje@nekde.cz' > ~/.forward
```

Filtrování pošty

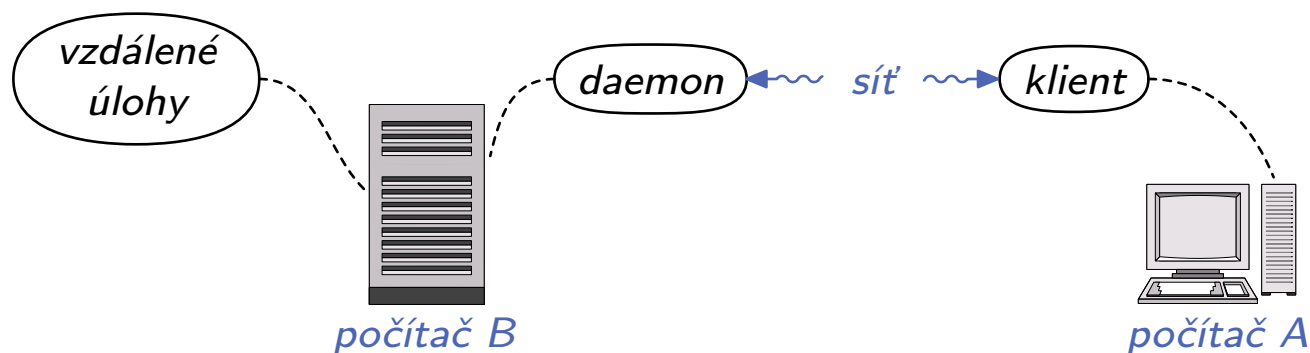
- třídění pošty, zahazování nevyžádané pošty (spamu)
- některé servery spam likvidují automaticky (také v doméně upol.cz!)

Vzdálené přihlašování

Práce na vzdáleném systému

- funguje ve víceuživatelských operačních systémech (UNIXové, MS Windows Server)
- uživatel spouští programy na vzdáleném počítači
- vstup uživatele – zasílán programu na vzdálený počítač
- výstup programu – zasílán uživateli na jeho počítač
- interaktivita práce na více počítačích zároveň
- **textový** nebo **grafický** výstup

Schéma vzdáleného přihlášení



Služba Telnet

- textový vstup a výstup
- **heslo** je zasíláno po síti v **nezašifrovaném tvaru!** → **NEPOUŽÍVAT!**

Příklad použití Telnetu

```
$ telnet phoenix.inf.upol.cz
Trying 158.194.80.13...
Connected to phoenix.inf.upol.cz.
Escape character is ']'.
[SSL not available]
Debian GNU/Linux 4.0
phoenix login: vychodil
Password: ... heslo ...
Last login: Sun Sep 20 17:35:40 2009 from 15002-01.inf.upol.cz on pts/1
Linux phoenix 2.6.24.2-phoenix #1 SMP Mon Feb 11 17:17:18 CET 2008 i686
:      :
You have new mail.
$ who am i
outrata pts/7          2009-09-20 18:57 (triton.inf.upol.cz)
$
```

Služba SSH

- **SSH (Secure Shell)** používá silné **asymetrické šifry**
- bezpečná varianta služby Telnet
- různé metody autentizace, jméno/heslo, RSA klíče, certifikáty, ...
- umožňuje vytvářet „**šifrované tunely**“, např. pro provoz nešifrovaných nebo blokových protokolů

Příklad použití SSH

```
$ ssh vychodil@phoenix.inf.upol.cz
Password: ... heslo ...
Linux phoenix 2.6.24.2-phoenix #1 SMP Mon Feb 11 17:17:18 CET 2008 i686
  :      :
You have new mail.
$ who am i
outrata pts/7          2009-09-20 18:59 (triton.inf.upol.cz)
$
```

Přenos dat

Historická motivace

- souvisí se vzdáleným přihlašováním, potřeba i přenášet data
- nezávislost na platformě hardwarové i softwarové
- **zasílání dat (upload)** na vzdálené počítače
- **přijímání dat (download)** od vzdálených počítačů

Charakteristika služeb pro přenos dat

- **šifrovaný / nešifrovaný**
- různé druhy **autentizace** (jméno, heslo, RSA klíč, ...)
- **veřejné** (obvykle jen download) / **neveřejné** služby
- **interaktivní / neinteraktivní** režim

Služba FTP (File Transfer Protocol)

- interaktivní, přenos dat ani hesla **není šifrovaný** → **NEPOUŽÍVAT!**
- ovládání textovými příkazy

Nejpoužívanější vnitřní příkazy

cd	změna pracovního adresáře na vzdáleném počítači
get	download jednoho souboru
hash	po každém přeneseném bloku je zobrazen znak „#“
lcd	změna pracovního adresáře na lokálním počítači
ls	výpis souborů na vzdáleném počítači
mget	download více souborů
mput	upload více souborů
prompt	zapnutí režimu „bez ptaní“
put	upload jednoho souboru
pwd	vypíše pracovní adresář na vzdáleném počítači

- dnes grafické klienty, např. i webový prohlížeč

Práce s FTP klientem

```
$ ftp phoenix.inf.upol.cz
Connected to phoenix.inf.upol.cz.
220 (vsFTPd 2.0.5)
Name (phoenix.inf.upol.cz:vychodil): anonymous
331 Please specify the password.
Password: ... heslo ...
230 Login successful.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
ftp> cd pub/linux/projects/gaae
250 Directory successfully changed.
ftp> get patch-1.bz2
local: patch-1.bz2 remote: patch-1.bz2
200 PORT command successful. Consider using PASV.
150 Opening BINARY mode data connection for patch-1.bz2 (562 bytes).
226 File send OK.
562 bytes received in 0.00 secs (3367.0 kB/s)
ftp> exit
221 Goodbye.
```

Služba SCP (Secure Copy)

- součást balíku SSH, bezpečná náhrada služby FTP
- neinteraktivní, funguje jako příkaz **cp**, data přenášena **šifrovaně**
- cesty ve tvaru `<uživatel>@<počítač>:<cesta>`
- použití: `scp <zdroj> <cíl>`
- i grafické klienty, např. WinSCP

Příklady použití SCP

```
$ scp vilem.zip vychodil@phoenix.inf.upol.cz:/tmp
Password:
vilem.zip                               100% 290 KB 0.6KB/s 00:01
```

```
$ scp -r -C phoenix:/data* .
Makefile                                100% 305    0.6KB/s 00:00
atest-lexscan.c                          100% 1504   0.5KB/s 00:00
parser.c                                  100% 4202   0.5KB/s 00:00
parser.h                                  100% 1064   0.6KB/s 00:00
```

Komunikační služby

Vypisování zprávy na terminál – dříve

```
$ echo 'Jdeme na obed!' | write outrata
write: outrata is logged in more than once; writing to pts/24
$
Message from outrata@phoenix on pts/38 at 17:17 ...
Jasne.
EOF
```

ICQ, AIM, MSN, Jabber, . . . , Twitter, Facebook? – dnes

- textové i grafické klienty, např. webový prohlížeč
- nešifrované i šifrované

Informační služby

Motivace (90. léta)

- změny v uživatelském spektru – uživatelé neprogramátoři
- uživatelé používají Internet na „hledání informací“
- Internet používán i v komerční sféře

Historický vývoj

- **poštovní informační systémy** – robot obsluhuje požadavky
 - nevýhodou je doba odezvy a neinteraktivita práce
- **BBS (Bulletin Board System)**
 - provázané aplikace umístěné na jednom serveru
 - přístup zpravidla pomocí služby Telnet – bezpečnostní rizika
- **Gopher** – hypertextová navigace (dnes se již nepoužívá)
- **WWW (World Wide Web)** – dnes nejpoužívanější služba

Služba WWW (web)

Historický vývoj

- 90. léta, CERN – Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire
- 1989 – první jednoduchý **hypertextový systém**
- dokumenty vzájemně provázané **odkazy ((hyper)link)**
- později se vyvíjí jazyk **HTML** (Hypertext Markup Language) pro zápis dokumentů – HTML stránek
- 1994 - **konsorcium W3C** – dohlíží na standardizaci WWW

Protokol HTTP – Hypertext Transfer Protocol

- aplikační protokol služby WWW
- HTTP má **nestavový charakter** (řeší tzv. sessions + cookies)
- HTTP slouží k zasílání dat a informací s tím spojených (v textové podobě)
- existuje šifrovaná varianta HTTPS využívající **SSL** (Secure Sockets Layer)
- textové i grafické, neinteraktivní i interaktivní klienty

Lokátor zdrojů URL

URL – Uniform Resource Locator

- snaha o **identifikaci zdrojů** na Internetu
- podpora různých protokolů: HTTP, FTP, Telnet, SMTP (e-mail), ...
- URL odkazují na služby – cesty obecně nerepresentují soubory
- některé části URL jsou nepovinné

⟨protokol⟩ : // ⟨uživatel⟩ : ⟨heslo⟩ @ ⟨hostitel⟩ : ⟨port⟩ / ⟨cesta⟩ ? ⟨parametry⟩

Typické příklady URL

`file://⟨cesta⟩`

`http://⟨hostitel⟩/⟨cesta⟩`

`mailto://⟨uživatel⟩@⟨hostitel⟩`

`telnet://⟨uživatel⟩@⟨hostitel⟩`

`ftp://⟨hostitel⟩/⟨cesta⟩`

`https://⟨hostitel⟩/⟨cesta⟩`

`nntp://⟨skupina⟩`

Neinteraktivní práce s WWW

Rekursivní stahování stránek

```
$ wget -r -np -p -k http://vychodil.inf.upol.cz/publications/books
--17:48:03--  http://vychodil.inf.upol.cz/publications/books
           => 'vychodil.inf.upol.cz/publications/books'
Resolving vychodil.inf.upol.cz... 158.194.80.12
Connecting to vychodil.inf.upol.cz|158.194.80.12|:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 301 Moved Permanently
Location: http://vychodil.inf.upol.cz/publications/books/ [following]
--17:48:03--  http://vychodil.inf.upol.cz/publications/books/
           => 'vychodil.inf.upol.cz/publications/books/index.html'
Reusing existing connection to vychodil.inf.upol.cz:80.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 3,707 (3.6K) [text/html]

100%[=====>] 3,707          --.--K/s

17:48:03 (140.74 MB/s) - 'vychodil.inf.upol.cz/publications/books/index.html'
saved [3707/3707]
  :      :
```