

# IV064 Informační společnost

Komunikace a sítě

Internet

Jiří Zlatuška

22. října 2012

# Historie Internetu

- 1957 vypouští Sověti Sputnik
- McElroy zakládá ARPA (Advanced Research Projects Agency)
- otevřená R&D agentura

# 1962

- V ARPA je jmenován ředitelem IPTO  
(Information Processing Techniques Office)  
Joseph Licklider

# Joseph Licklider



J. C. R. Licklider in 1965. A psycho-acoustician who saw computers as more than calculating machines, he was the first director of ARPA's Information Processing Techniques Office (IPTO). *(Photo courtesy of the MIT Museum)*

# Joseph Licklider

- psycholog (behavior sciences --> počítače)
- šéf „Human factors Group“ (1953)
- Man-Computer Symbiosis
- MIT Lincoln Lab -- SAGE (Semi-Automatic Ground Environment, circa 1952)
- od 1953 umí programovat

# Lincoln Lab, MIT



◀ MIT's Lincoln Laboratory  
of the most talented minds in  
(Photo reprinted with permission  
Lexington, Massachusetts)

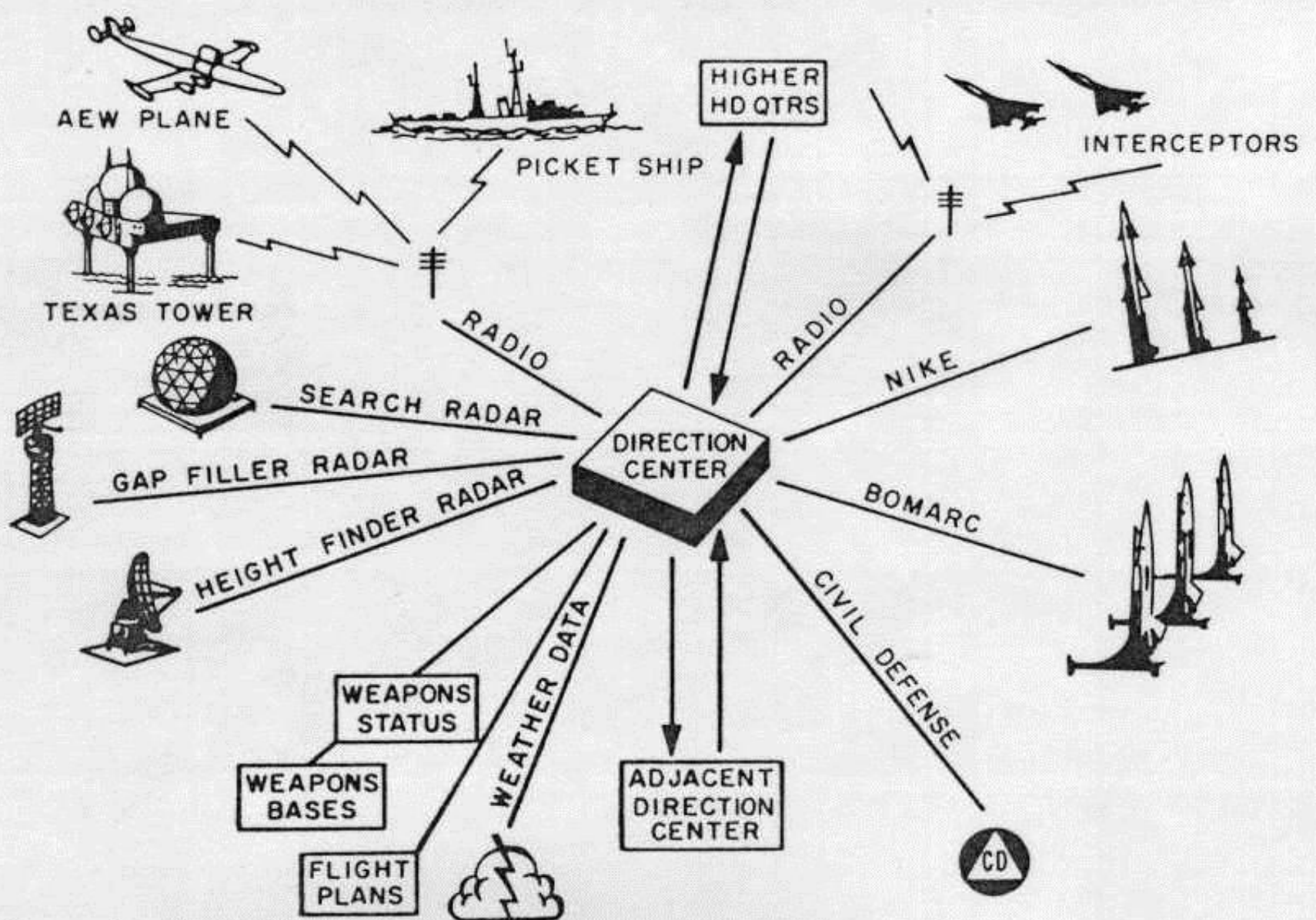
# SAGE Air Defence System



**Figure 15.2. SAGE**

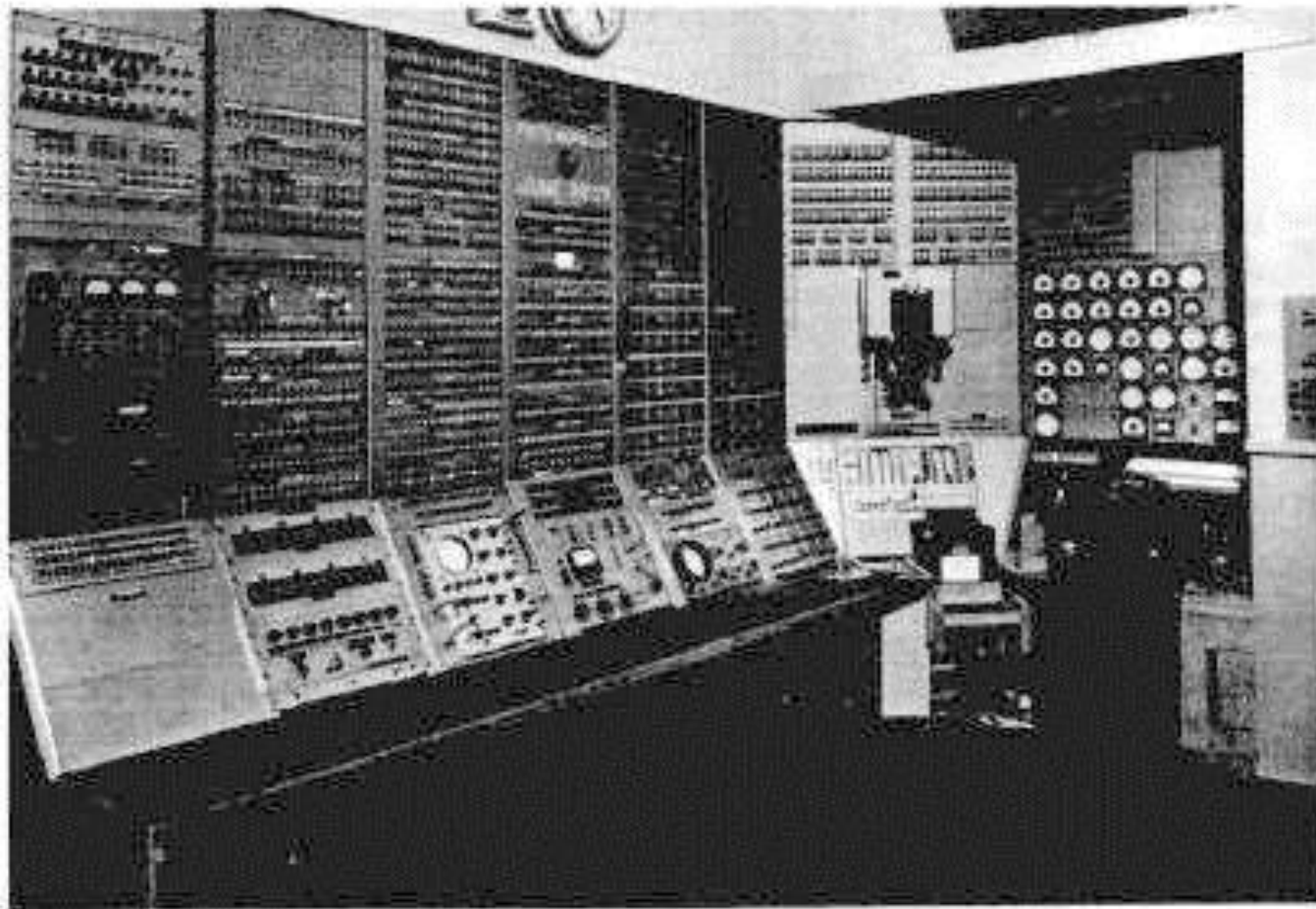
Top: Schematic reveals the basic elements of the SAGE Air Defence System.

# SAGE Air Defence System





# Whirlwind computer (real-time)



▲ The Whirlwind Computer, an early “real-time” computer at Lincoln Lab that gave operators new levels of control and feedback. It was adorned with hot and cold spigots, a grenade, a shrunken head, and other “experimental features.”

*(Photo courtesy of Frank Heart)*

# Paul Baran



Paul Baran in the early 1960s. He worked for RAND and wrote the first papers on a distributed communications system. AT&T said his idea would never work.

*(Photo courtesy of Paul Baran)*

# Paul Baran

- „On distributed Communication Networks“

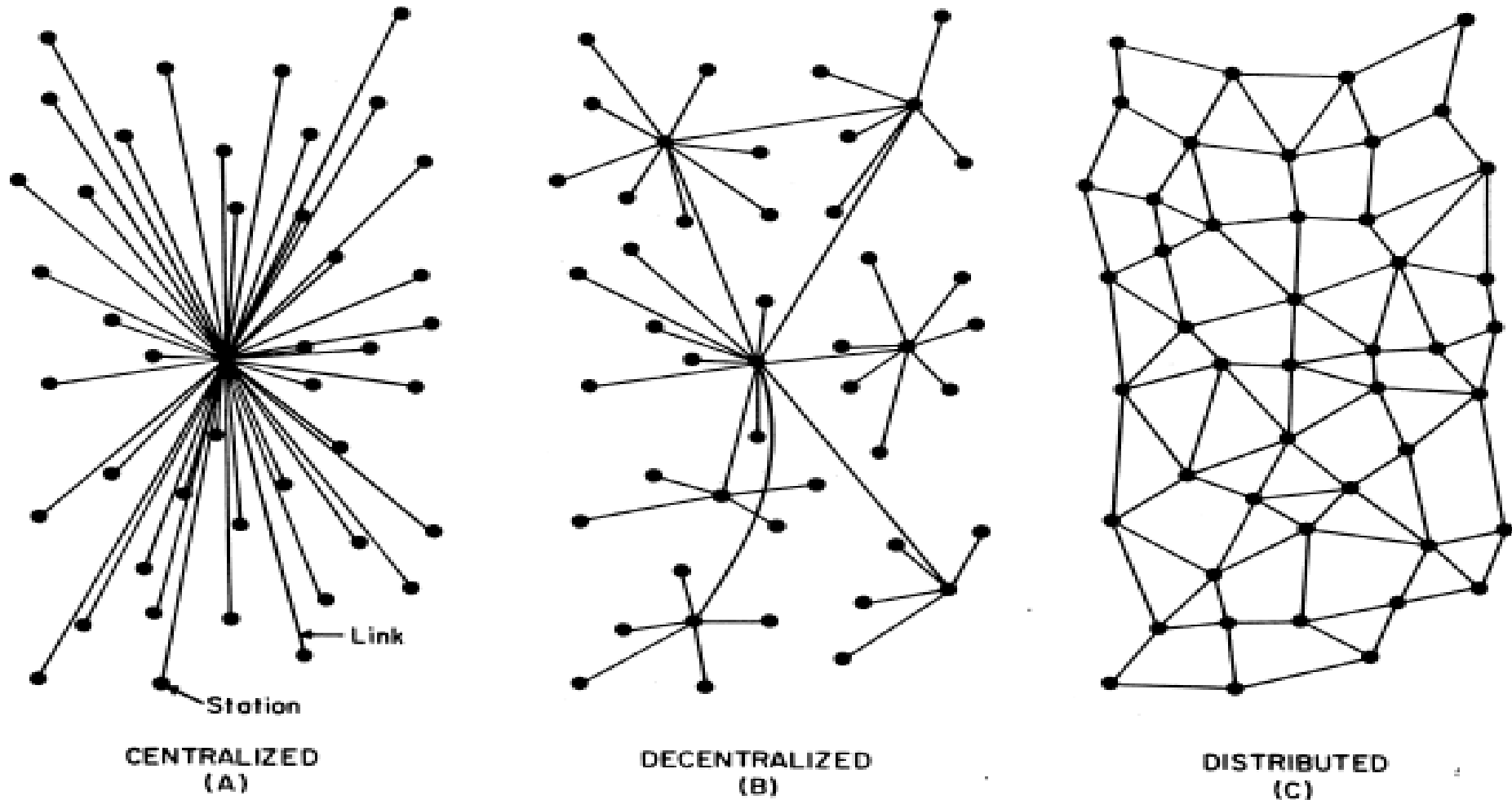


FIG. 1 — Centralized, Decentralized and Distributed Networks

# Paul Baran

- (odmítl PhD studium na UCLA a nastoupil do RAND)
- úroveň redundance v síti
- frakturizace zpráv  
--> „message blocks“
- bandwidth
- bloky dat
- samoučící se procedura v uzlech sítě
- „hot-potato routing“ (adaptivní/dynamická)

# 1964

- Licklider odchází
- nahrazen Sutherlandem
- 1965 nově najat Bob Taylor (do té doby psychoanalytik NASA)

# Bob Taylor



Bob Taylor in his office at Xerox PARC in the early 1970s. While at ARPA, Taylor had the idea for a new kind of computer network and got the funding to launch the experiment. Then he recruited Larry Roberts to build it. *(Photo courtesy of Bob Taylor)*

# 1965

- Taylor najímá Larryho Robertse
- plán vytvořit kooperativní síť počítačů se sdílením času
- přímé propojení počítačů TX-2 na MIT v Lincoln Lab a Q-32 v System Development Corporation (nikoli pakety); 2kbps modem
- Roberts jmenován ředitelem síťového projektu

# 1965 -- Donald Davies

- British National Physical Lab
- spolupracovník A. Turinga
- „paket“
- „packet switching“ místo „distributive adaptive message block switching“



# 1965 -- Donald Davies



◀ Donald Davies. A British computer pioneer, Davies independently invented “packet-switching” at the National Physical Laboratory, then learned of Paul Baran’s similar work in the United States. *(Photo courtesy of National Physical Laboratory. Crown Copyright 1966. Reproduced by permission of the Controller, Her Majesty’s Stationery Office.)*

# Larry Roberts



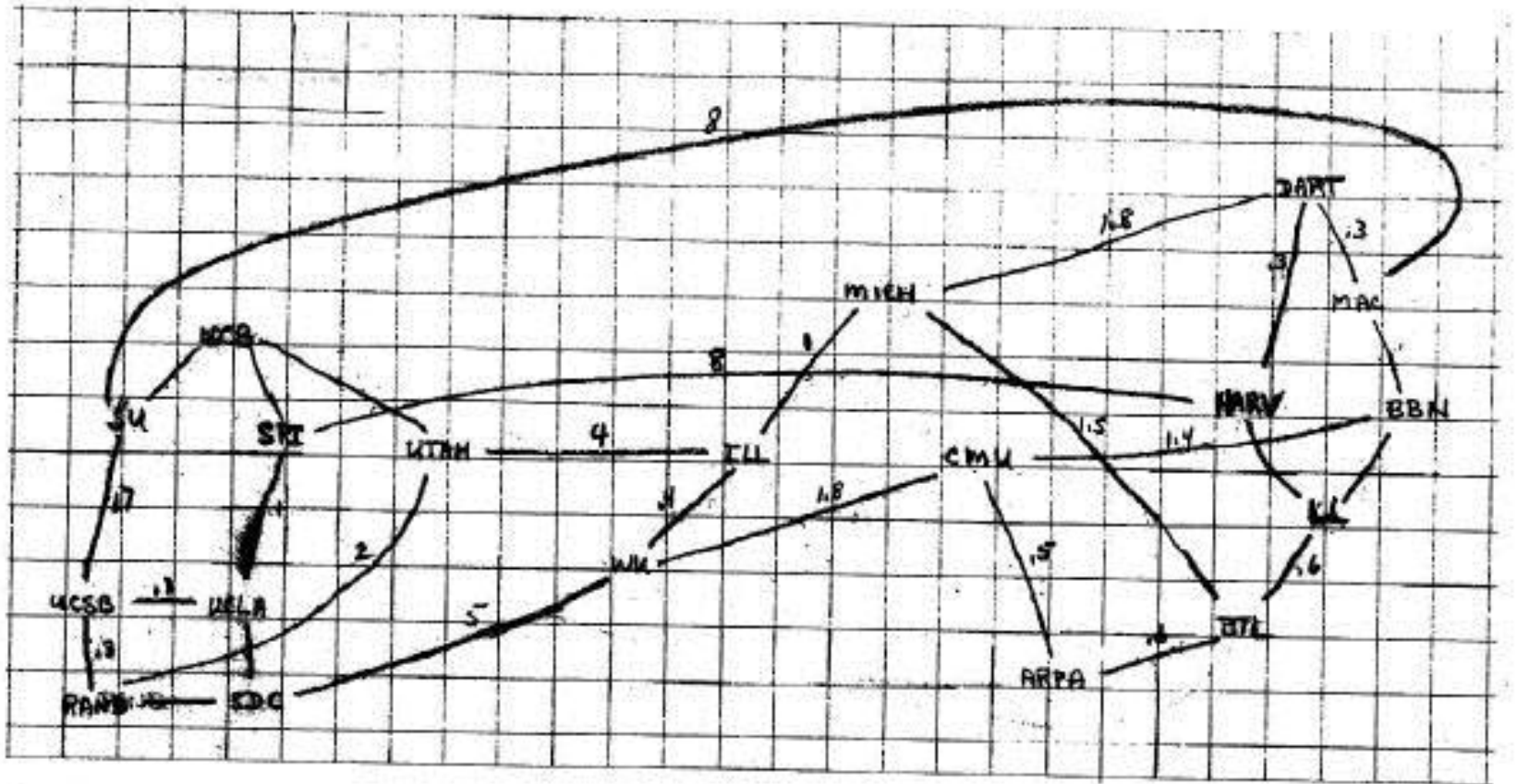
Larry Roberts, considered the father of the ARPANET. Roberts went to Washington from MIT's Lincoln Laboratory to design and direct the network project.  
*(Photo courtesy of Larry Roberts)*

# Larry Roberts

- znal Daviese z roku 1965
- zač. 1967 přednesl návrh na síť v Ann Arboru (jen malý zájem)
- 1967 presentace v Gatlinburgu vzbudila víc zájmu
- červen 1968 otevřena soutěž pro návrhy na síť
- prosinec 1968 -- Bolt Beranek and Newman + počítač DDP 512 (Honeywell)

# 1967

- Plán na síť na bázi přepínání paketů
- L. Roberts produkuje první pojednání o ARPANETu

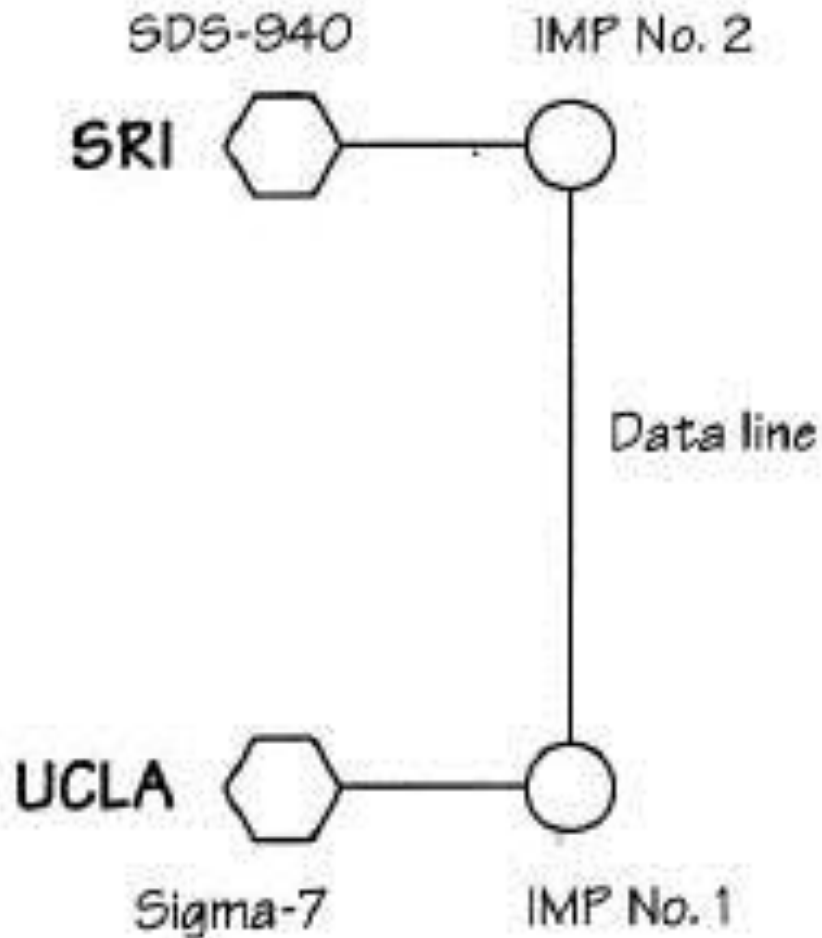


# 1968

- Paketová síť předložena agentuře ARPA

# 1969

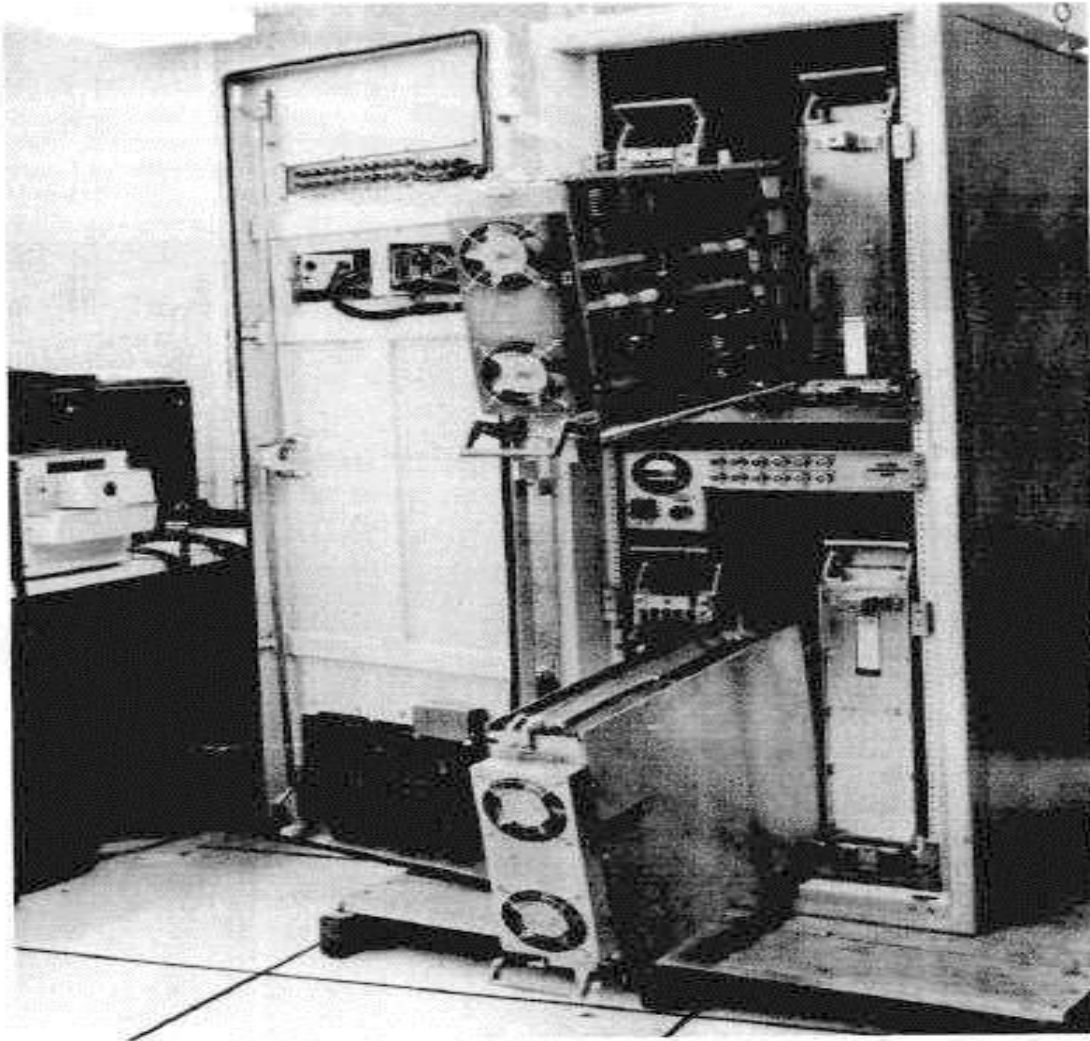
- DoD kontrahuje ARPANET jako výzkumnou síť



# 1969

- pro Interface Message protocol vybrán Honeywell 516; další vývoj psaní a oprav přiřazen firmě Bolt Beranek and Newman, BBN)
- BBN zavádí detekci chyb na 24 bitech
- Vinton Cerf zavádí termín protokol
- První RFC (Host Software) věnován handshaku
- Intenzivní užívání e-mailu a elektronických konferencí

# Interface Message Processor (Honeywell 516)



The Interface Message Processor. Based on the ruggedized Honeywell 516 minicomputer, IMPs were the first specialized computers for handling data traffic to and from ARPANET sites. (Photo courtesy of Frank Heart)

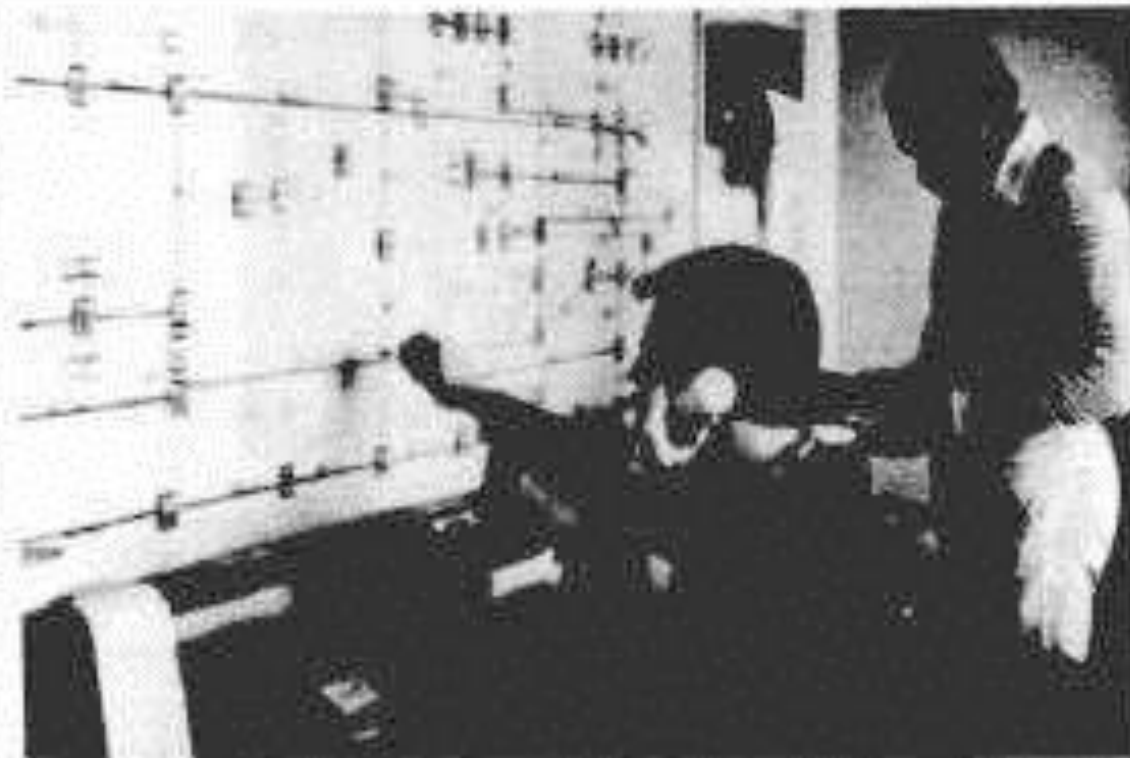


# Frank Heart a BBN tým

Frank Heart, manager of BBN's ►  
project team, was an outspoken  
and pragmatic engineering  
leader. He insisted on measures  
to ensure high reliability in the  
Interface Message Processor.  
*(Photo courtesy of Frank Heart)*

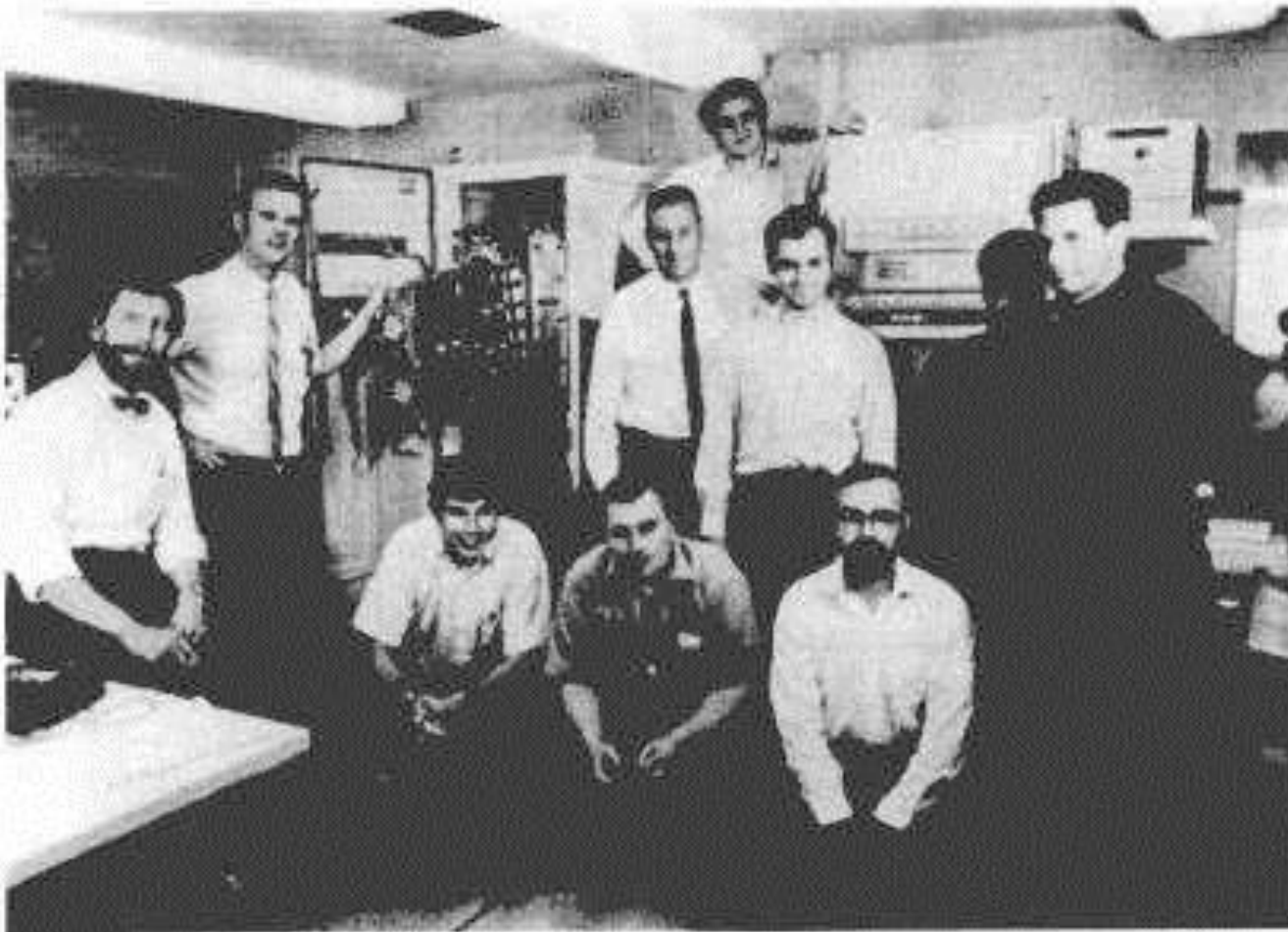


# Network Control Center (BBN)



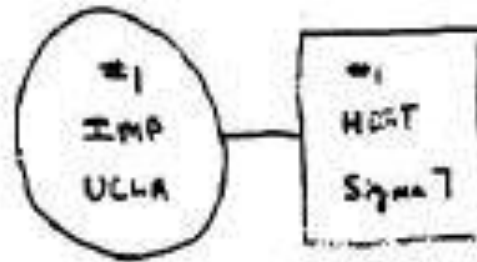
◀ BBN performed remote diagnostics, monitored the status of the network twenty-four hours a day, traced line failures, and did troubleshooting, all from the Network Control Center. *(Photo courtesy of BBN)*

# IMP tým v BBN



The IMP Guys (*left to right*): Truett Thach, Bill Bertell, Jim Geisman (crouching), Dave Walden (crouching), Frank Heart (standing), Ben Barker (behind Heart), Marty Thrope (next to Heart), Willy Crowther (crouching), Severo Ornstein, and Bob Kahn, 1969 (Bernie Cosell not pictured).

# ARPANET - začátky



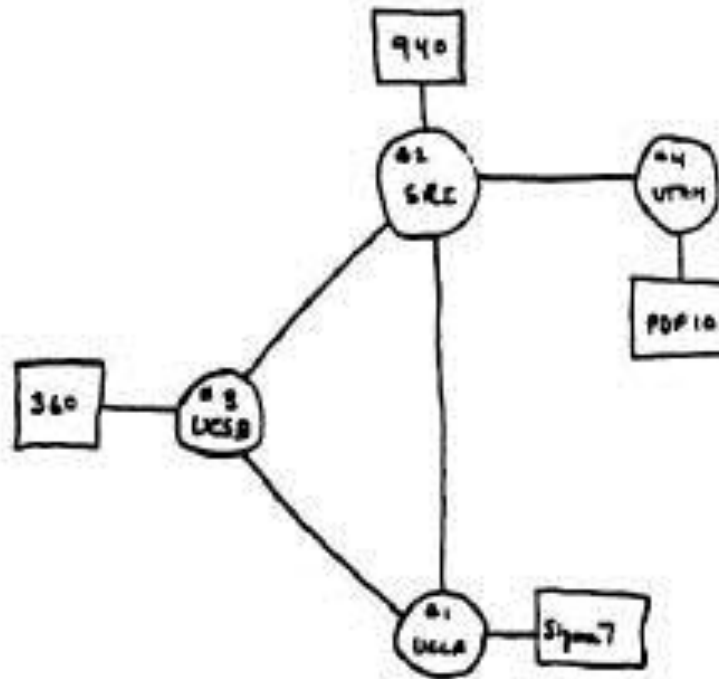
THE ARPA NETWORK

SEPT. 1969

1 NODE

FIGURE 6.1 Drawing of September 1969  
(Courtesy of Alex McKenzie)

# ARPANET - začátky



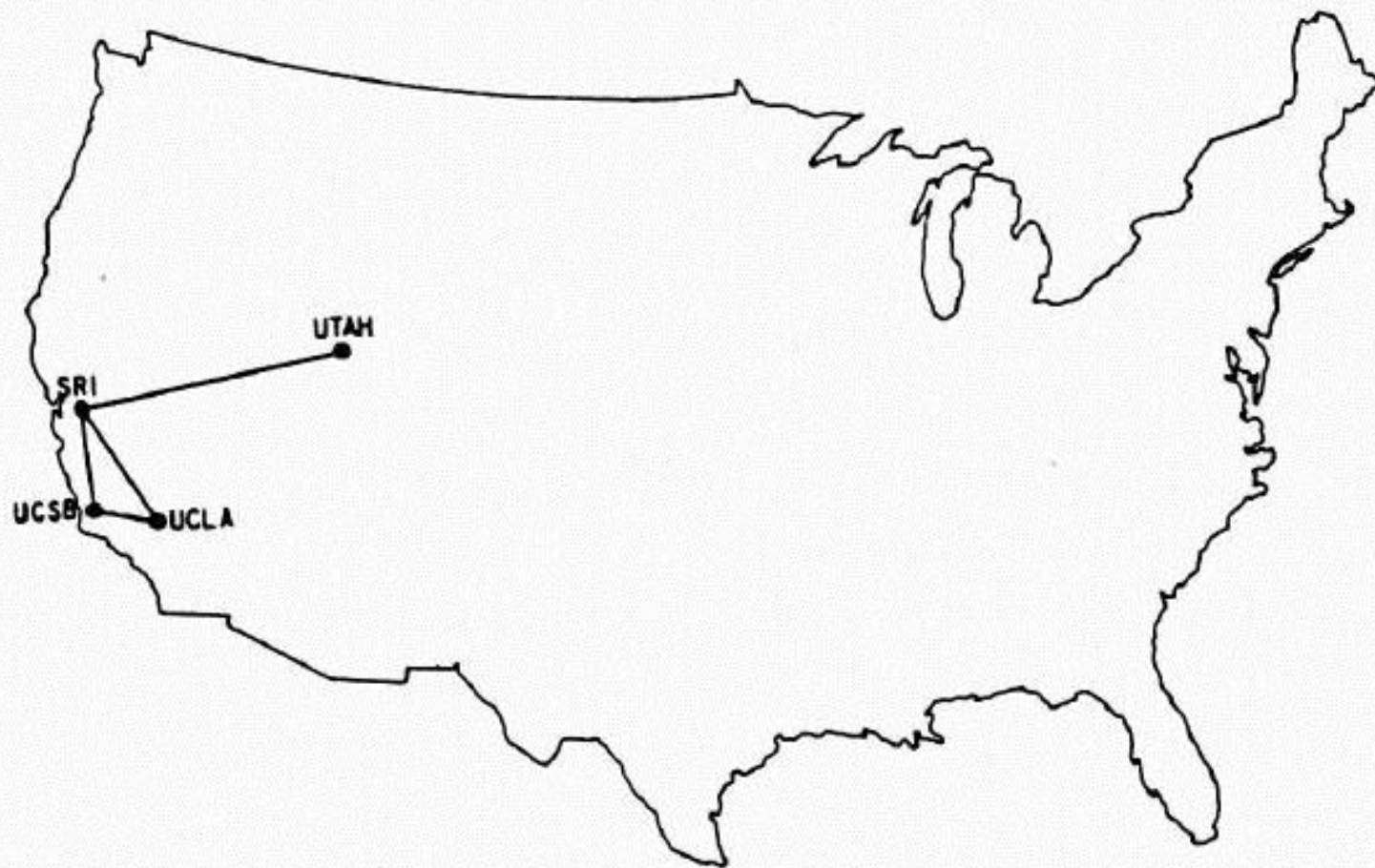
THE ARPA NETWORK

DEC 1969

4 NODES

FIGURE 6.2 Drawing of 4 Node Network  
(Courtesy of Alex McKenzie)

# ARPANET - začátky

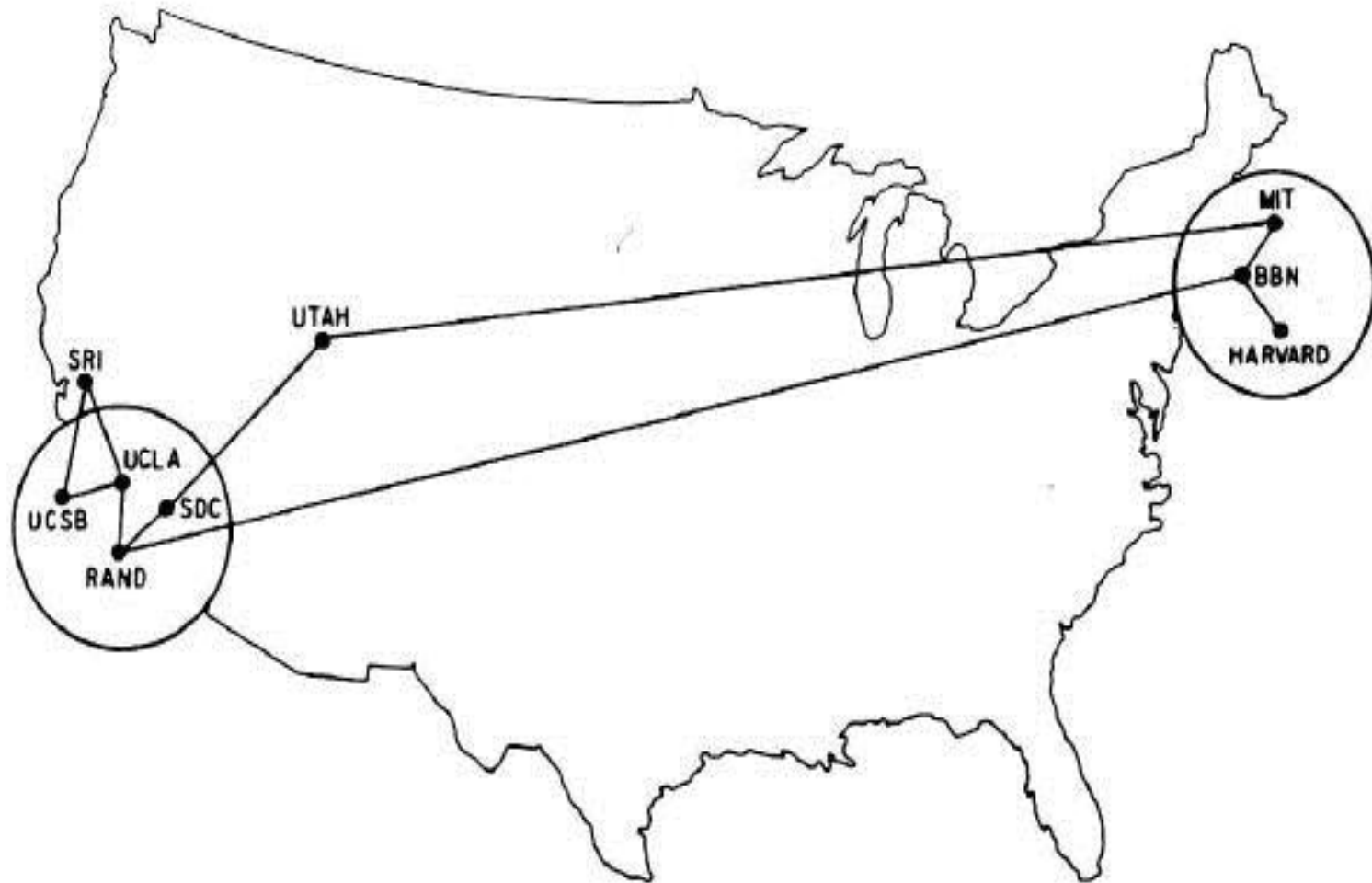


MAP 1 December 1969  
(MAPS 1-4 Courtesy of Alex McKenzie)

# 1970

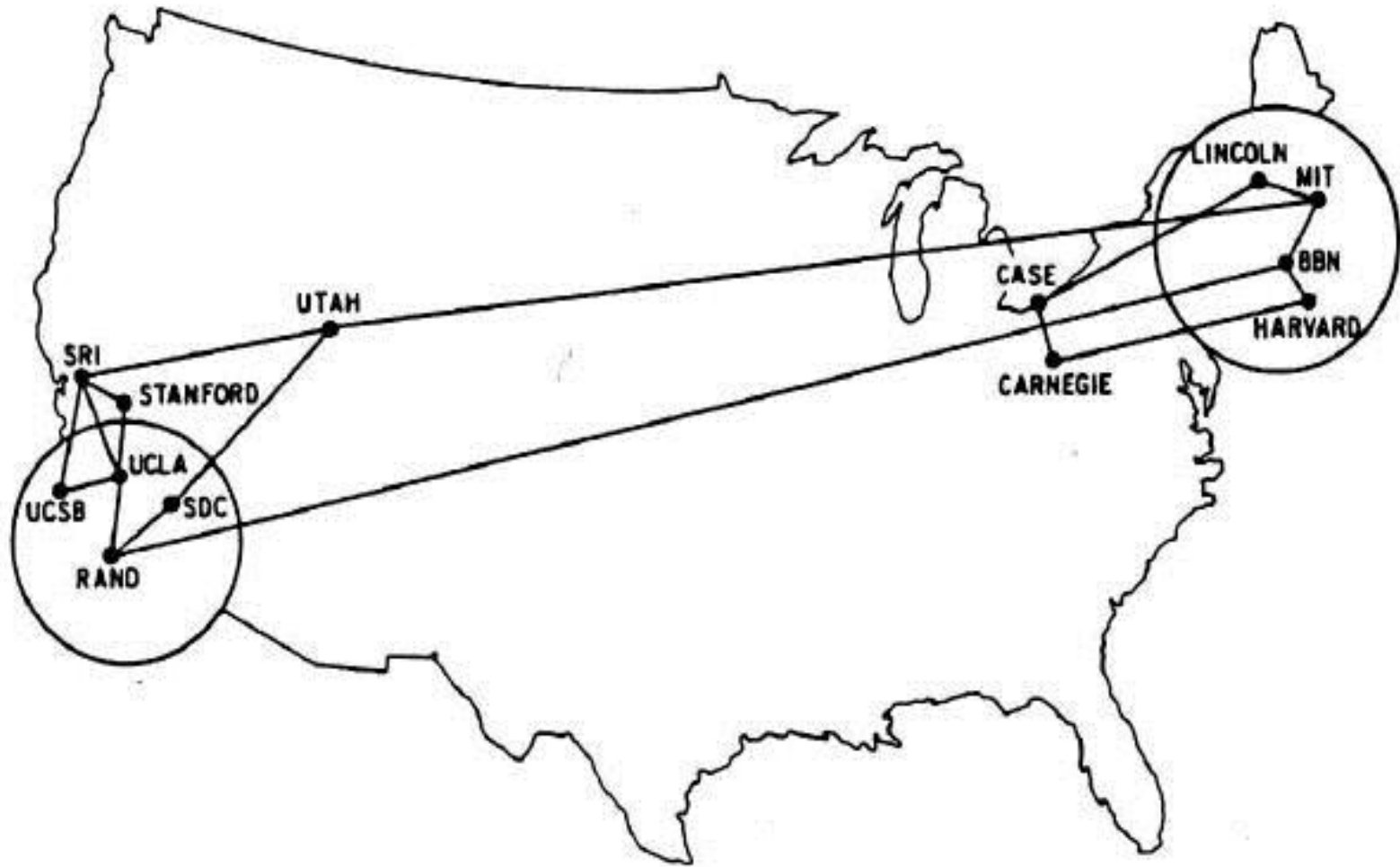
- Na Havaji vyvinuta síť ALOHA, od 1972 součástí internetu
- ARPANET začíná využívat NCP (Network Control Protocol)

# ARPA v roce 1970

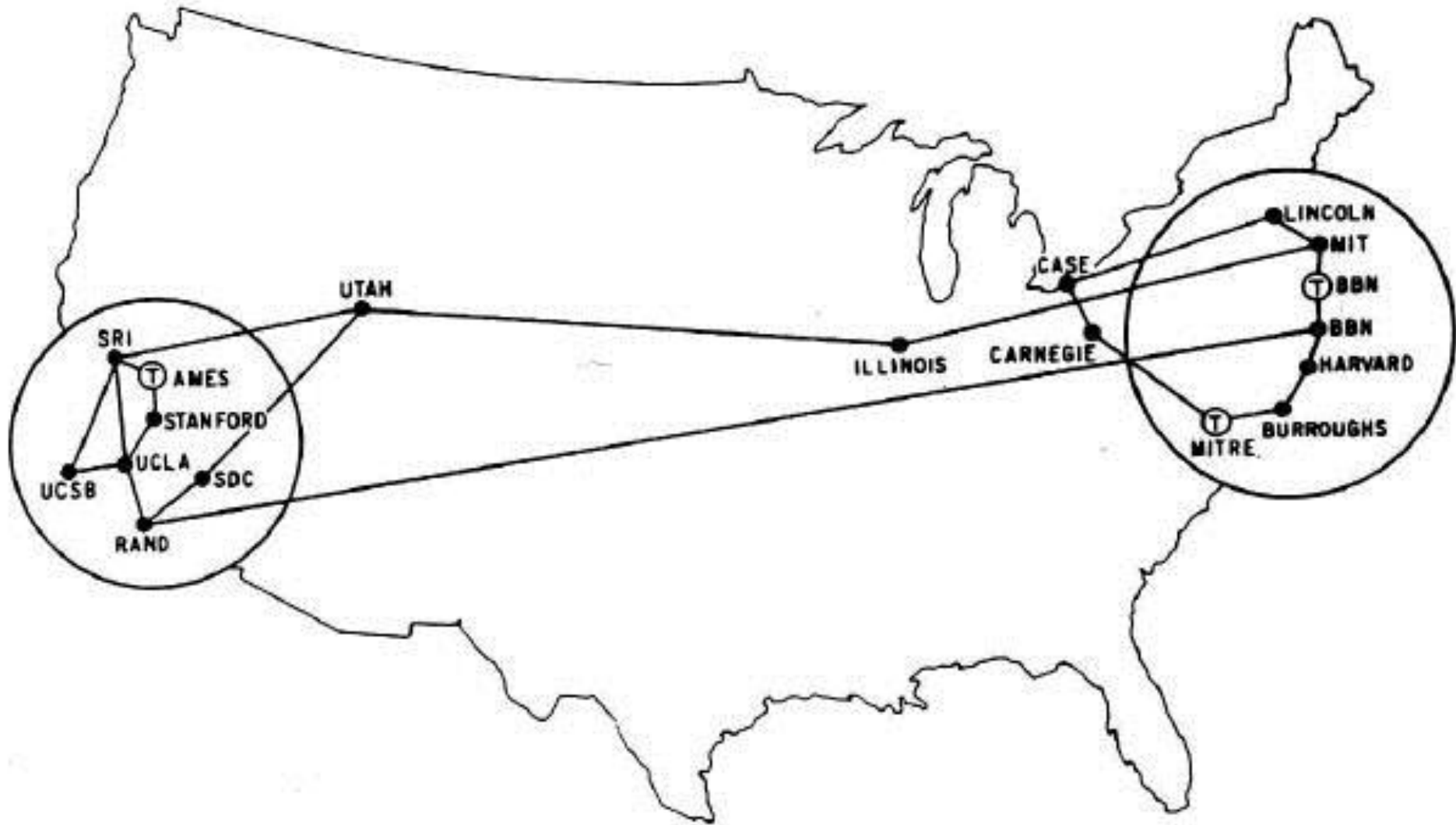




# ARPA v roce 1970



# ARPA má 15 uzlů v roce 1971



# 1972

- International Conference on Computer Communications, demonstrace ARPANET mezi 40 stroji a TIP (terminálový interface procesor)
- ustanovena pracovní skupina pro protokoly pod vedením Vintona Cerfa (InterNetworking Working Group)
- specifikován Telnet jako RFC 318

# Hierarchie protokolů

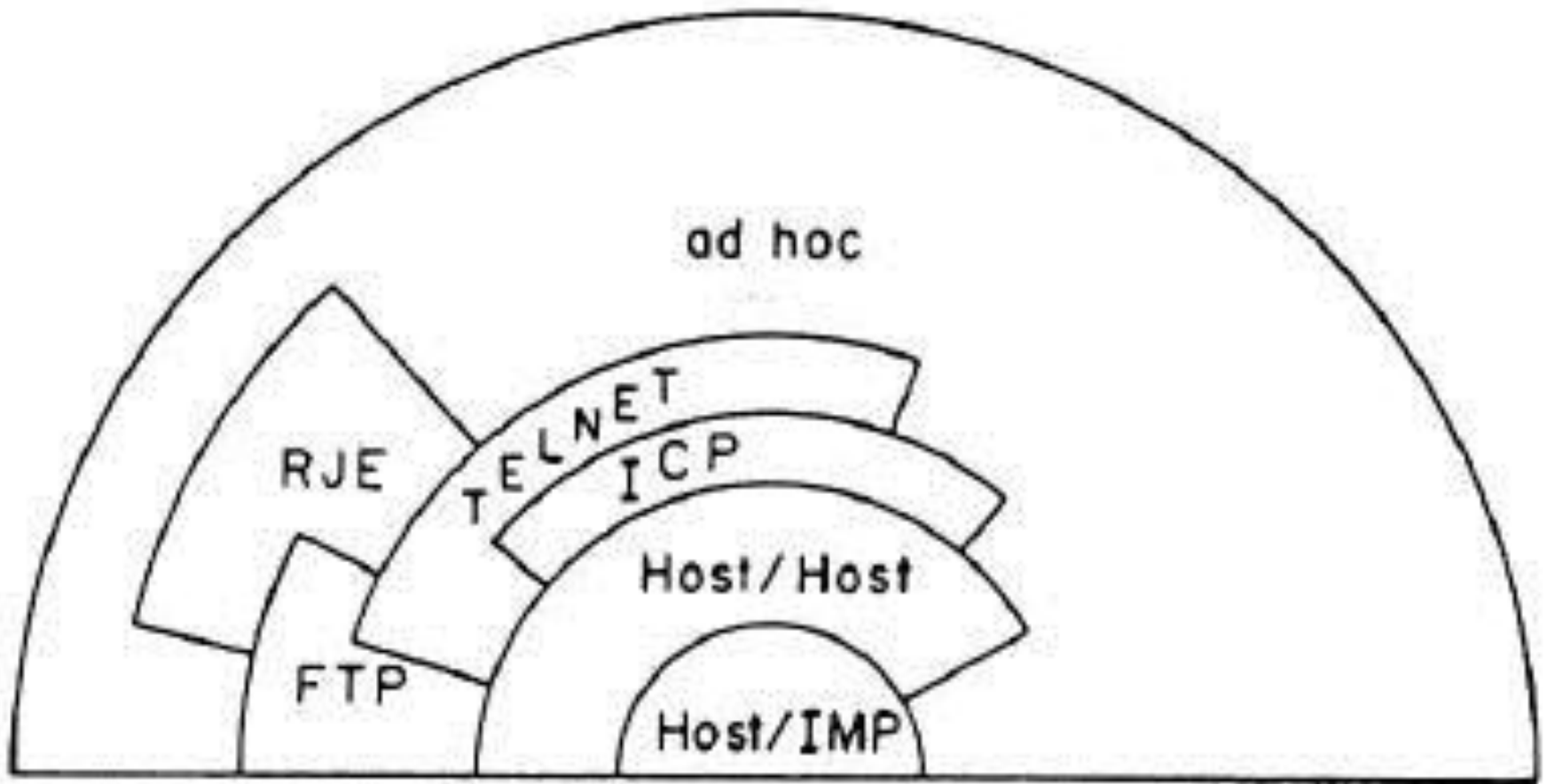


FIGURE 10.2 Layered Relationship (From D. C. Walden, "Host to Host Protocols," in *International Computer State of the Art Report No. 24* (Maidenhead, UK, 1975); with permission of the author)

# Protokoly mezi počítači

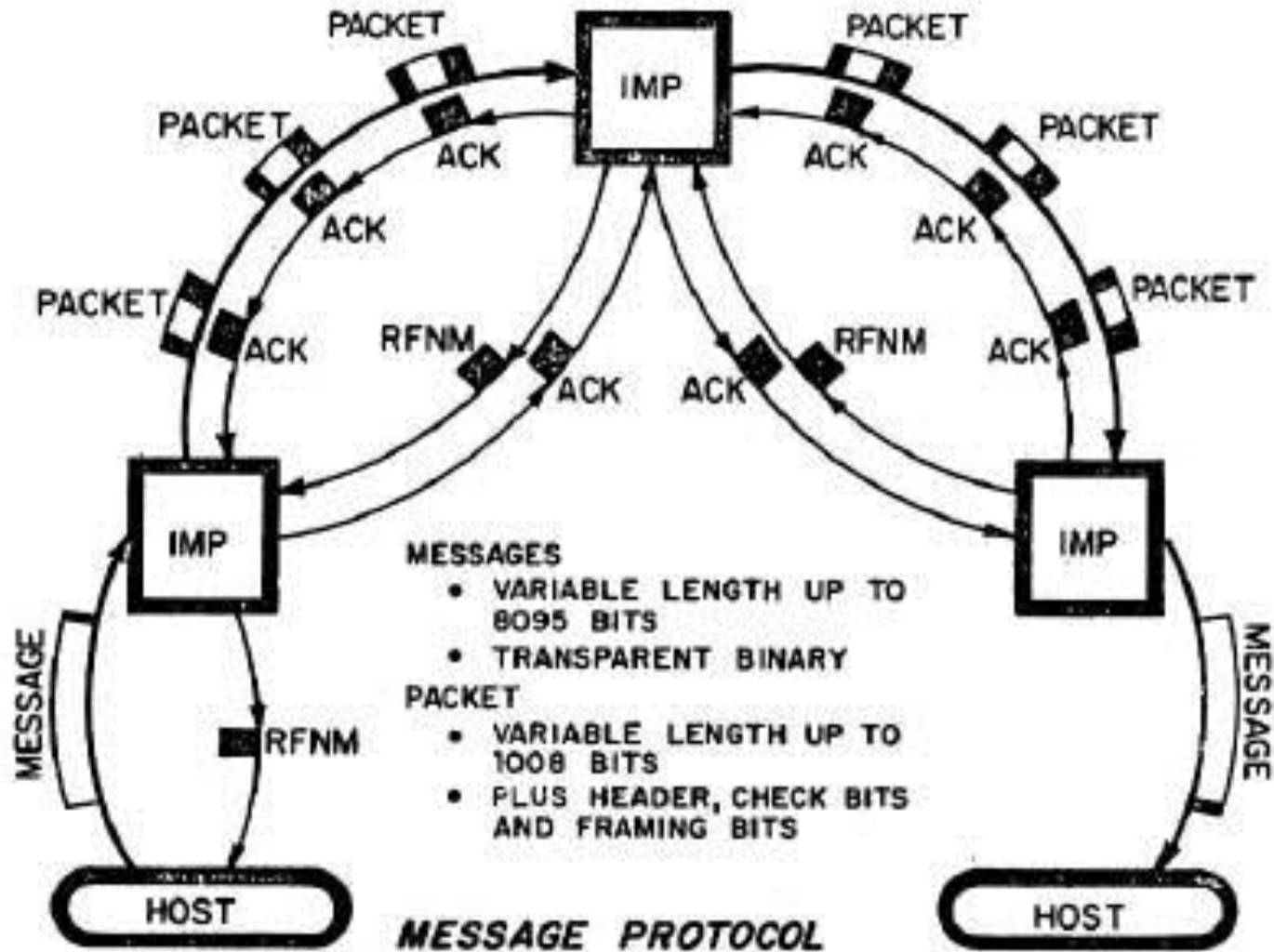
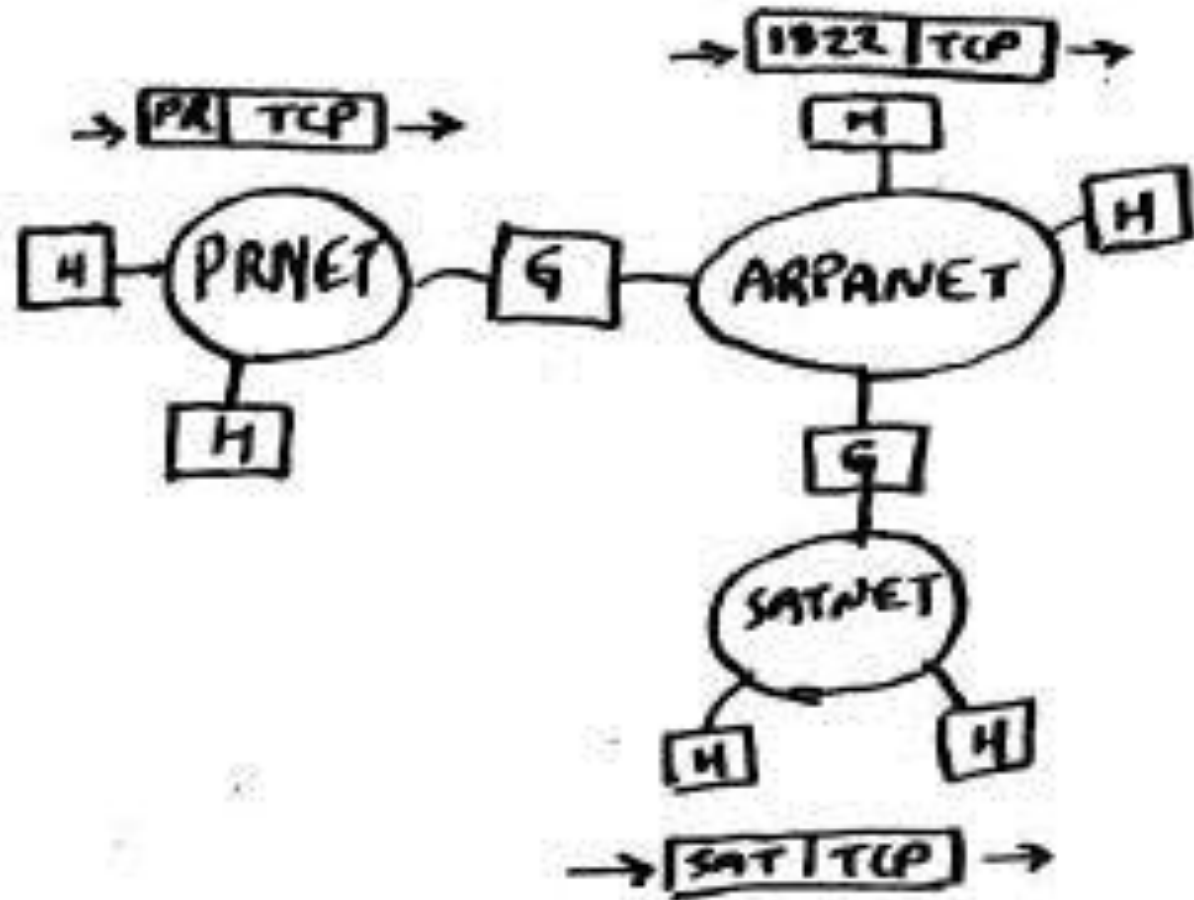


FIGURE 10.3 Message Protocol (From a presentation of D. C. Walden at AFCET (May 25, 1972); with permission of the author)

# 1973

- první mezinárodní spojení ARPA -- University College of London a Royal Radar Establishment v Norsku
- PhD práce Boba Metcalfa uvádí myšlenku Ethernetu
- Bob Kahn prezentuje myšlenku internetu
- Vinton Cerf přichází s návrhem architektury bran mezi sítěmi („gateway“)
- Cerf a Kahn prezentují myšlenky internetu na konferenci INWG v Sussexu (UK)

1973



*Reproduction of early Internet design ideas*

# 1973

- File Transfer protokol -- RFC 454
- specifikace služeb e-mailu (na MIT interně již v 60. létech, hlavičky, konvence adres s @, což byl kill znak na Multicsu) --  
v roce 1977 je na tomto základě definována specifikace poštovních služeb jako RFC 733



# 1974

- Cerf a Kahn publikují specifikaci TCP (Transmission Control program) jako součást protokolu pro paketovou komunikaci mezi sítěmi
- TCP nahrazuje protokol NCP v IMP v roce 1983
- BBN otevírá Telnet jako veřejnou datovou službu

# 1976

- UUCP -- Unix-to-Unix-Copy vyvinut v AT&T Bell Labs

# 1978

- RFC 733 (e-mail)
- s Unixem distribuován i UUCP (na jeho bázi je od roku 1979 vytvořen USENET)
- První demonstrace internetových protokolů mezi ARPANET, packet radio a SATNET

# 1980

- BBN obviněna ze zpronevěry státních peněz (80% projektu záviselo na státních financích)

# 1981 -- BITNET

(Because It's Time Network)

- ze začátku mezi City University of New York a Yale
- elektronická pošta, distribuce elektronických konferencí a přenosy souborů

# 1981

- Minitel ve Francii
- CSNET (Computer Science Network)  
pro university bez přístupu k ARPA ---->  
Computer Science Network
- Páteř CSNET financována NSF

# 1982

- EUNET (European UNIX Network) založena EUUG; z počátku mezi Holandskem, Dánskem, Švédskem a UK
- na konci roku přechod z NCP na TCP/IP
- specifikován External Gateway Protocol (RFC 827)

# 1983

- Od 1. ledna TCP/IP místo NCP
- CSNET-ARPANET gateway
- Berkeley 4.2BSD, obsahující TCP/IP
- Universita ve Wisconsinu vyvíjí name server

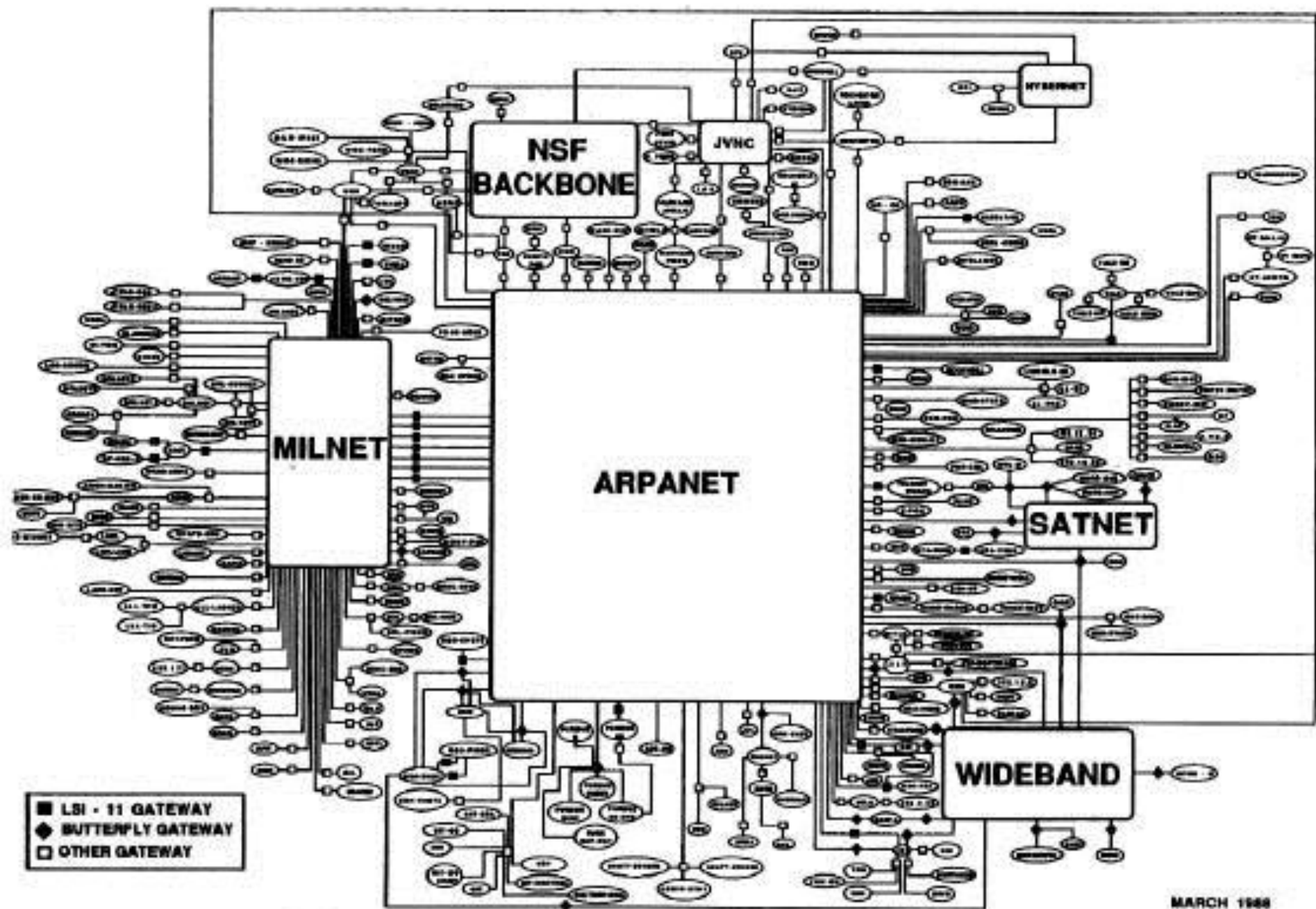


# 1984

- zavedeny DNS služby
- 1000 počítačů na síti

# 1986

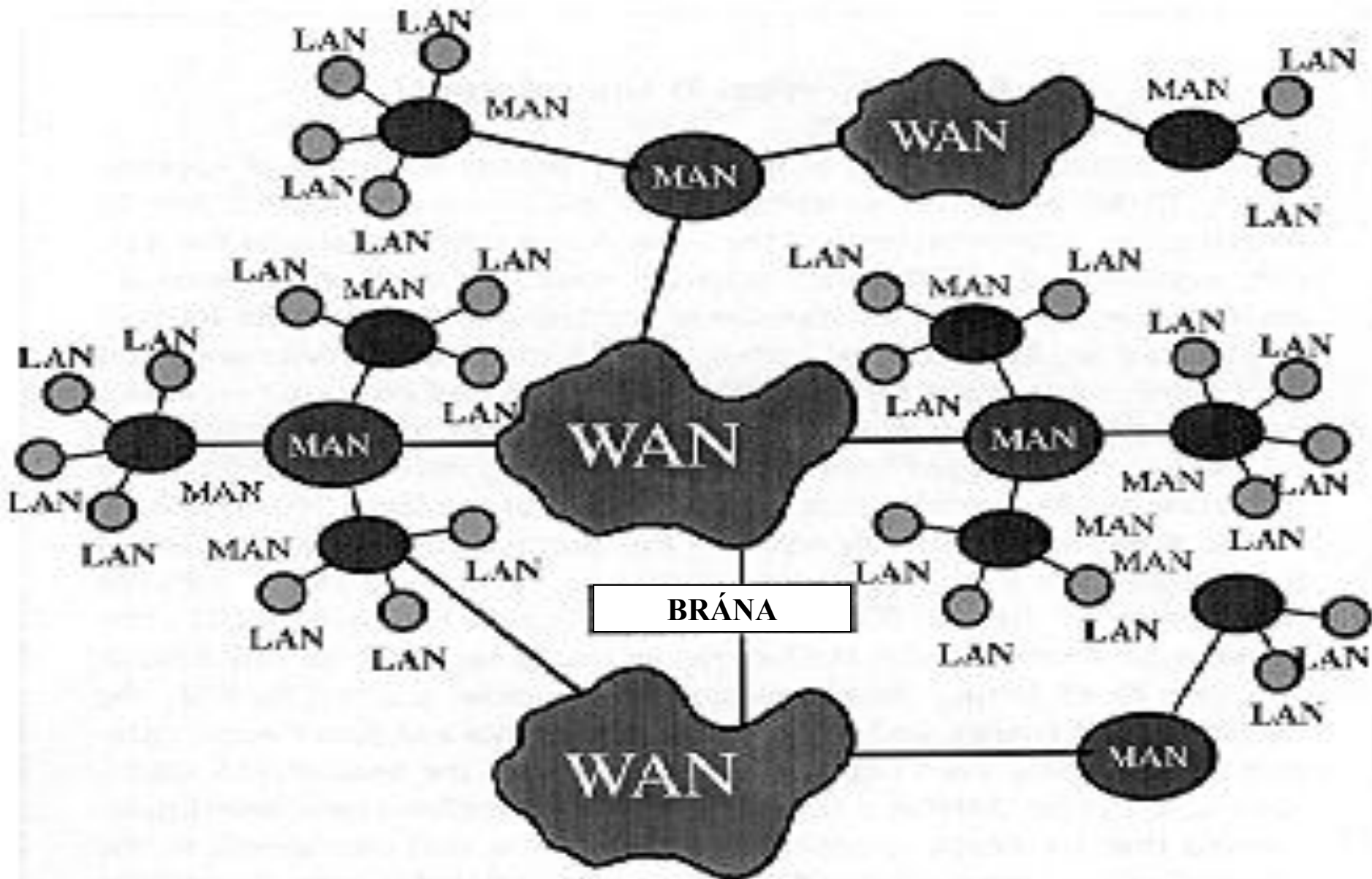
- vytvořena NSFNET (56kbps) a 5 superpočítačových center
- NNTP pro USENET



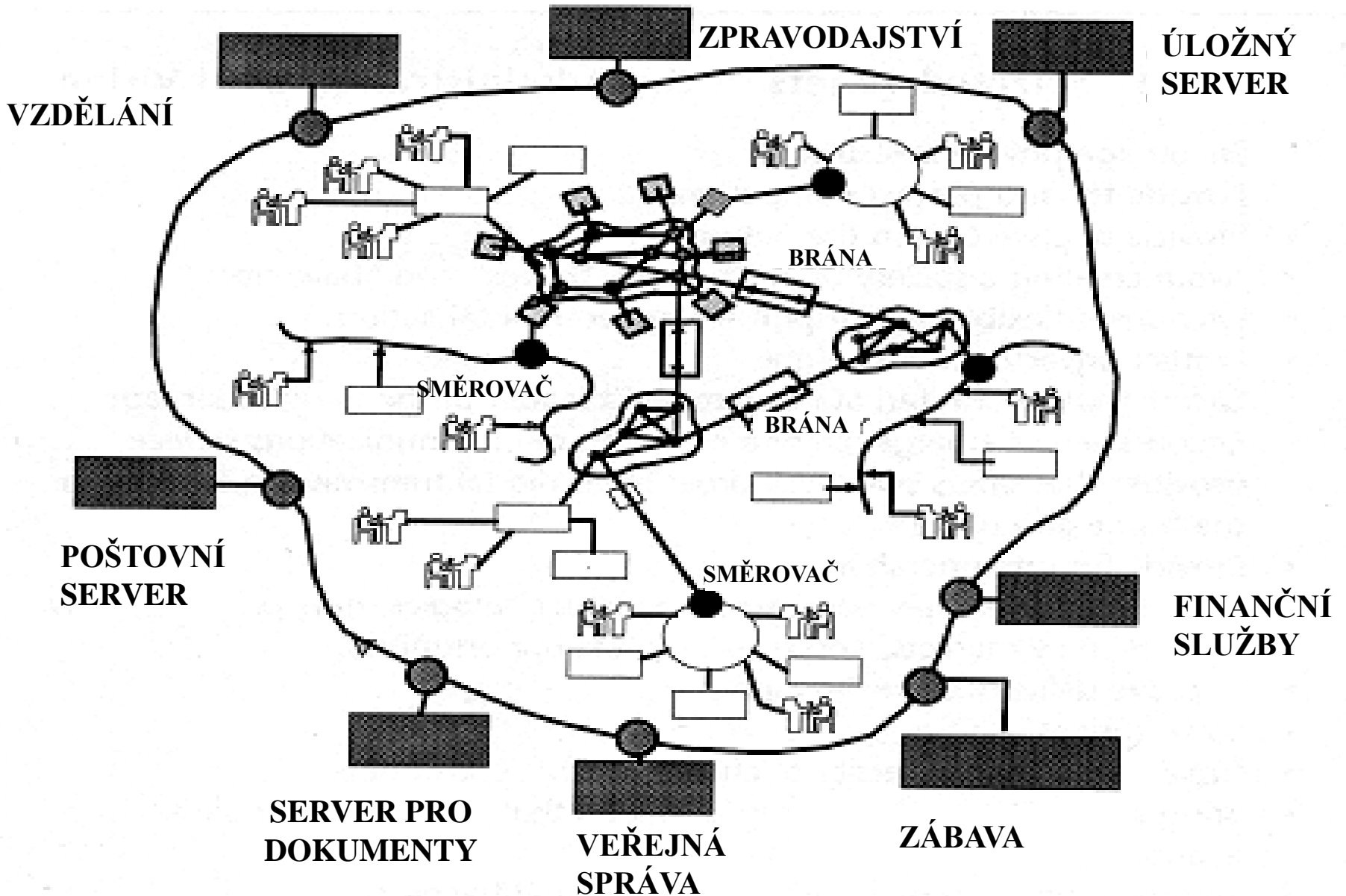
MARCH 1988

FIGURE 21.1 Rick Adams' "ARPANET ON A CHIP" (Courtesy of Rick Adams)

# Prvky vytvářející Internet



# Funkční využití internetové struktury



# 1987 -- 1990

- 1987 -- 10 000 počítačů
- 1988 NSF back
- 1988 první internetový „worm“ paralyzuje Internet na dva dny
- 1989 CSnet A Bitnet se spojují do CREN (Corporation for research and Education Networking)
- 1990 ARPANET přestává existovat

# 90. léta

- 1991 Gopher (Paul Lindner a Mark P. Cahill z university v Minnesotě)
- 1991 Tim Berners Lee vyvíjí WWW
- 1991 PGP
- 1991 Česká republika připojena k Internetu
  
- 1996 Bill Gates: „...an Internet browser is a trivial piece of software. There are at least 30 companies that have written very credible Internet browsers, so that's nothing...“ (*The world according to Gates By Don Tennant, InfoWorld Electric, Jan 4, 1996*)

# Tim Berners-Lee: Long Live the Web: A Call for Continued Open Standards and Neutrality

manifest z prosince 2010 (Scientific American)

- **Základem je univerzalita**

Zachován by měl být princip univerzality, který umožňuje, aby web fungoval nezávisle na konkrétních typech počítačů, použitého programového vybavení nebo způsobu, kterým jsou tato zařízení připojena k síti (omezení tohoto typu zavedly v 2010 Google a Verizon pro přístup z mobilních telefonů).

- **Otevřené standardy podporují inovace**

Technické standardy musí být volně, bez placení licencí a bez nutnosti vyžadovat povolení jich využít pro tvorbu nových aplikací přístupné komukoli – patenty nebo webové služby, ke kterým se přistupuje jinak než prostřednictvím standardních odkazů omezují možnosti inovací.



# Long Live the Web: A Call for Continued Open Standards and Neutrality

- **Web jako vrstva existující nezávisle na internetu**

Webové aplikace, odkazovaná data a další budoucí nástroje využívané na webu se budou rozvíjet jen tehdy, podaří-li se ochránit základní principy, na kterých web funguje jako médium, i funkční oddělení webu jako služby, která je realizována nad sítí, kterou je internet.

- **Elektronická lidská práva**

Ve Finsku je od října 2010 přístup s rychlostí 1Mbps občanským právem.

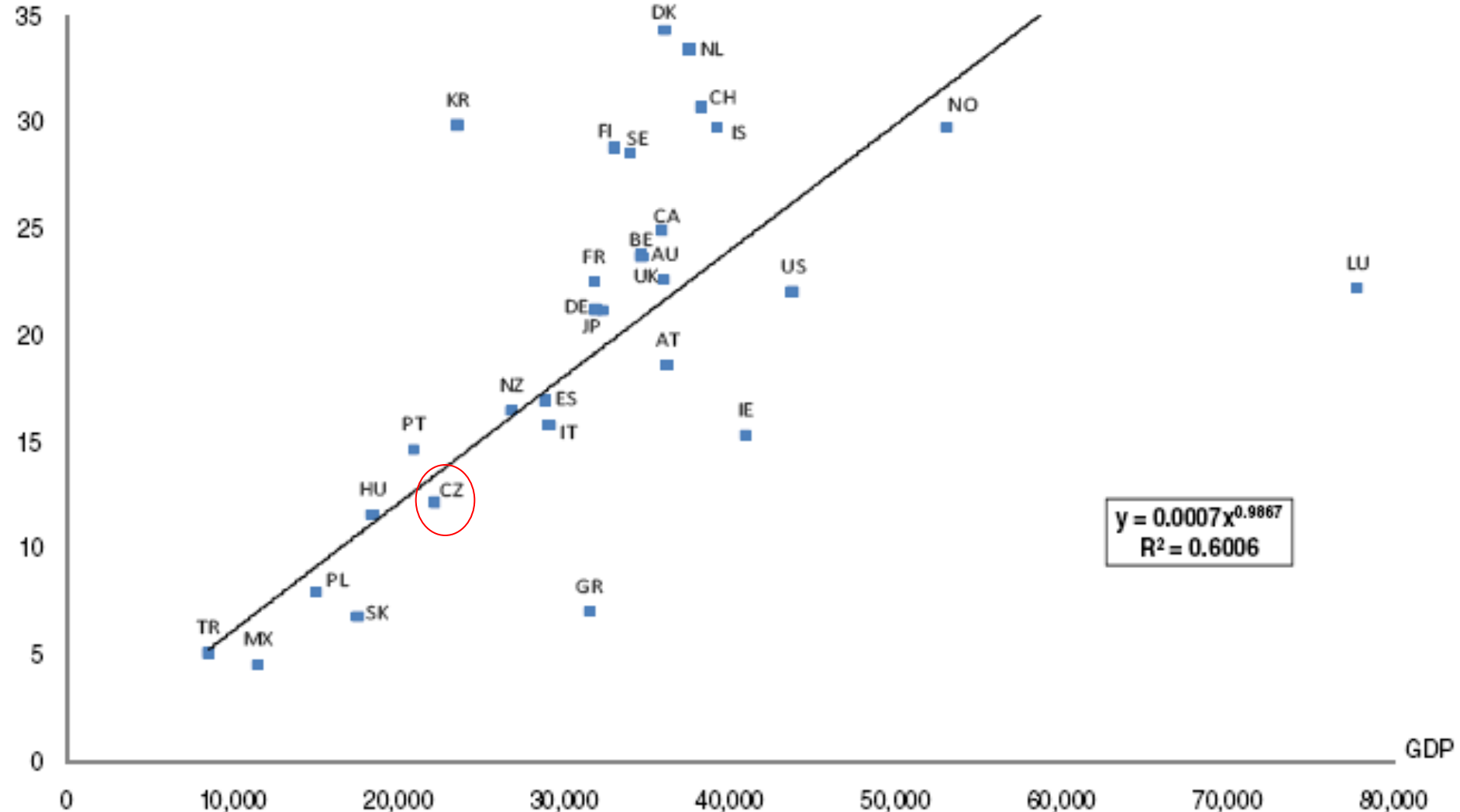
- **Zamezení slídění**

Ohrožení internetu projevující se tak, že firmy nebo vlády ovlivňují nebo špehují internetový provoz, omezuje základní práva člověka ve vztahu k informačním sítím.

# HDP na hlavu a přístup k širokopásmovému připojení (OECD, 2008)

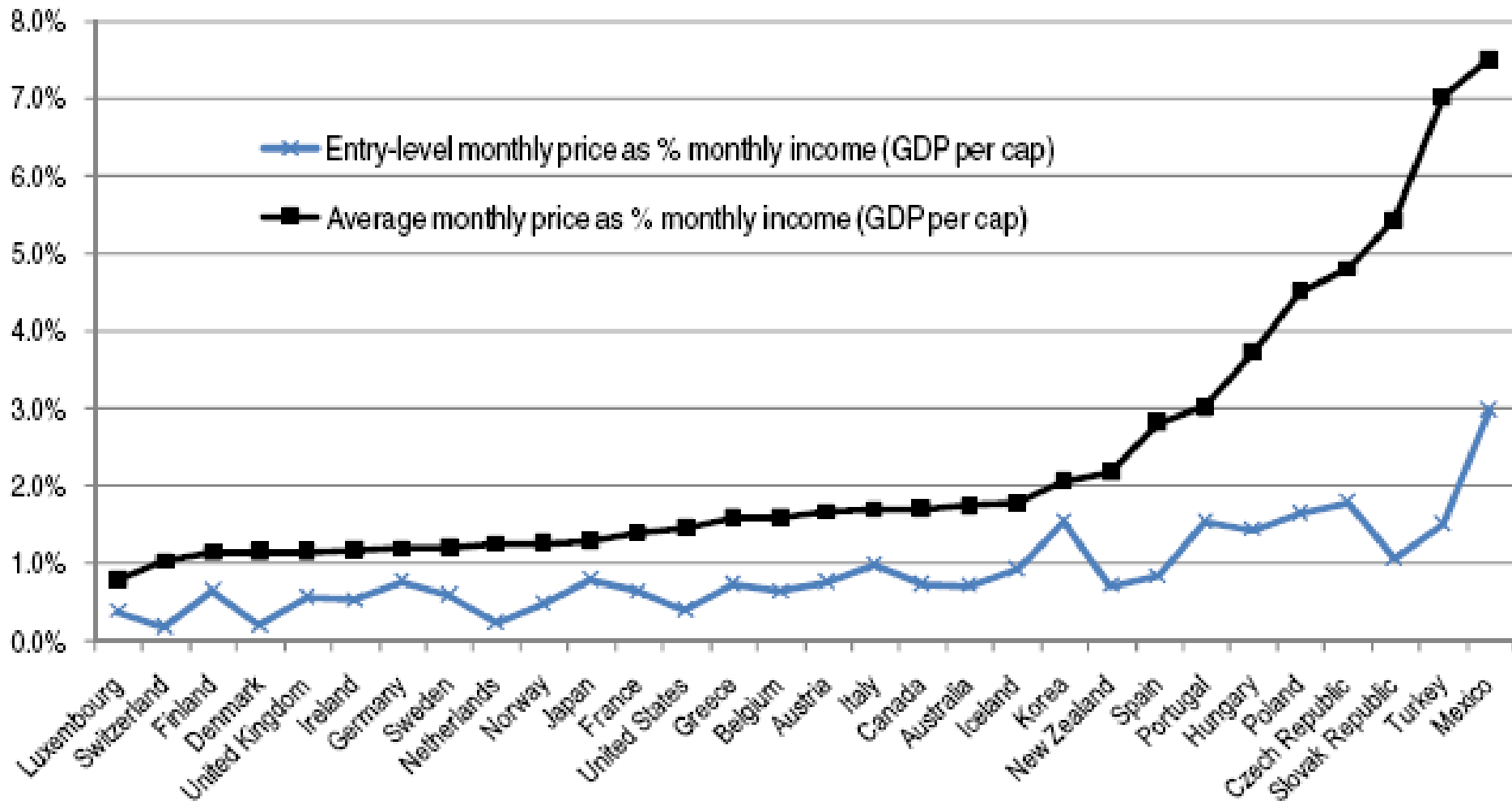
Subscribers per 100 inhabitants (June 2007) and GDP per capita (2006, USD PPP)

Subscribers



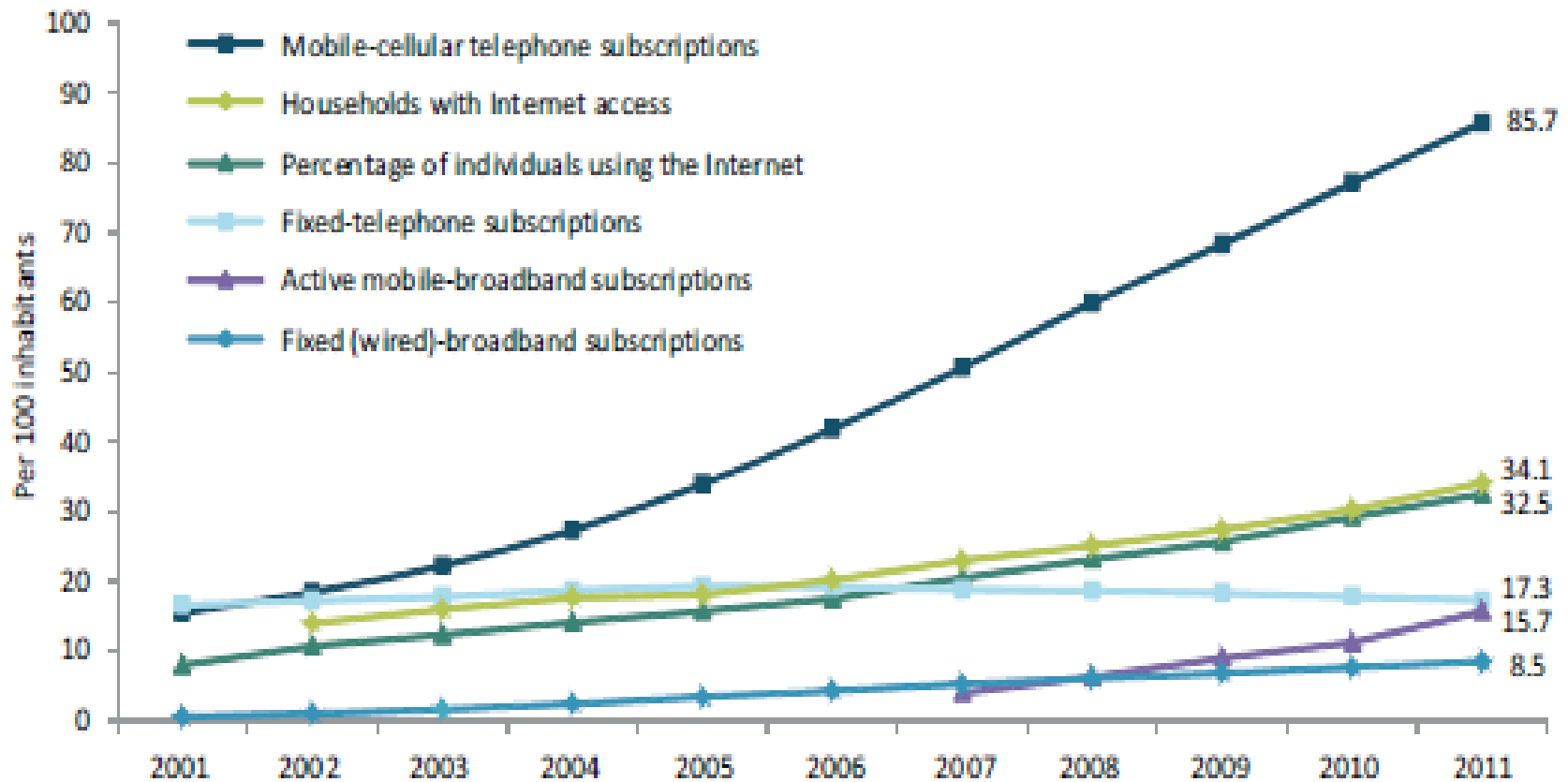
# Cenová dostupnost širokopásmového připojení (OECD 2008)

Entry and average monthly broadband price as a percentage of monthly GDP per capita

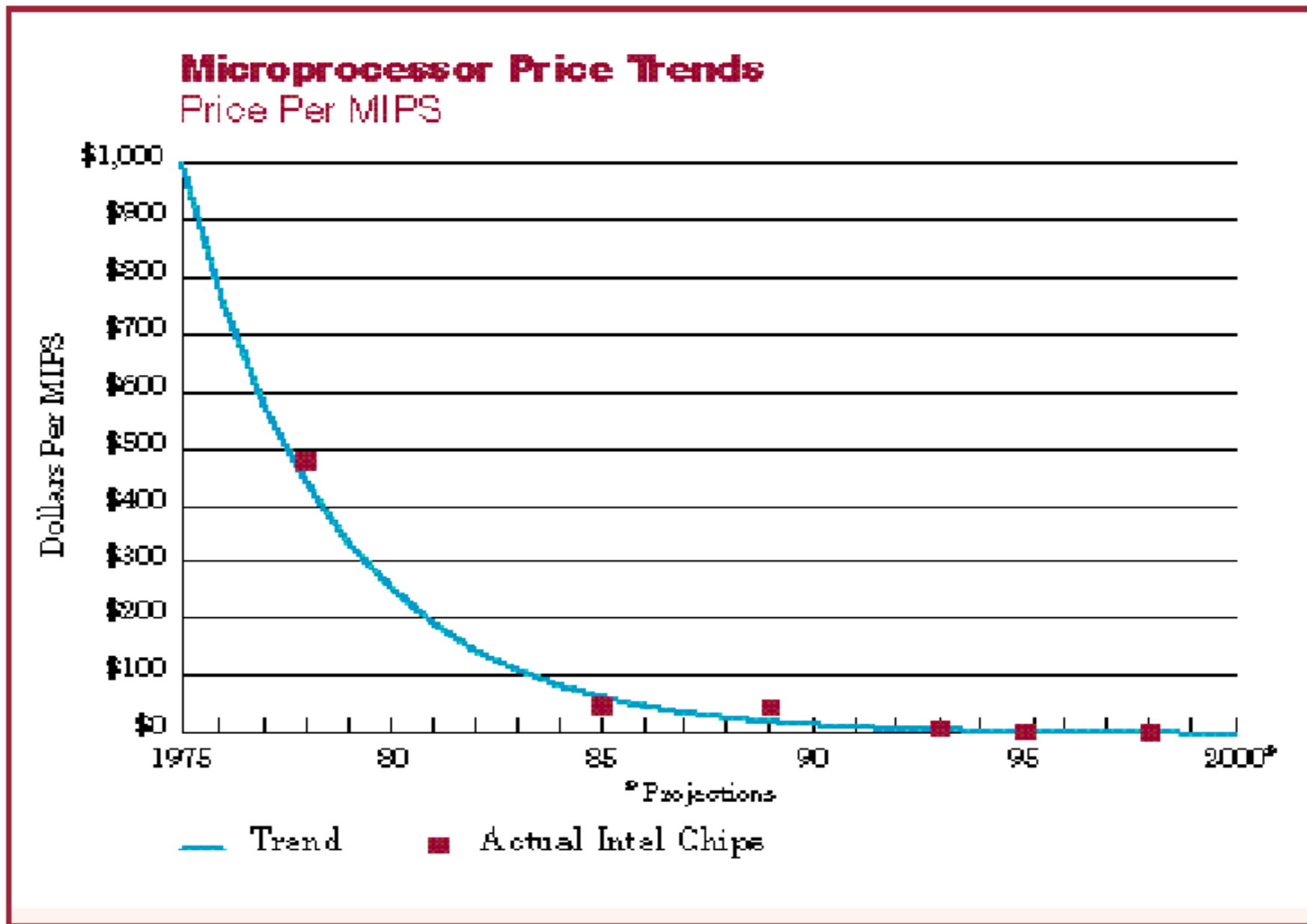


# Intenzita využívání různých druhů komunikace

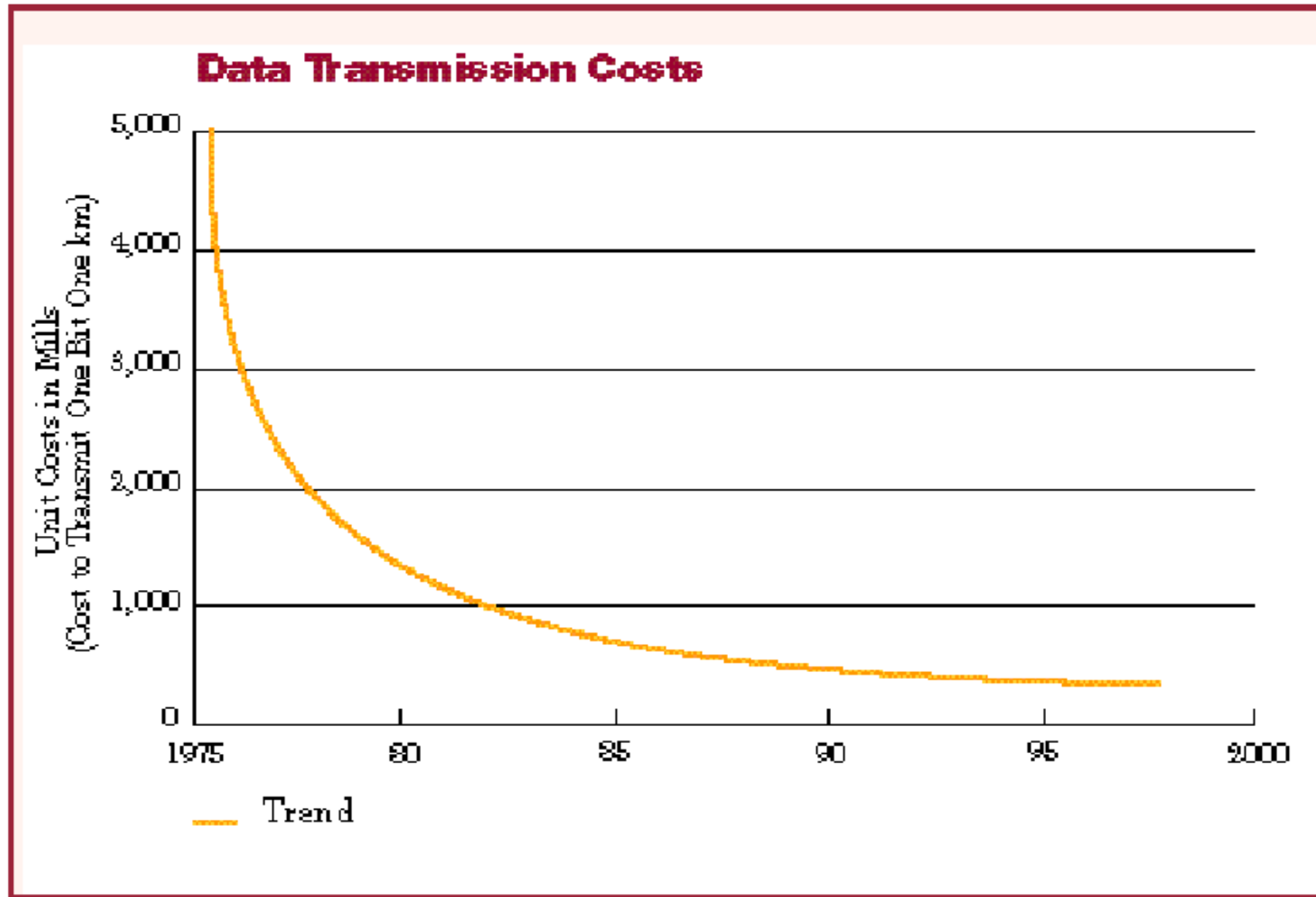
Chart 1.1: Global ICT developments, 2001-2011



# Trend vývoje cen procesorů



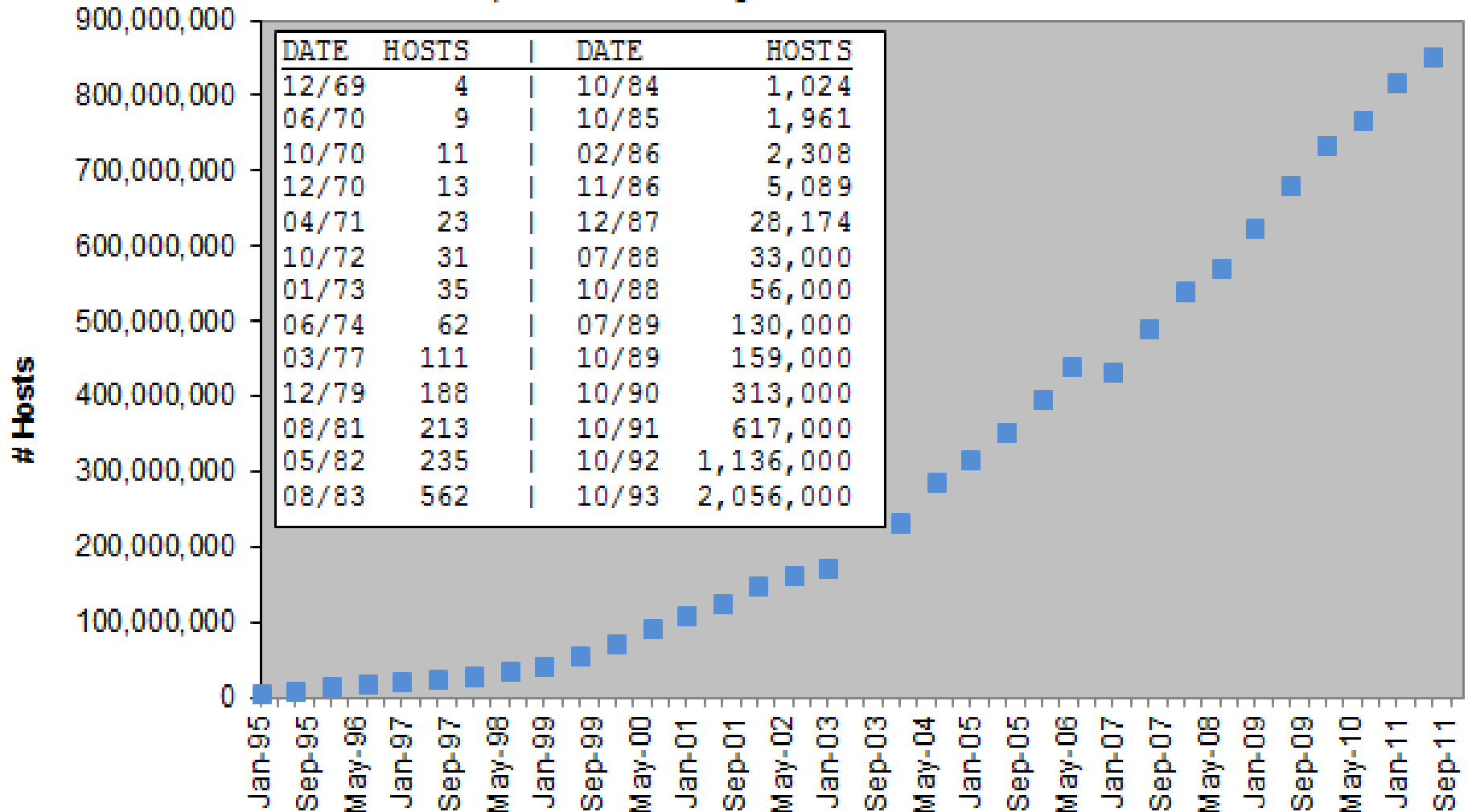
# Trend vývoje ceny datových komunikací



# Vývoj počtu počítačů připojených na Internet

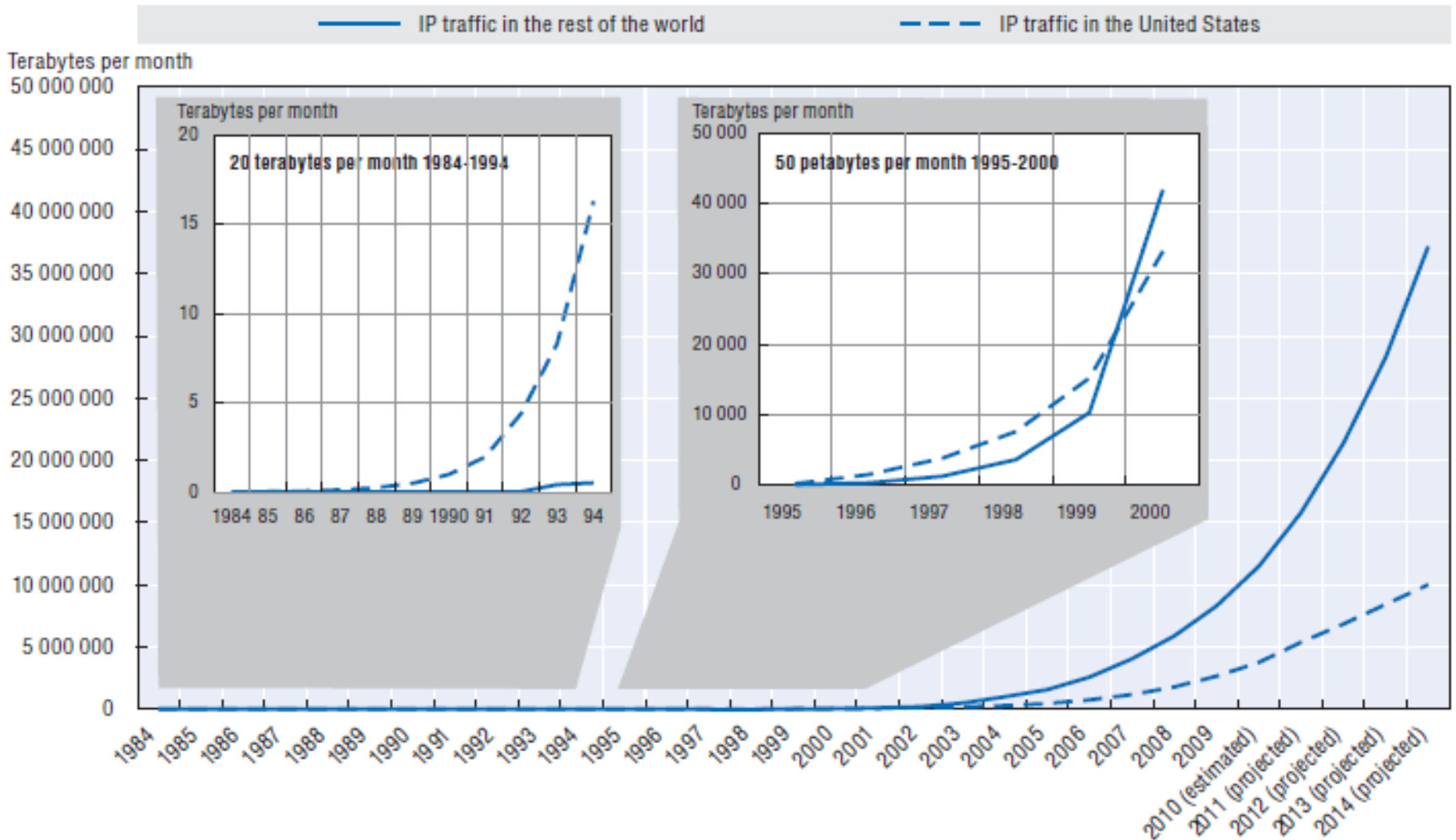
## Internet Domain Survey Host Count

Hobbes' Internet Timeline Copyright ©2012 Robert H Zakon  
<http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>



# Růst globálního provozu na Internetu

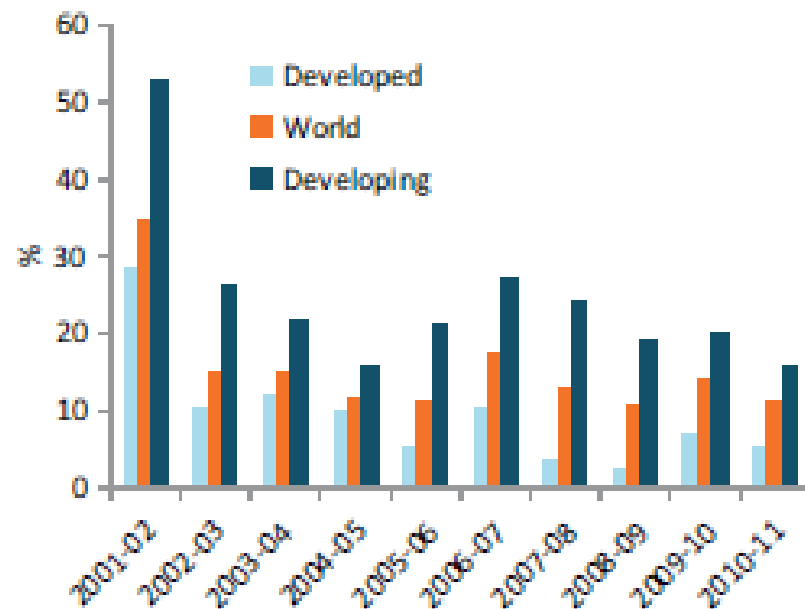
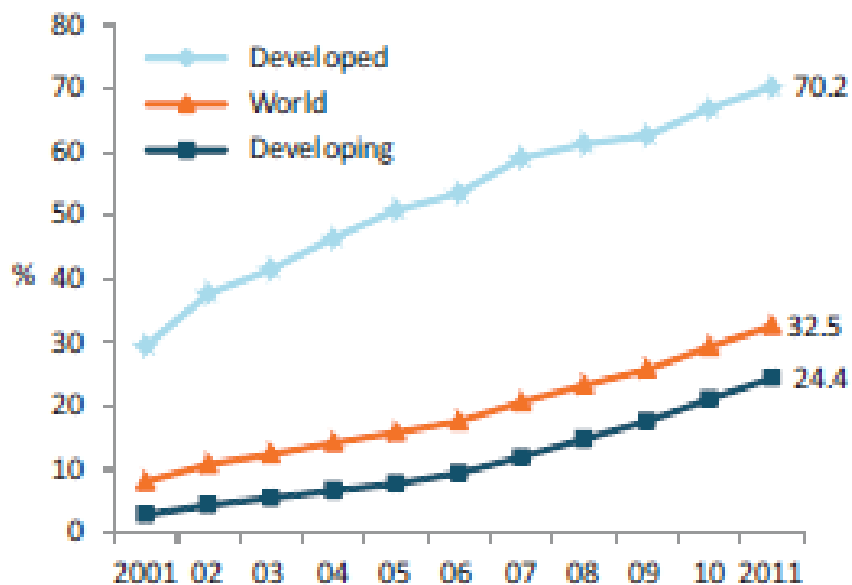
Global IP traffic growth, 1984-2014 (forecasted)





# Uživatelé internetu jako podíl populace

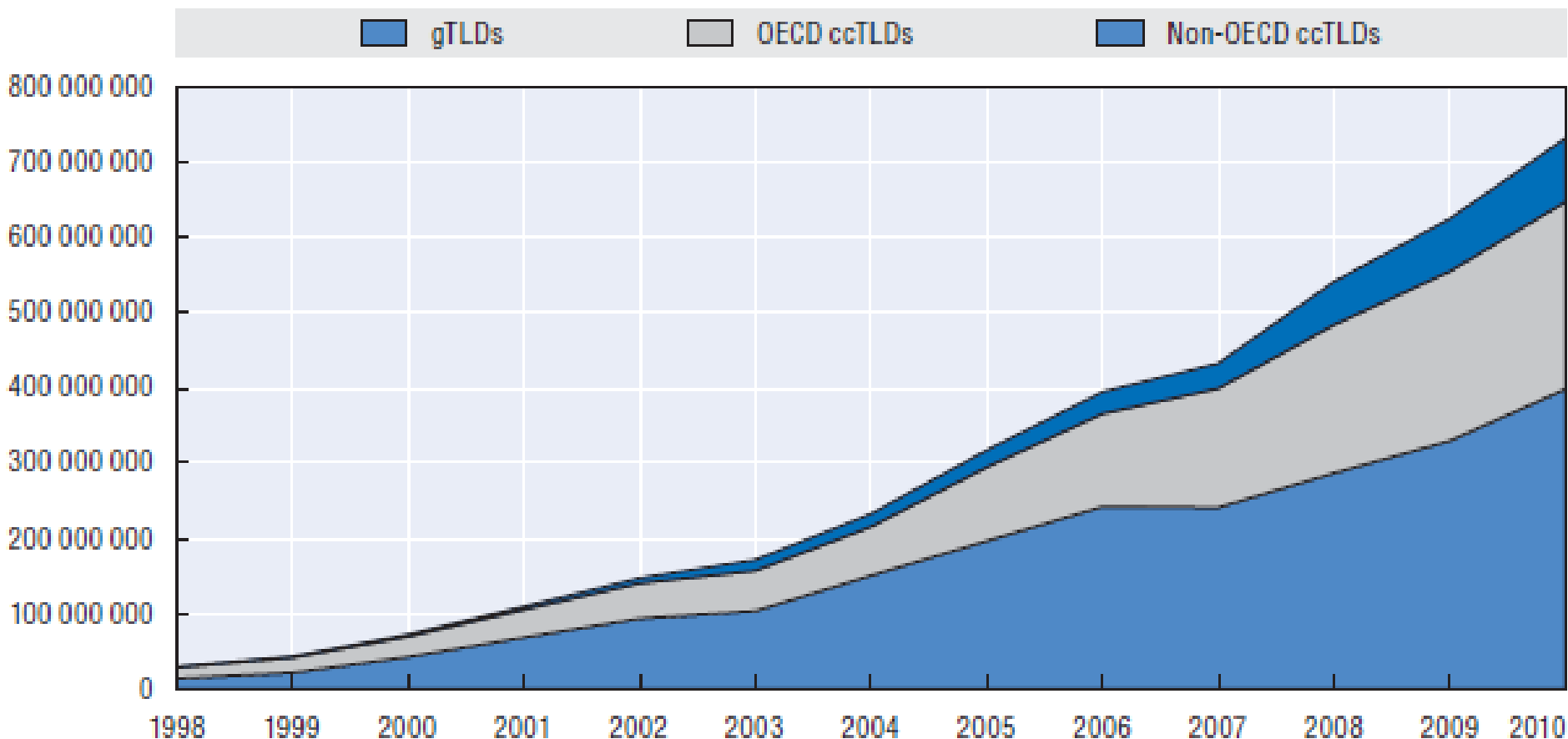
Chart 1.8: Percentage of individuals using the Internet, 2001-2011, world and by level of development, penetration (left) and annual growth (right)



Source: ITU World Telecommunication/ICT Indicators database.

# Počítače na Internetu podle typu domény

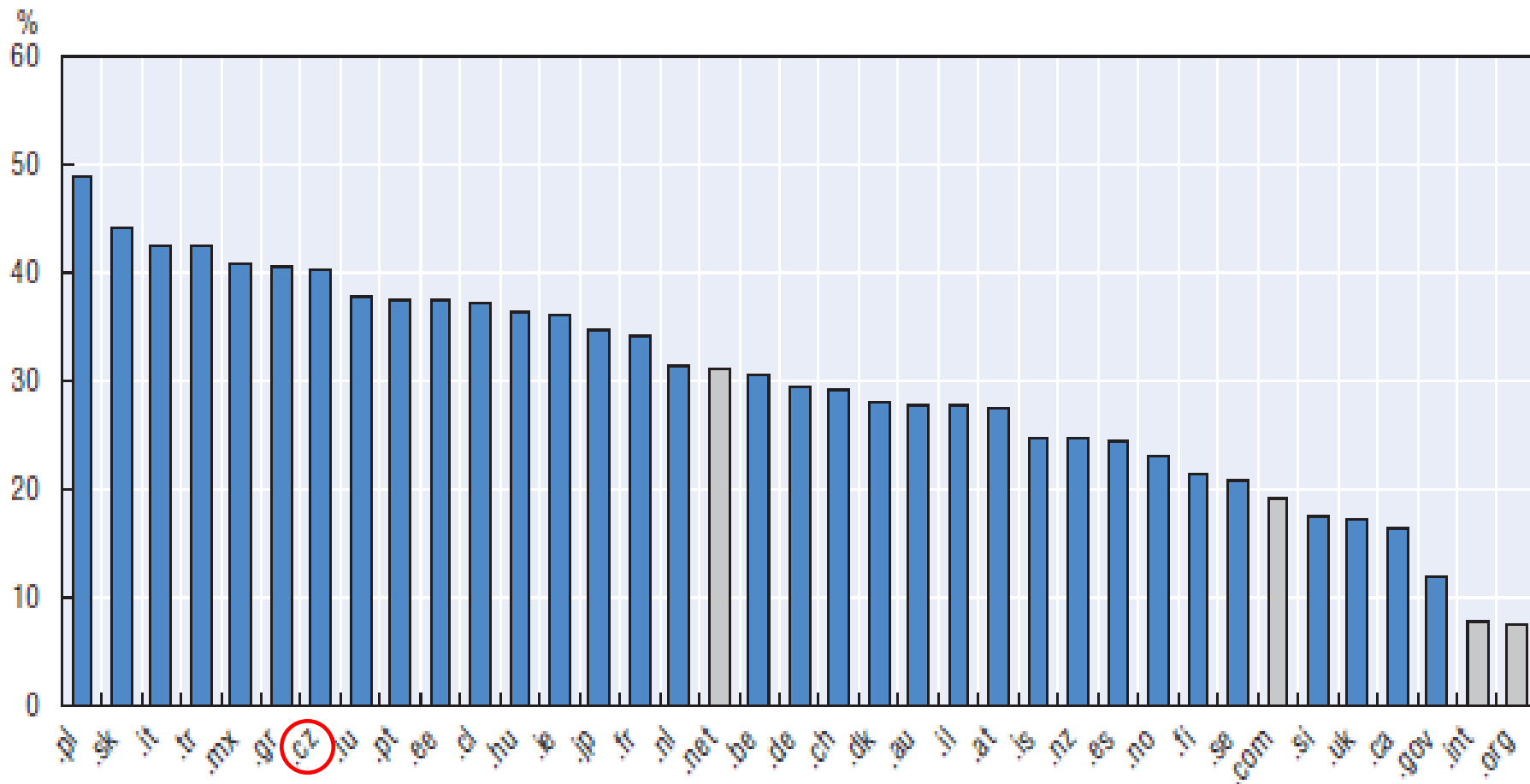
Internet hosts by type of domain, 1998-2010



Source: OECD, based on Internet Software Consortium surveys ([www.isc.org](http://www.isc.org)).

# Tempo růstu podle typu domény

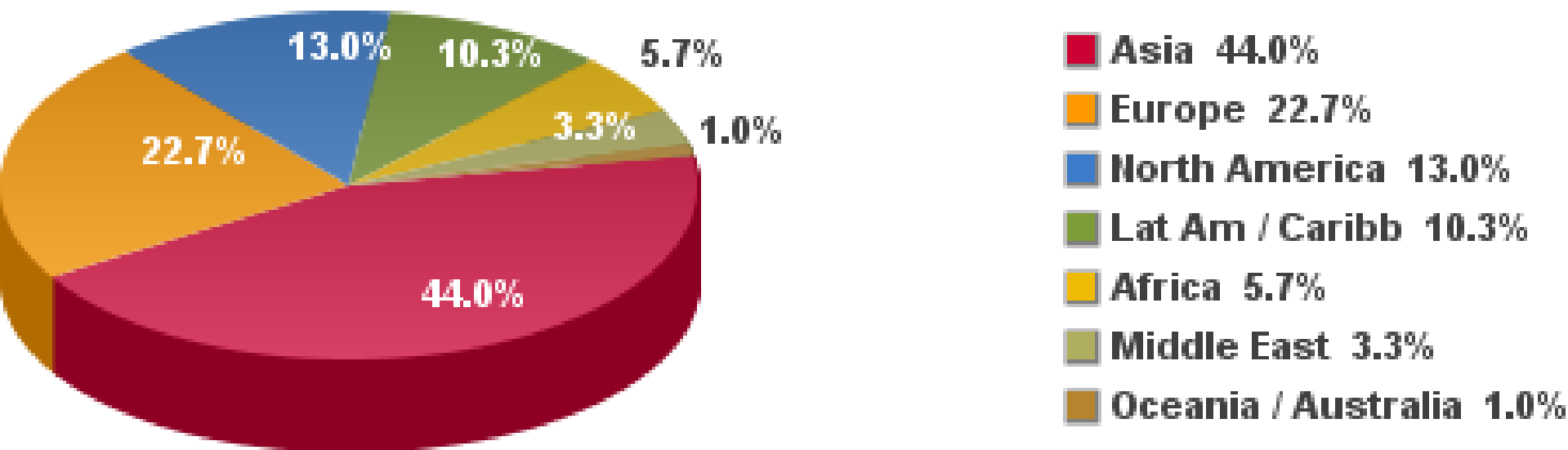
Average annual growth in Internet hosts by domain, 2000-10



Source: OECD, based on Internet Software Consortium surveys ([www.isc.org](http://www.isc.org)).

# Rozdělení uživatelů po světě (2011)

## Internet Users in the World Distribution by World Regions - 2011



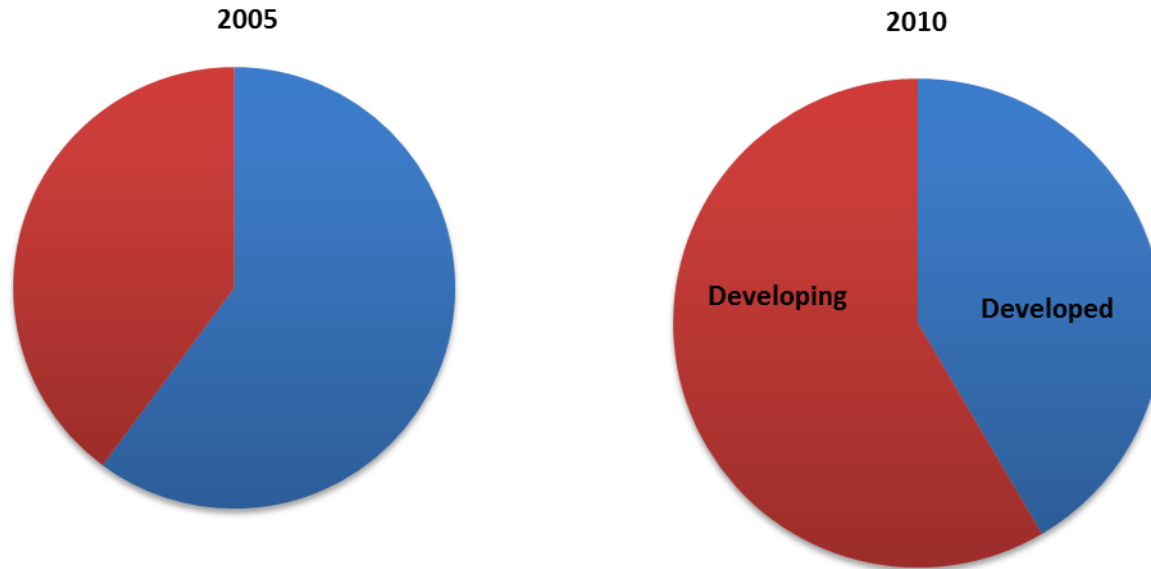
Source: Internet World Stats - [www.internetworldstats.com/stats.htm](http://www.internetworldstats.com/stats.htm)

Basis: 2,095,006,005 Internet users on March 31, 2011

Copyright © 2011, Miniwatts Marketing Group

# Internet v rozvinutém a rozvojovém světě

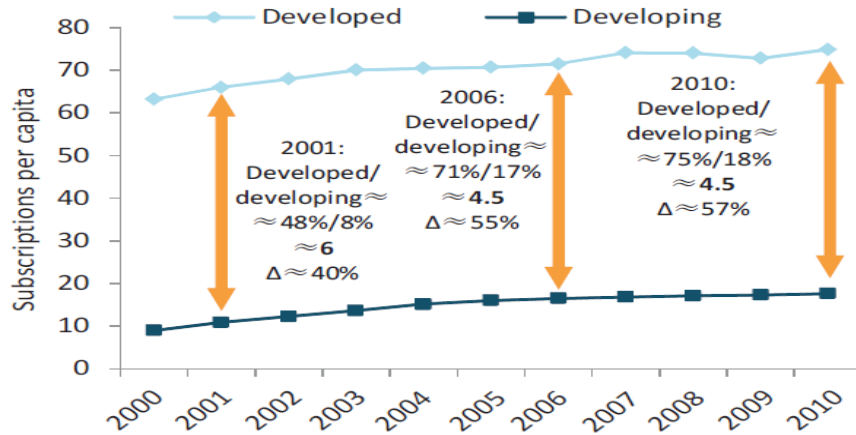
Internet users, by level of development



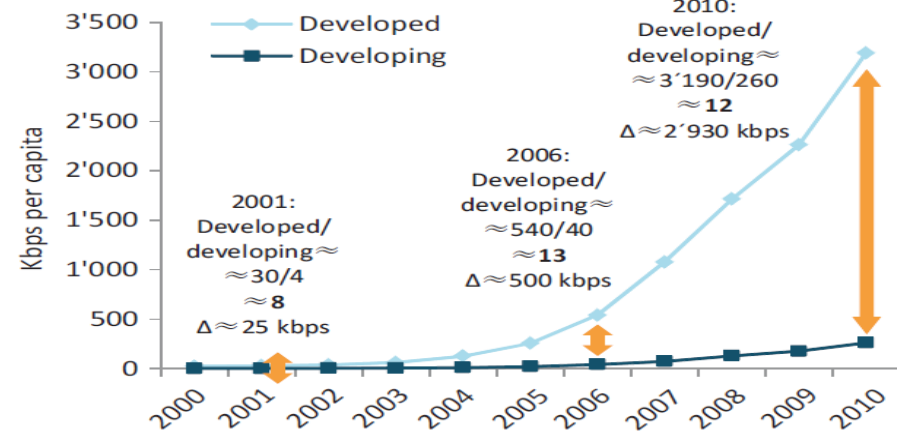
# Digitální segregace

Chart 5.6: Digital divides based on subscriptions in comparison with subscribed capacity

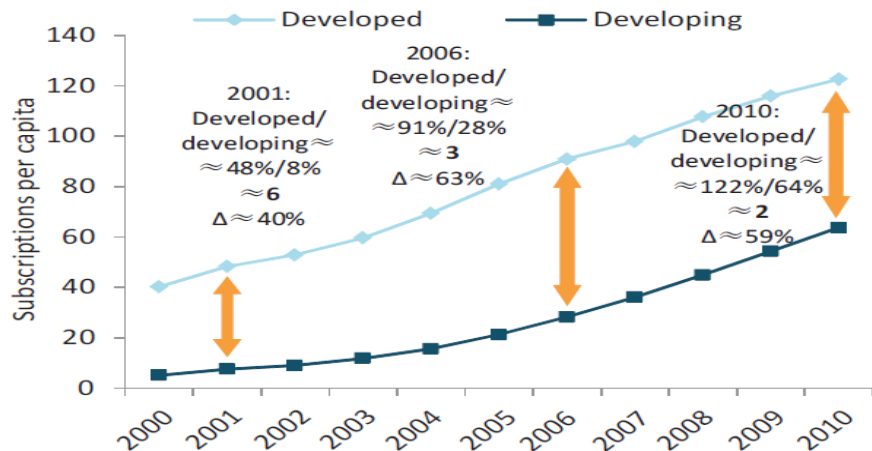
Fixed telephone and fixed Internet subscriptions



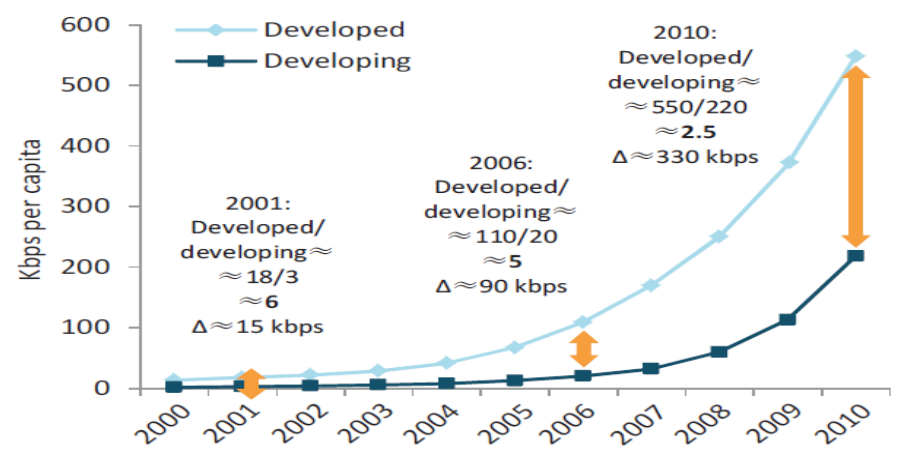
Fixed telephone and fixed Internet subscribed capacity



Mobile-cellular telephone and mobile Internet subscriptions



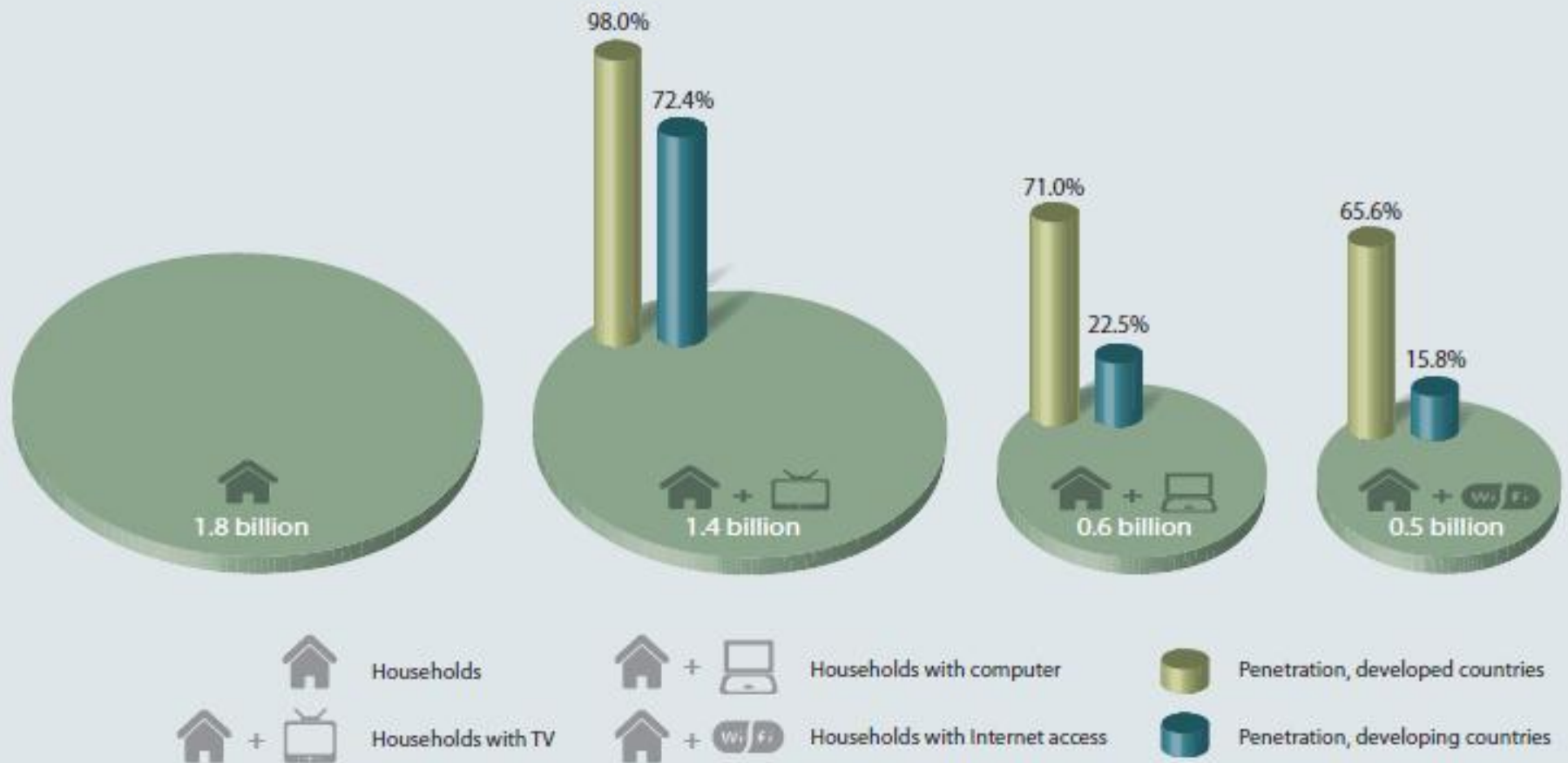
Mobile-cellular telephone and mobile Internet subscribed capacity



Source: ITU (2011e).

Note: Capacity is measured in optimally compressed kbit/s.

# Domácnosti, internet a televize

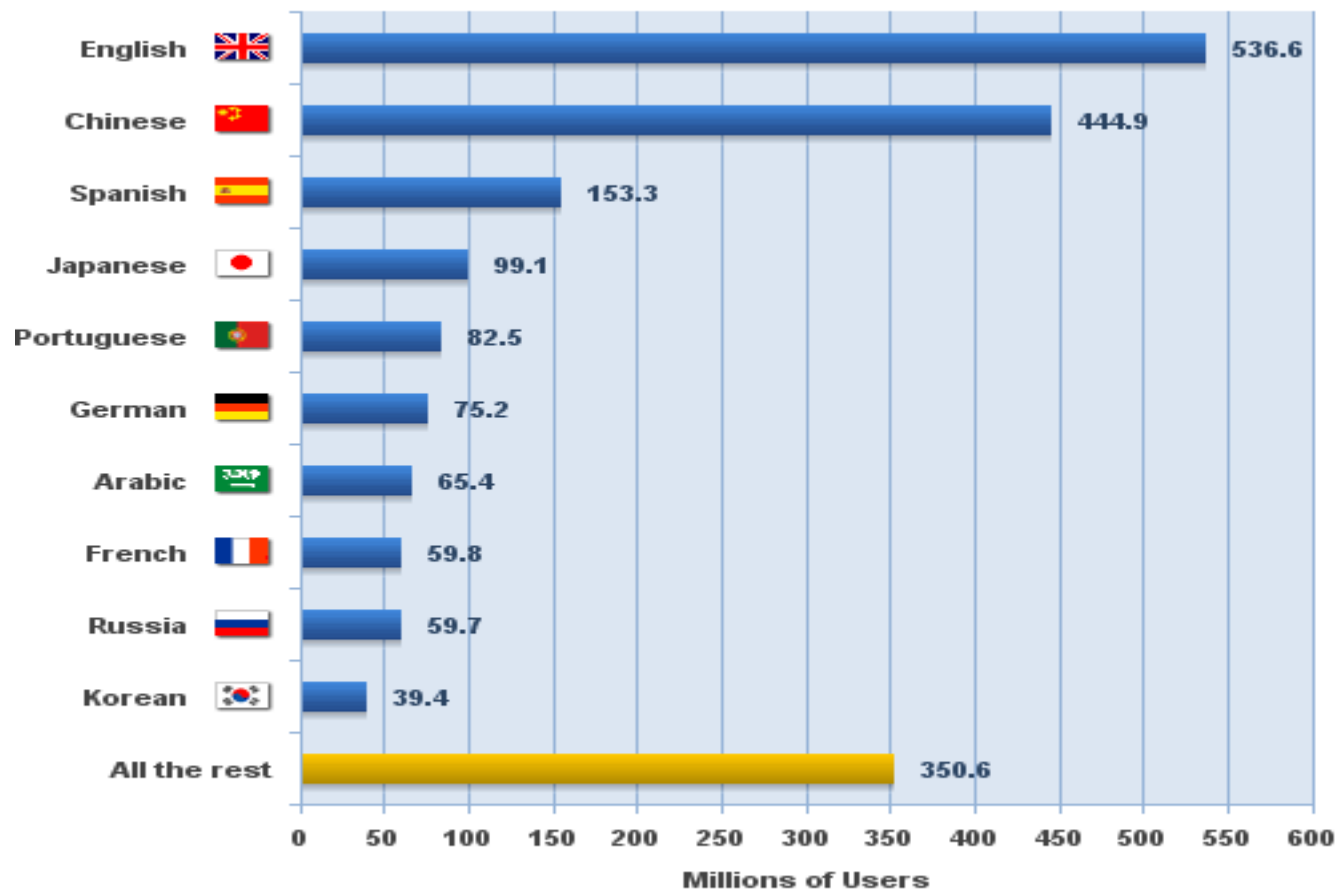


Note: Data refer to 2010 and are estimates

Source: ITU World Telecommunication/ICT Indicators database

# Jazyky na Internetu (2011)

**Top Ten Languages in the Internet  
2010 - in millions of users**



Source: Internet World Stats - [www.internetworldstats.com/stats7.htm](http://www.internetworldstats.com/stats7.htm)

Estimated Internet users are 1,966,514,816 on June 30, 2010

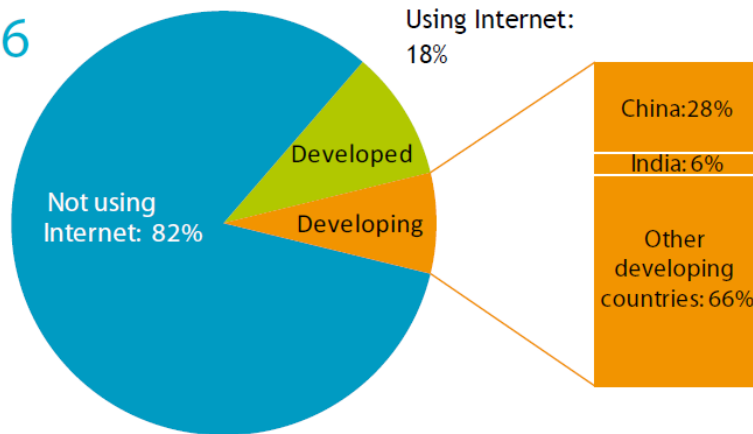
Copyright © 2000 - 2010, Miniwatts Marketing Group



# Čtvrtina celosvětové populace je na internetu

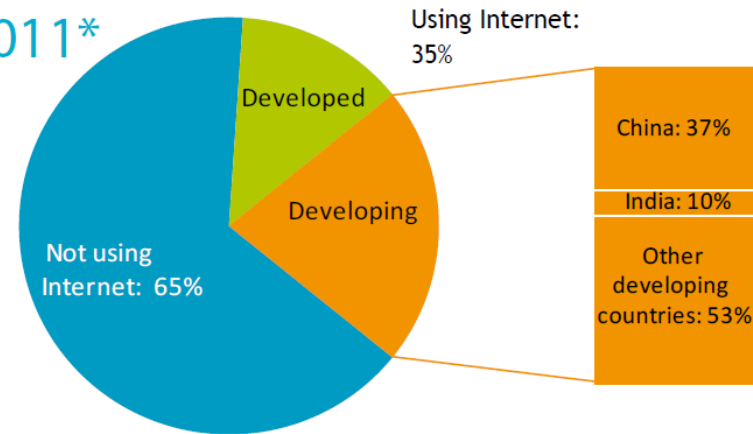
## Share of Internet users in the total population

2006



Total population: 6.5 billion

2011\*



Total population: 7 billion

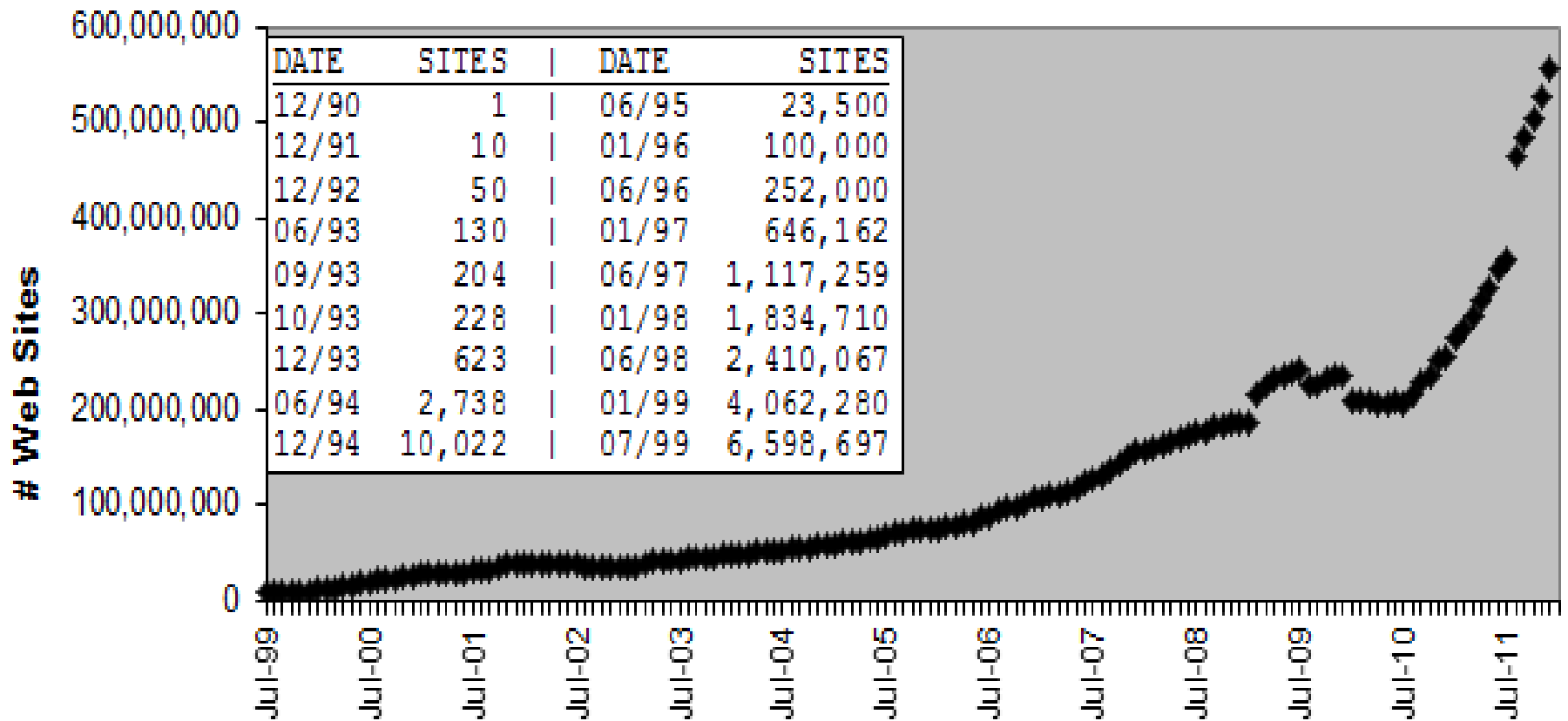
Note: \* Estimate

Source: ITU World Telecommunication/ICT Indicators database

- The world is home to 7 billion people, one third of which are using the Internet. 45% of the world's Internet users are below the age of 25.
- Over the last five years, developing countries have increased their share of the world's total number of Internet users from 44% in 2006, to 62% in 2011. Today, Internet users in China represent almost 25% of the world's total Internet users and 37% of the developing countries' Internet users.

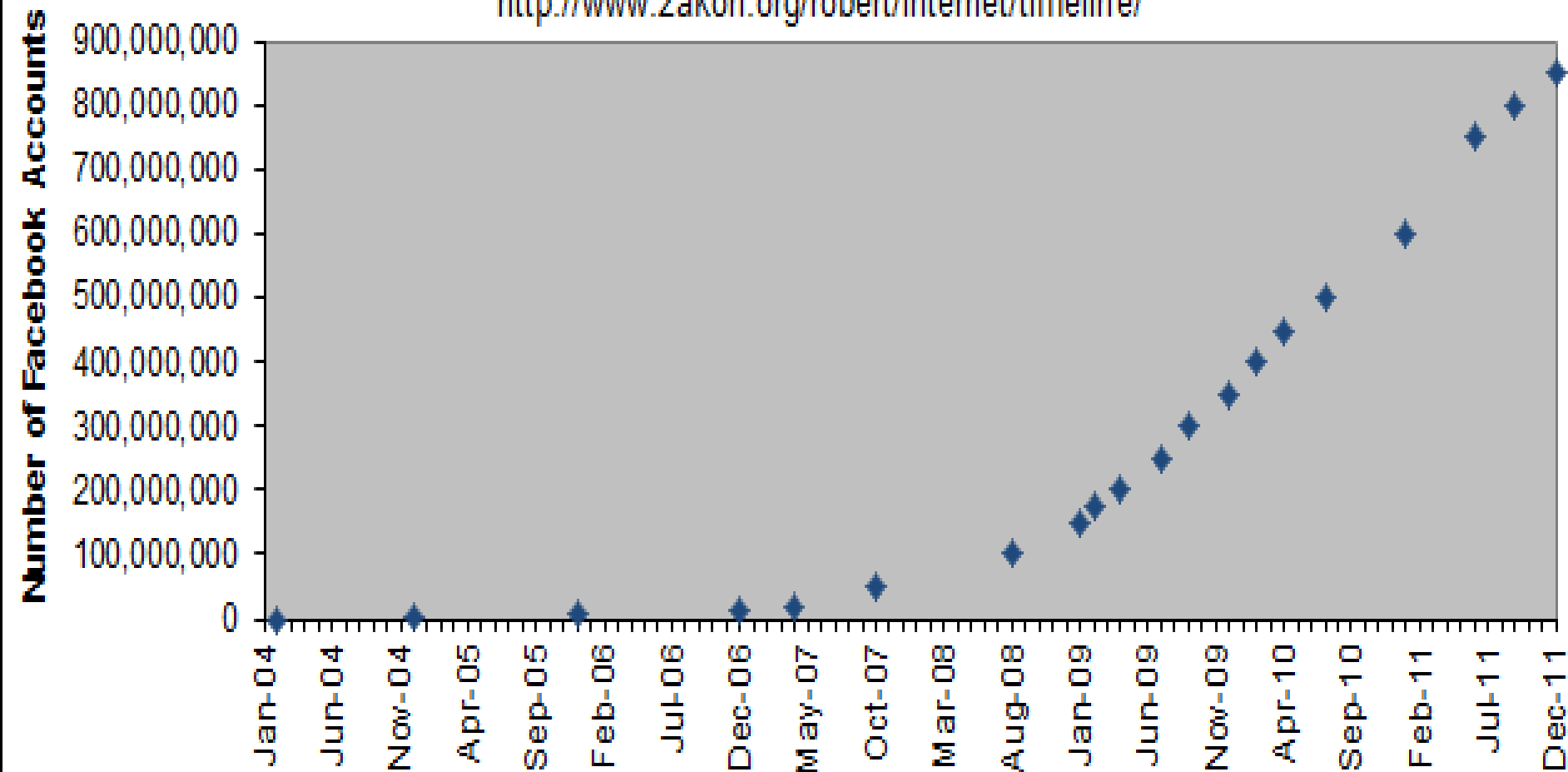
# Šíření WWW serverů

Hobbes' Internet Timeline Copyright ©2012 Robert H Zakon  
<http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>

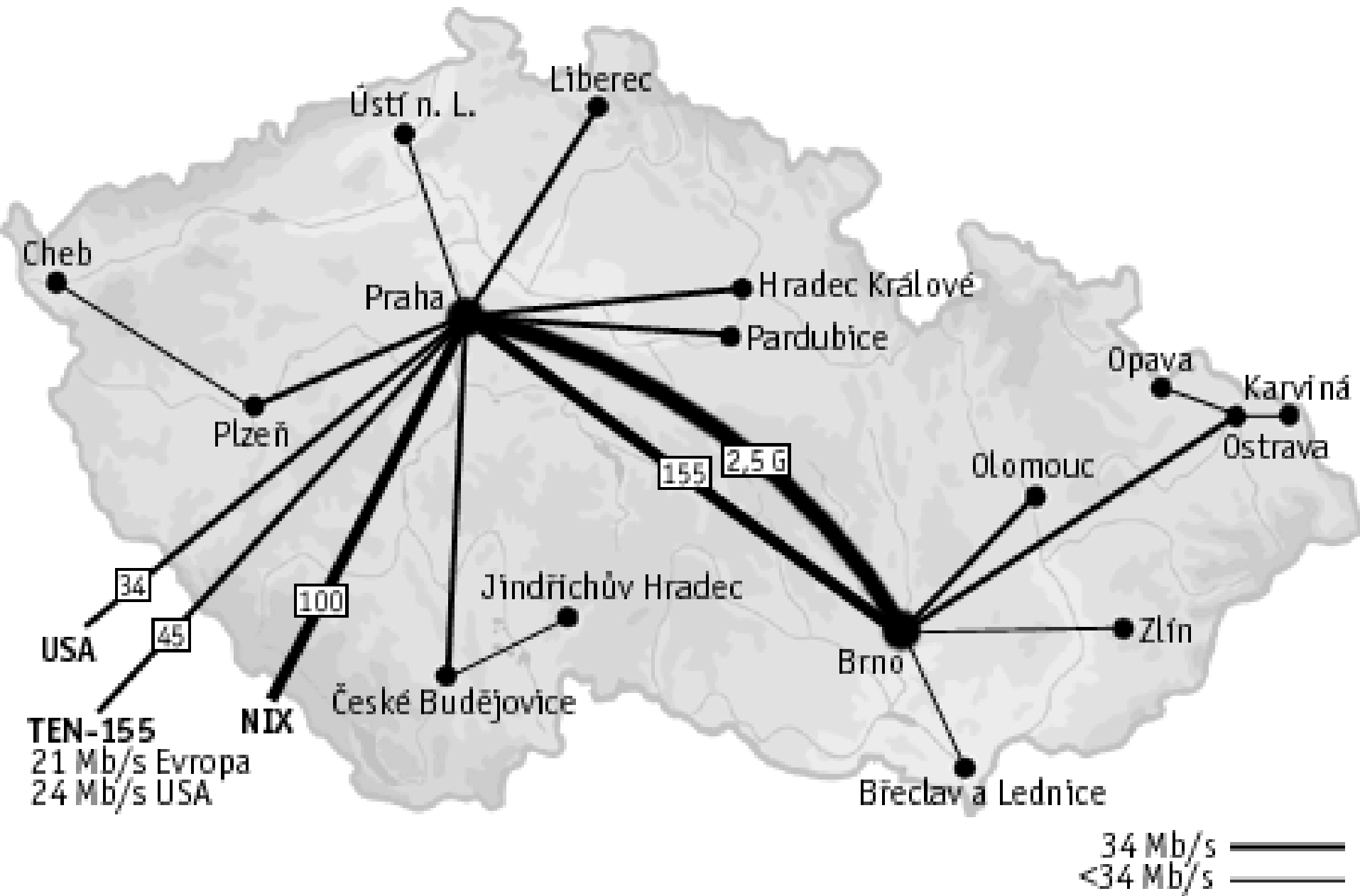


# Společenské sítě – uživatelé Facebooku

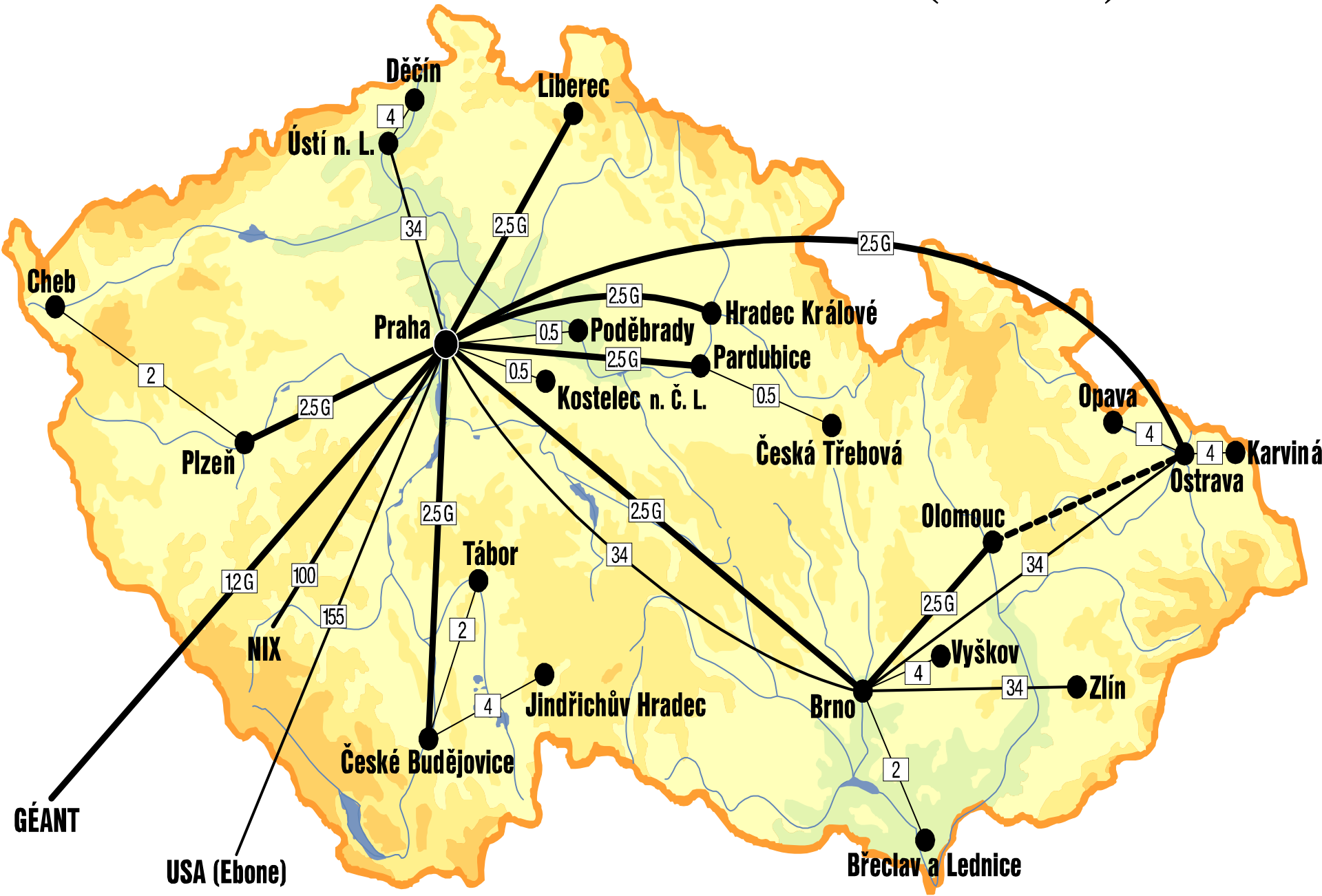
Hobbes' Internet Timeline Copyright ©2012 Robert H Zakon  
<http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>



# TEN-155CZ v ČR (únor 2000)

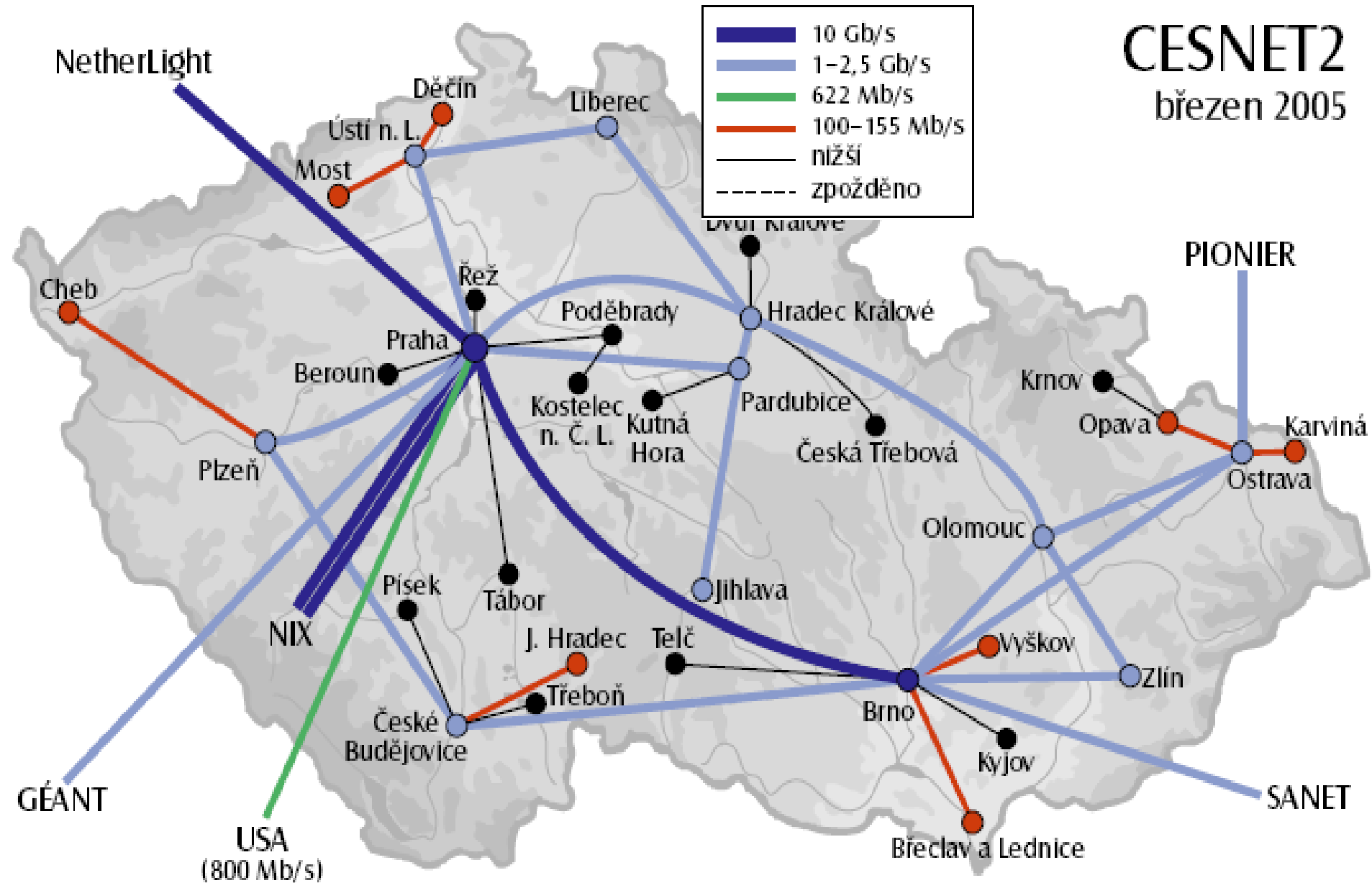


# Sít' CESNET2 v ČR (2001)

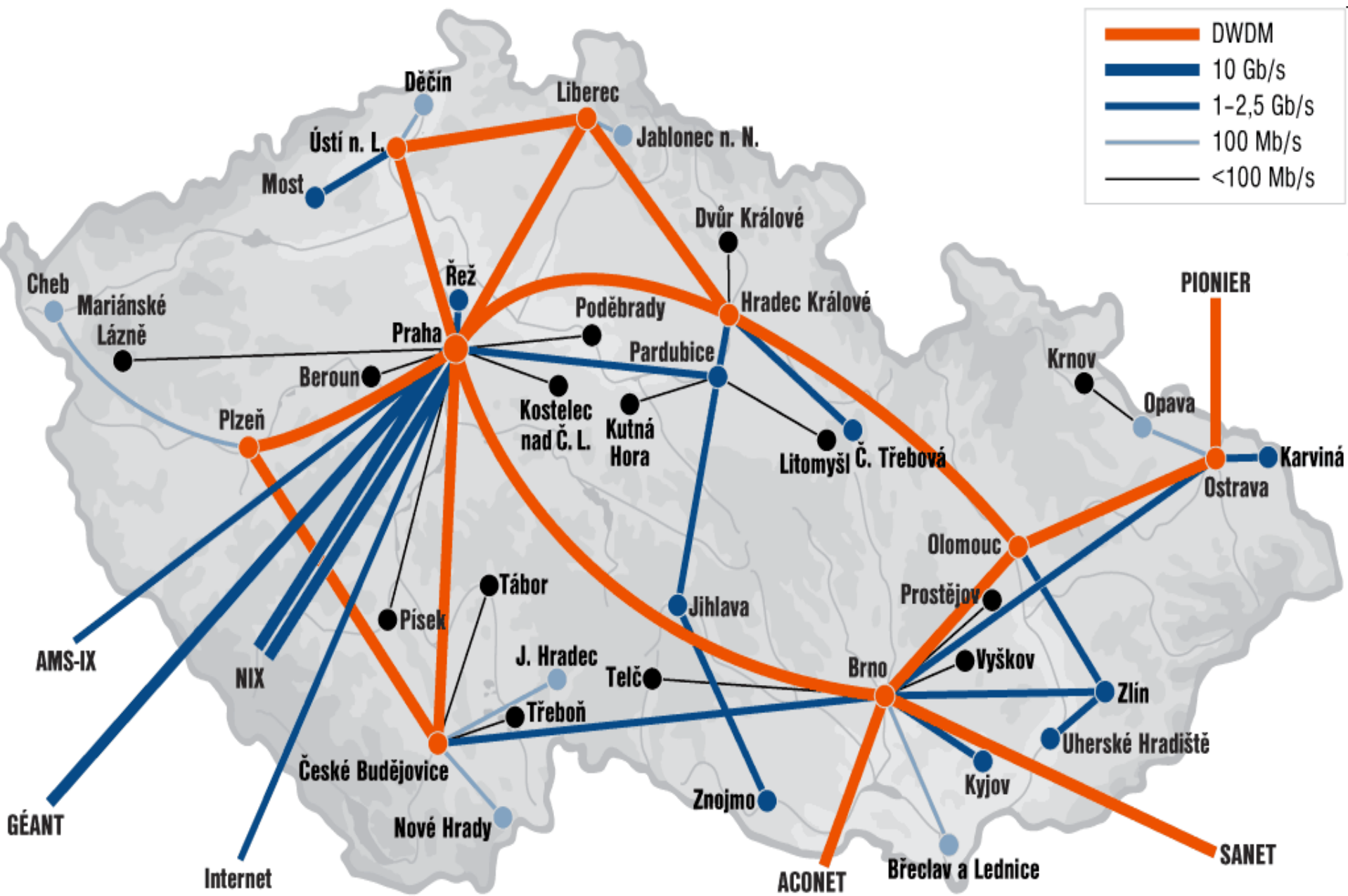


# Sít' CESNET2 v ČR (2005)

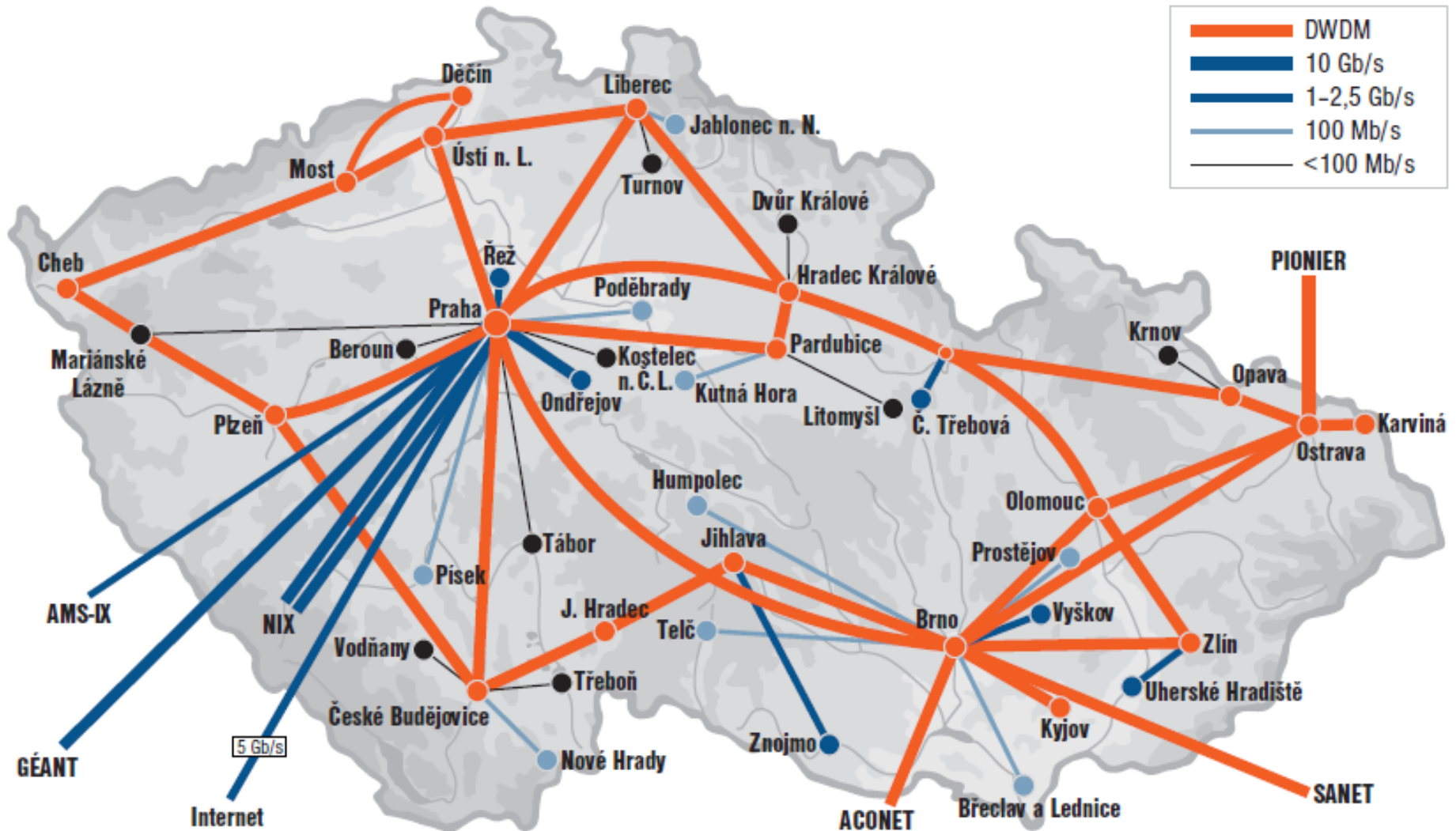
CESNET2  
březen 2005



# Sít' CESNET2 v ČR (říjen 2008)



# Sít' CESNET2 v ČR (červen 2012)





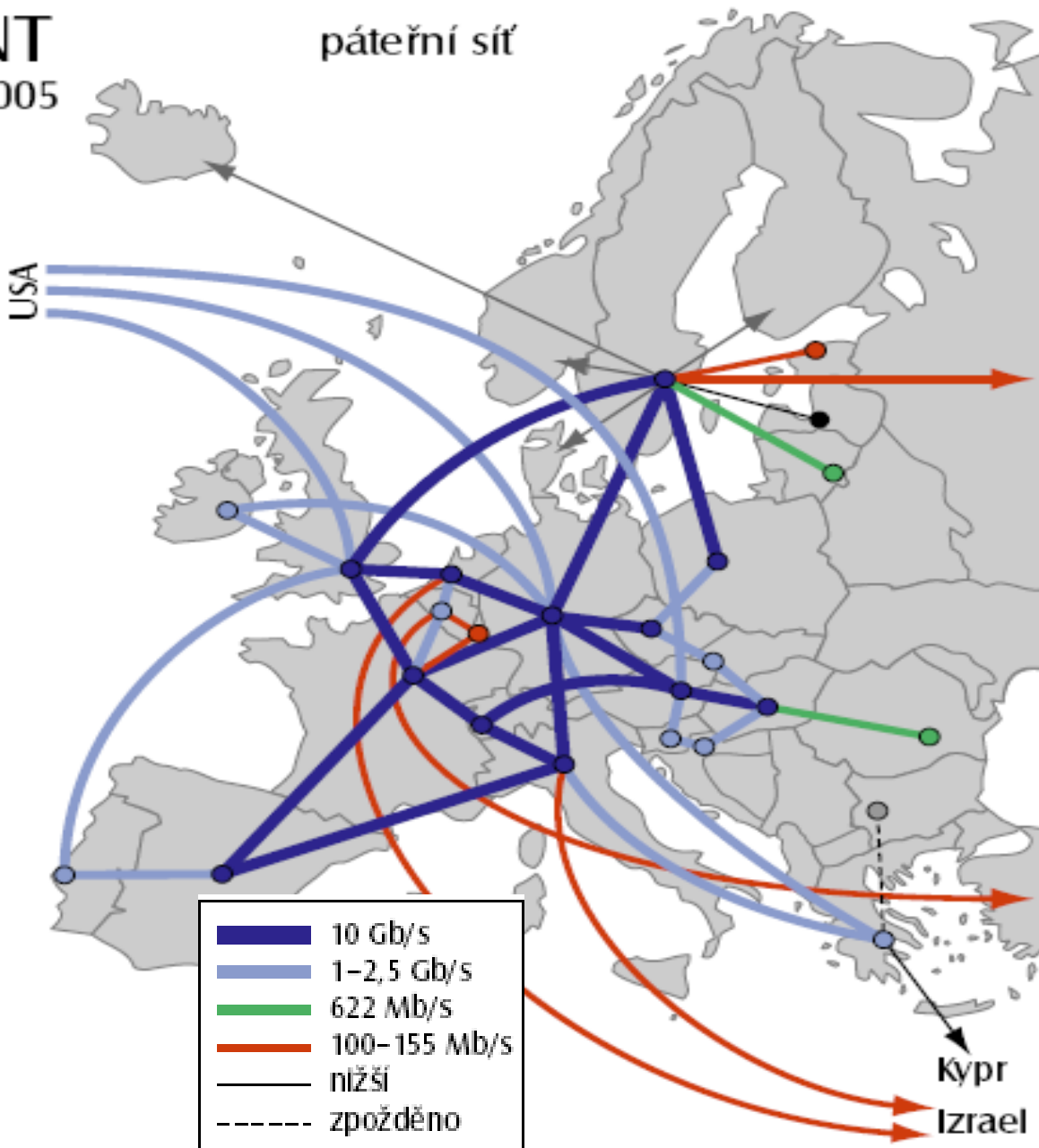
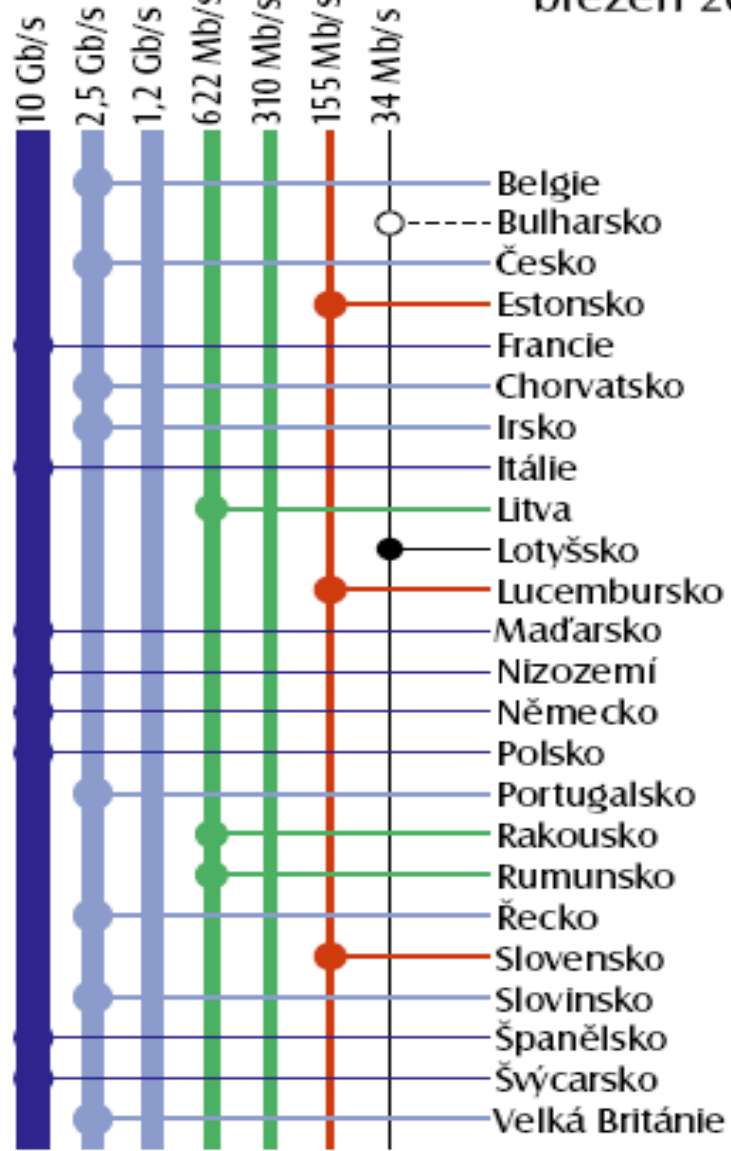
# Evropská vysokorychlostní síť (2005)

kapacity připojení

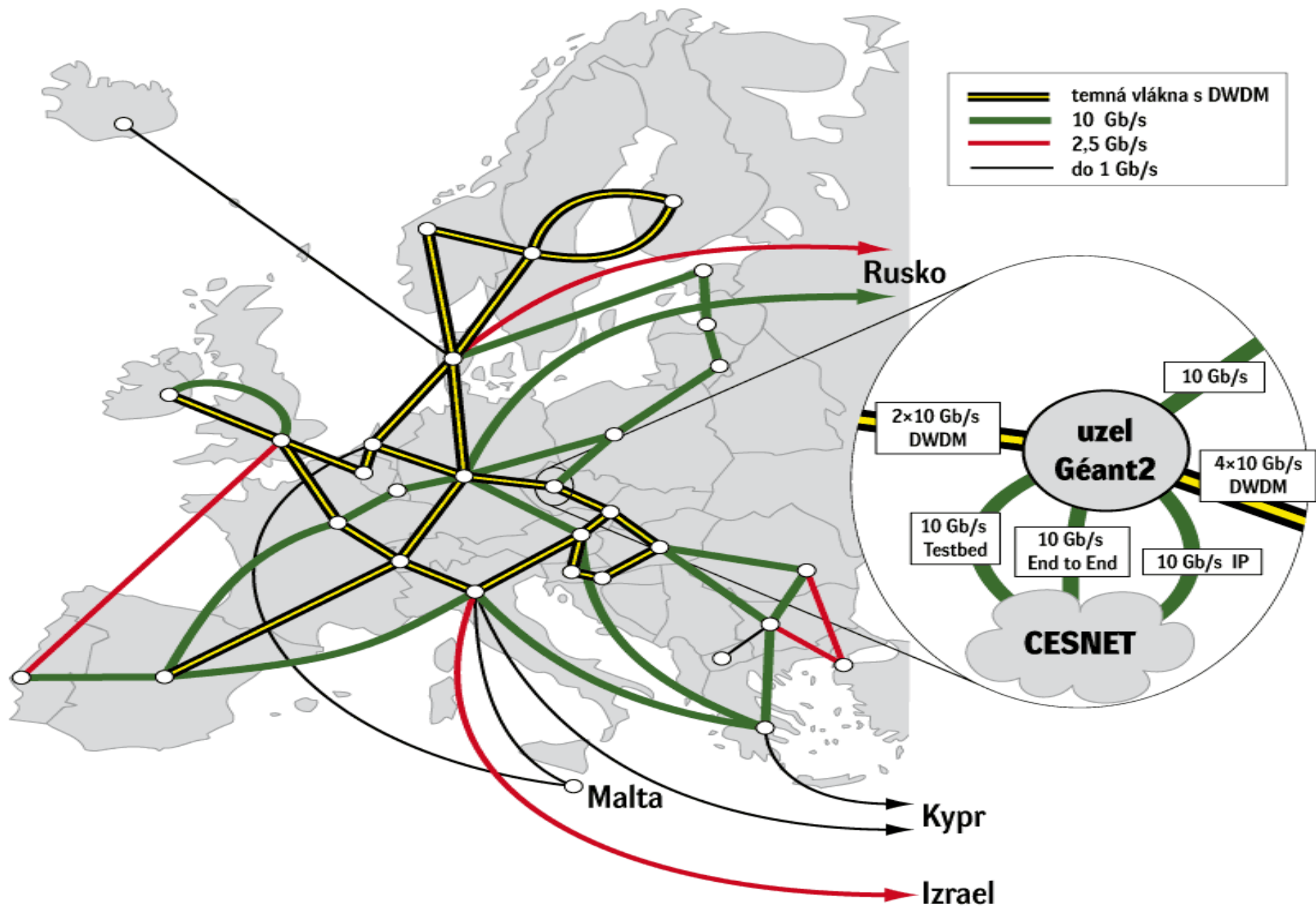
**GÉANT**

březen 2005

páteří síť

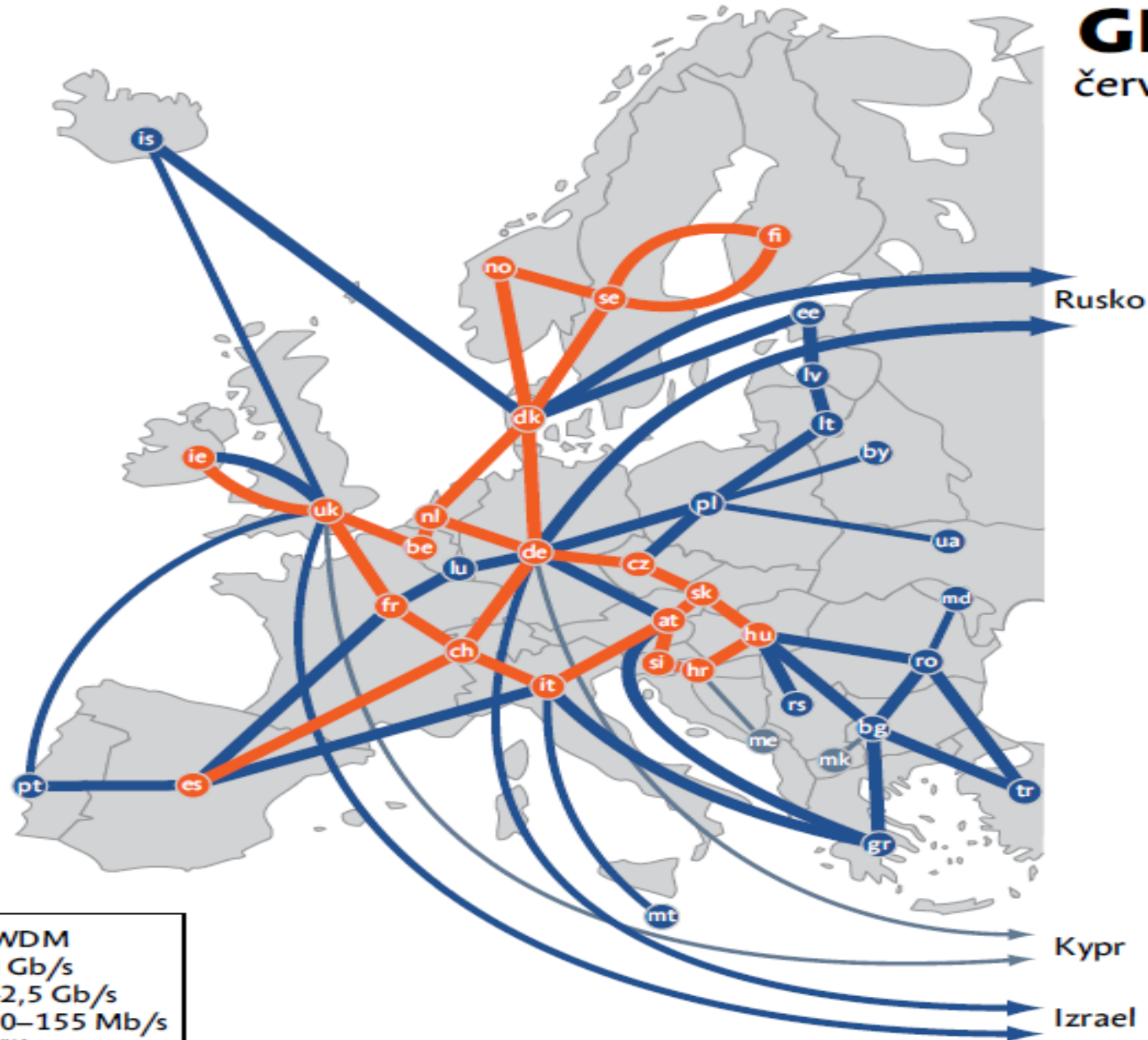


# Evropská vysokorychlostní síť (2011)



# Evropská vysokorychlostní síť (2012)

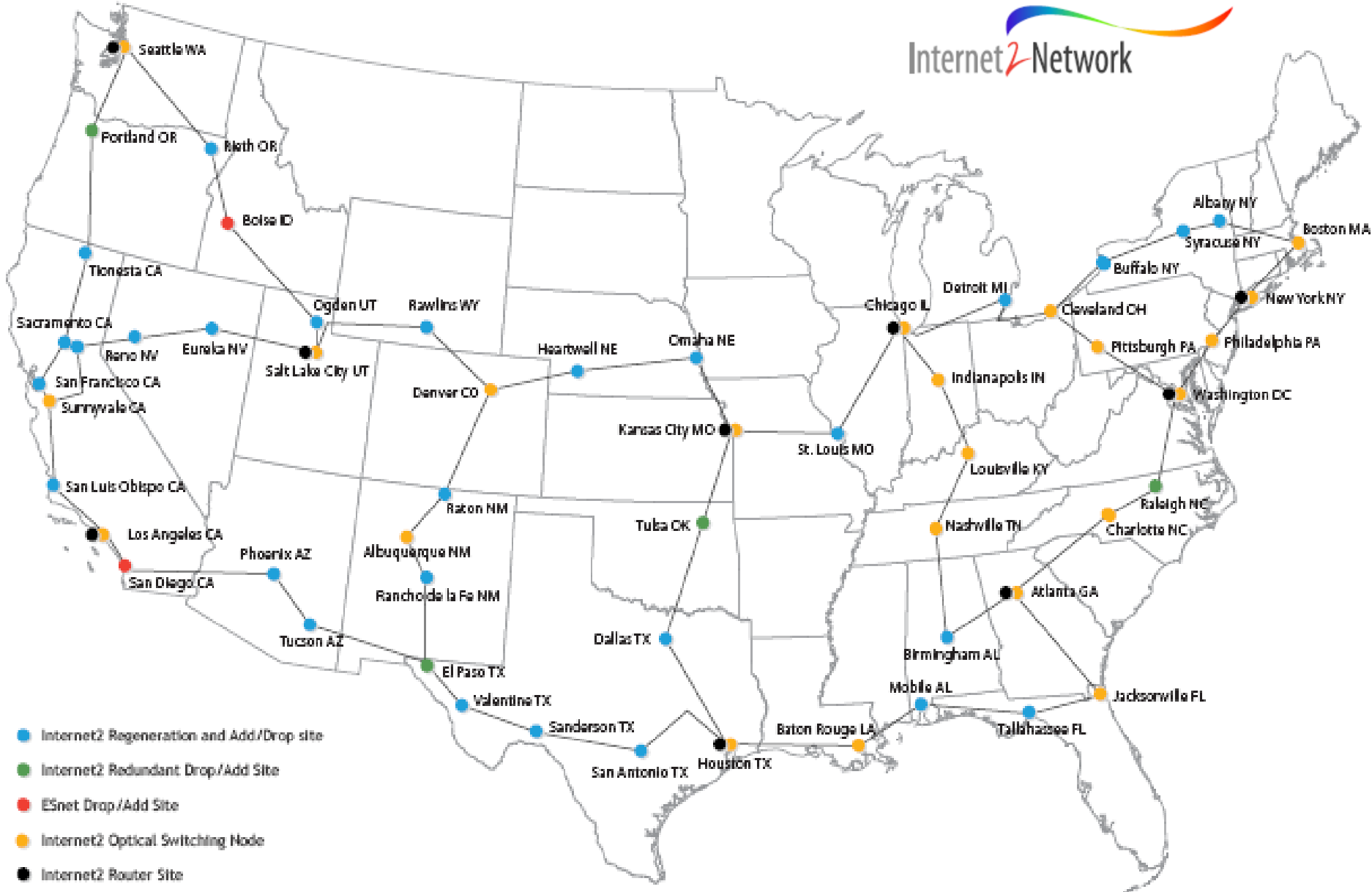
**GÉANT**  
červen 2012



# Abilene – 10Gbps páteř vysokorychlostní sítě Internet2 v USA (skončila v září 2007)



# Internet2 v USA podrobněji (2008)





# Prototyp sítě pro bezpečnou komunikaci na bázi kvantové distribuce klíčů (QKD)



Quantum Point-to-Point Protocol (Q3P)  
Projekt SECOQC – říjen 2008

K historii sítí a Internetu v ČR viz prezentace na  
**<http://www.cesnet.cz/akce/2012/20let-internetu/>**