



# Úvod. Modely sítí.

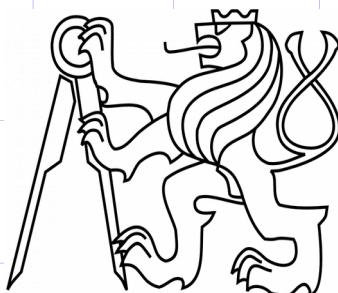
RNDr. Ing. Vladimir Smotlacha, Ph.D.

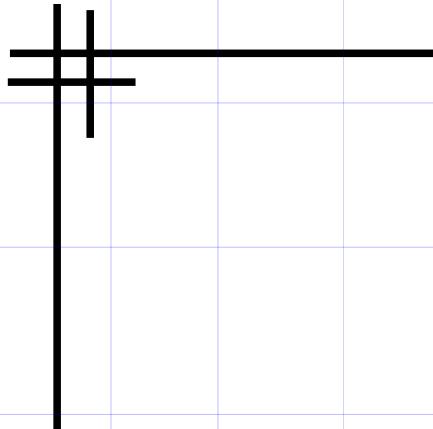
Katedra počítačových systémů  
Fakulta informačních technologií  
České vysoké učení technické v Praze  
© Vladimír Smotlacha, 2019

# Počítačové sítě BI-PSI

## LS 2018/19, Předn. 1

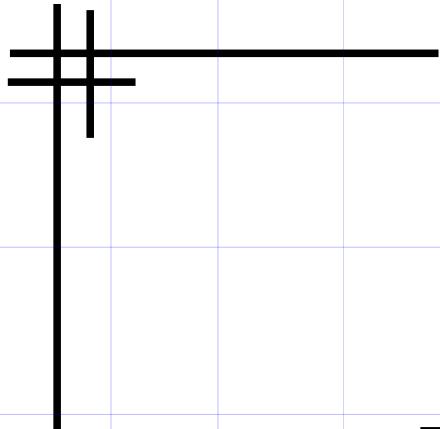
<https://edux.fit.cvut.cz/BI-PSI>





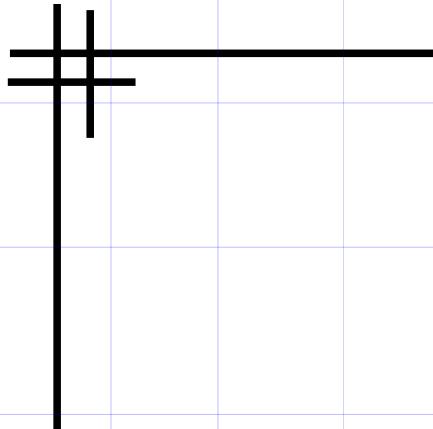
# BI - PSI

- organizace předmětu
  - přednášky - 12x za semestr
  - teoretická cvičení (prosemináře) - 6x za semestr
  - praktická cvičení (laboratoře) - 6x za semestr
- WWW
  - <https://courses.fit.cvut.cz/BI-PSI>



# BI - PSI

- Přednášející
  - RNDr. Ing. Vladimír Smotlacha, Ph.D.
- Prosemináře
  - Ing. Viktor Černý
- Laboratorní cvičení
  - RNDr. Dana Čermáková
  - Ing. Pavel Kubalík, Ph.D.
  - Ing. Viktor Černý
  - Ing. Yelena Trofimova
  - Ing. Ondřej Lauer



# Literatura

Dostálek L., Kabelová A.: Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS, (5. vydání), Computer Press, 2008

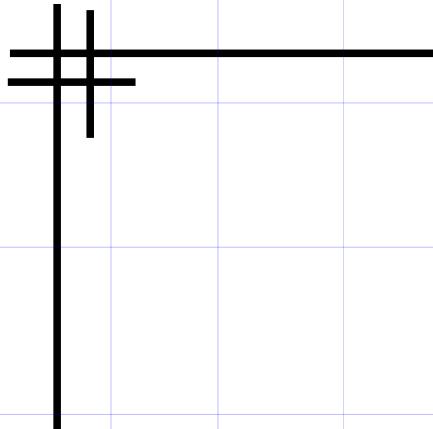
Tanenbaum A., Wetherall D.: Computer networks (5<sup>th</sup> edition), Prentice Hall, 2011

Kurose J., Ross K.: Computer Networking, Addison-Wesley, 2013 (český překlad Albatros Media, 2014)

Stevens R.: TCP/IP Illustrated (Vol 1, 2), Addison-Wesley

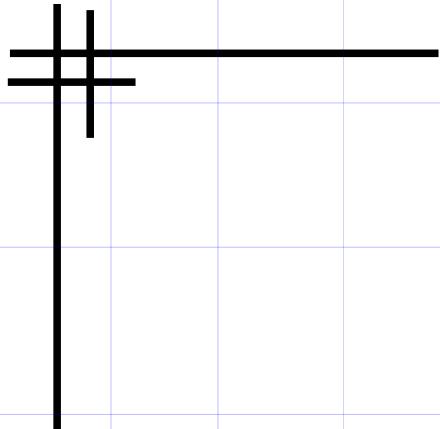
# Hodnocení

- Semestr: 50 bodů
  - Laboratoře: 32 bodů
    - laboratoře 16 bodů
    - programovací úlohy: 16 bodů
  - Testy na cvičeních: 5 + 13 bodů
- Zkouška: 50 bodů
- Zápočet (podmínka nutná, splnění do konce záp. týdne)
  - je třeba mít splněné 3 povinné laboratorní úlohy
  - získat min. 18 bodů z laboratoří
  - je nutné odevzdat 1. programovací úlohu



# Hodnocení (2)

- Zkouška je převážně písemná
  - písemka je hodnocena  $5 * 10$  bodů
- Zkoušející vás při nejasnosti hodnocení vyzve k ústní zkoušce
- Poznámky:
  - student, který nedosáhne alespoň 20 bodů ze zkouškové písemky, bude hodnocen známkou *Nedostatečně*
  - student který neumí očíslovat IP síť bude hodnocen známkou *Nedostatečně*
- Další informace na webu předmětu BI-PSI
  - závazná je verze v CP



# Plán

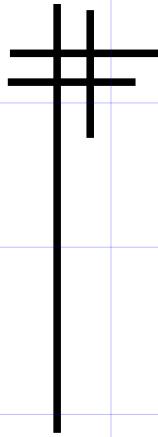
- semestr má 13 týdnů, přednášek je 12  
(18.2 – 19.5.)
- první týden je **sudý**
- 22.4. je Velikonoční pondělí, nenahrazuje se
- 12 přednášek, 6 proseminářů a 6 laboratorních cvičení
- proseminář a laboratorní cvičení má student v tomtéž týdnu

# Historie - ARPANET

- začátek 60. let
  - dosavadní technologie telefonních sítí je zranitelná v případě jaderné války
  - ministerstvo obrany USA (DoD) zadalo studii „odolné“ komunikační sítě
  - Paul Baran - idea nespojované (connectionless) sítě
  - DoD předal studii AT&T, to ji zamítlo
- 1962 – projekt počítačového výzkumu agentury ARPA (Advanced Research Projects Agency)
- 1969 – ARPANET
  - 4 uzly: UCLA, UCSB, SRI, University of Utah
  - protokol NCP
- 1972 – ARPANET má 29 uzelů, email

# Historie Internetu

- 1973 – ARPANET v Evropě (Norsko, Velká Británie), Ethernet, telnet
  - 1973/1974 – V. Cerf a R. Kahn vytvořili TCP/IP
  - 1981 – IPv4
  - 1983 – DNS
  - 1983 – TCP/IP jediným protokolem v ARPANETu
  - 1991 – vznik www (CERN)
- 
- 3. únor 2011 – rozdeleny poslední bloky adres protokolu IPv4, došlo k jejich vyčerpání.



# Historie Internetu - lidé

- Vint Cerf
    - spoluautor TCP/IP
  - Robert Kahn
    - spoluautor TCP/IP
  - Steve Crocker
    - autor RFC 1 – Host software
  - Jon Postel
    - editor RFC, administrátor IANA
- 
- Al Gore (senátor, vice-president 1993-2001)
    - jako první politik pochopil společenský a ekonomický význam počítačových sítí
    - v 70. a 80. letech aktivně podporoval rozvoj Internetu

# Vint Cerf na ČVUT (2007)



# Vint Cerf na ČVUT

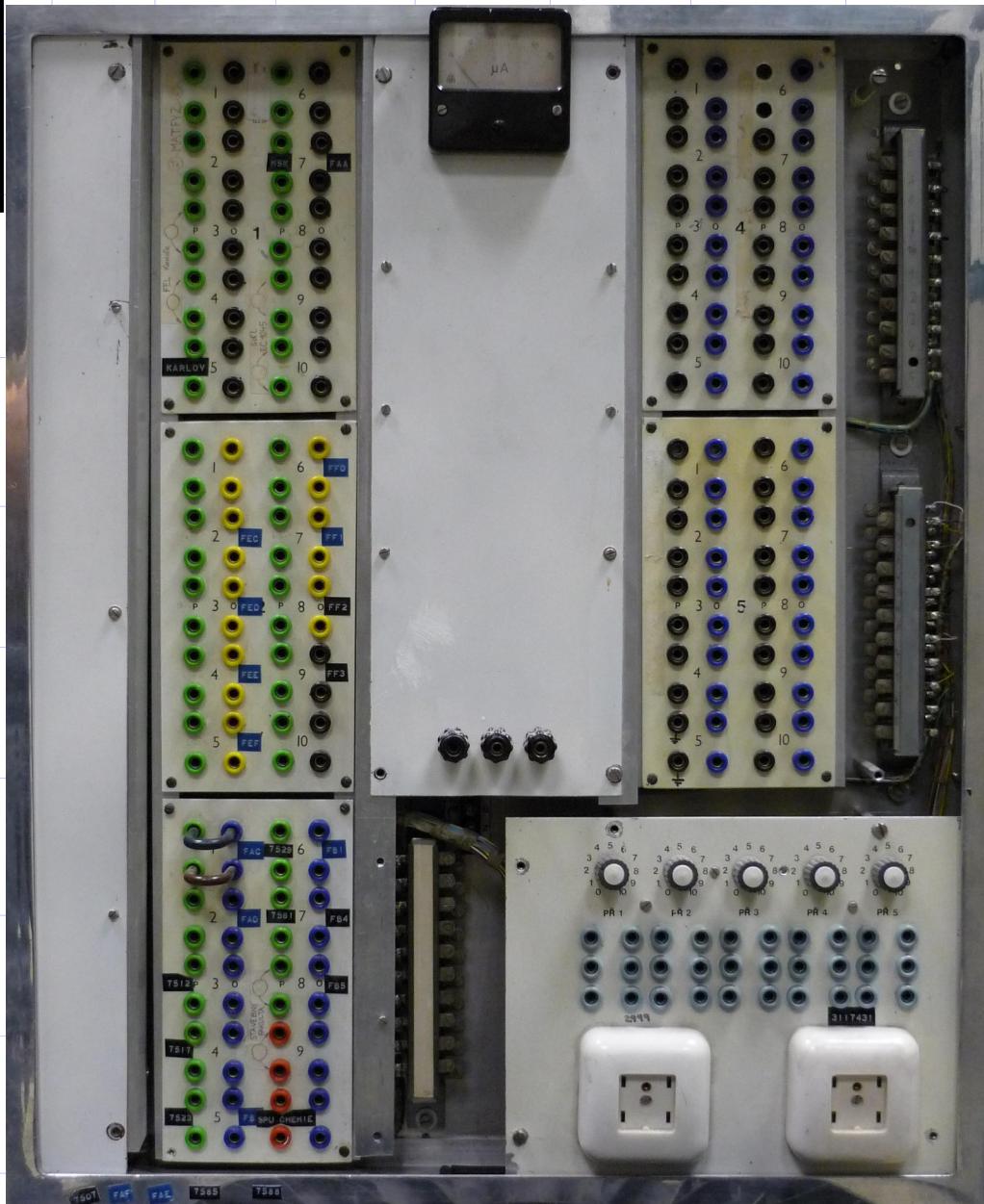


# Internet - organizace

- registrátoři domén a IP adres
  - IANA – root domain, adresy IPv4, čísla protokolů
  - RIPE (Evropa)
  - CZ.NIC – doména .cz
- standardy
  - IETF (Internet Engineering Task Force)
    - vydává dokumenty RFC – standardy Internetu
  - ISO (International Standards Organization)
  - ITU-T
    - součást ITU (International Telecommunication Union)
  - IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
  - NIST (National Institute of Standards and Technology)

# Internet v Česko(slovensku)

- období „před Internetem“
  - 1990 - EARN
    - linka Praha - Linec (ACOnet, 9,6 kb/s)
    - první uzel CSEARN na ČVUT
  - 1991
    - ACOnet jako gateway do Internetu
- 13.2.1992 – Československo připojeno do Internetu
  - linka 19.2 kb/s do Lince
- rozvoj Internetu v ČR (resp. Československu)
  - 1992
    - vznik národní sítě FESNET (Federal Educational and Scientific Network)
    - linka do Lince povýšena na 64 kb/s
  - 1993
    - FESNET změněn na CESNET, vzniká SANET
    - top-level domény .CS (zrušena 1995), .CZ a .SK



# Začátek Internetu v Československu 13.2.1992

Linka z Lince do  
Prahy - 19.2 kb/s

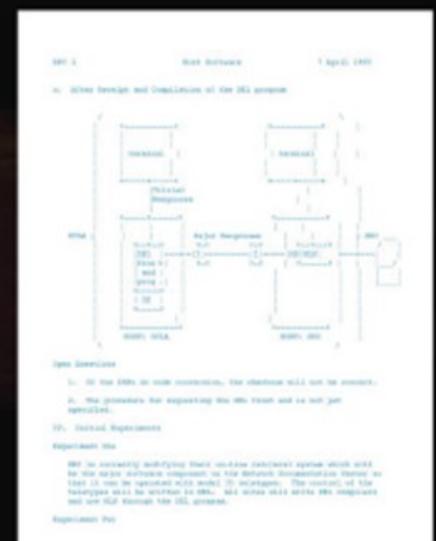
ČVUT, Zikova 4

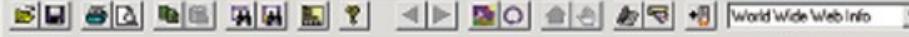


# 1969

**Steve Crocker** vytvořil první dokument **RFC**, nazvaný Host Software (RFC1).  
V něm předepsal vzájemný vztah mezi hosty a přístroji IMP.  
Je instalován první IMP uzel ARPANETu v UCLA.  
Do konce roku jsou nastaveny další tři uzly:  
ve Stanfordském výzkumném institutu,  
na kalifornské a utažské univerzitě.

*Steve Crocker creates the first **RFC** document  
named Host Software (RFC1).  
He described the relationship between  
the hosts and the IMP equipment.  
The first IMP ARPANET hub is installed  
at UCLA in California.  
By the end of the year,  
three additional hubs are installed at  
Stanford Research Institute,  
at the University of California  
and at Utah University.*





*Vint Cerf and his colleague Bob Kahn  
put together the Internet concept as it is known now.  
Dave Clark becomes the architect of the Internet  
and Jon Postel becomes the IP address administrator.*

# 1973

**Vint Cerf** a jeho kolega **Bob Kahn**  
dávají dohromady samotný koncept Internetu  
v podobě, v níž jej známe teď.  
Architektem Internetu se stává **Dave Clark**  
a správcem síťových adres **Jon Postel**.



VINT CERF



BOB KAHN



DAVE CLARK



JON POSTEL



Provoz v síti ARPANET rapidně vzrůstá, protože sítě mohou nadále využívat i běžní uživatelé, vývojáři, univerzity. ARPANET se proto rozděluje do dvou větví: samotný **ARPANET** nadále zůstává pro akademické využití,

**MILNET** zabezpečuje potřeby armády. Propojovací síť je známá jako DARPA Internet (Defense Advanced Research Projects Agency), zkráceně **Internet**.

*Operation of the ARPANET network expands rapidly through its use by users, developers and universities.*

*ARPANET is divided into two branches:*

***ARPANET** itself is assigned to academic use, while **MILNET** is dedicated for the military. The interconnection network is named DARPA Internet (Defense Advanced Research Projects Agency), or simply **Internet**.*

# 1978

Zveřejněny první verze propojovacího „jazyka“ Internetu - protokolu Internetu **IP** a protokolu pro řízení přenosu **TCP**.



*The first versions of the connection „language“ for the Internet, Internet Protocol (**IP**) and Transfer Control Protocol (**TCP**), are published.*



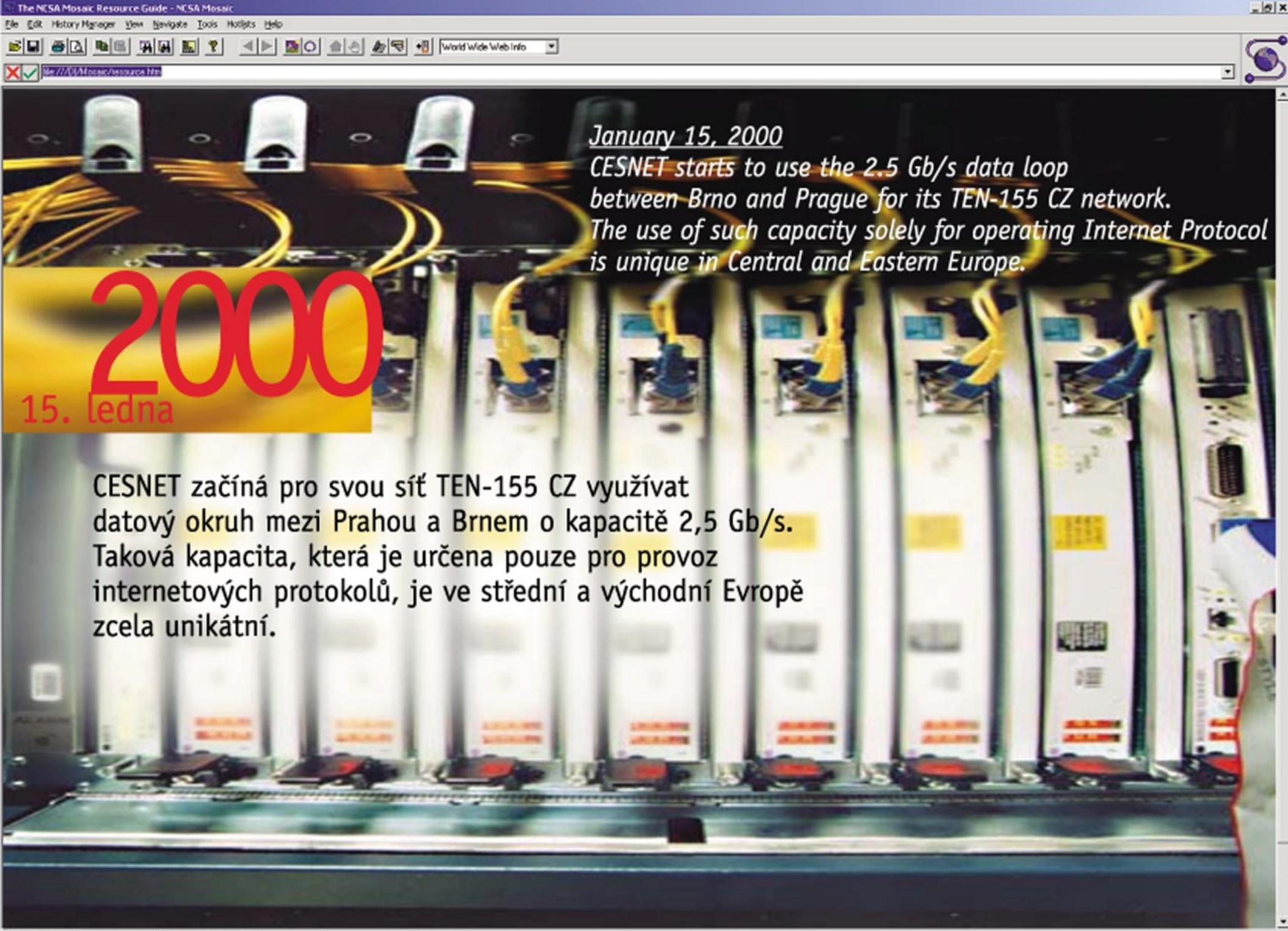
13. února



Na ČVUT Praha dochází ke slavnostnímu aktu formálního připojení Československa k Internetu, mj. i za účasti představitelů agentury NSF.

February 13, 1992

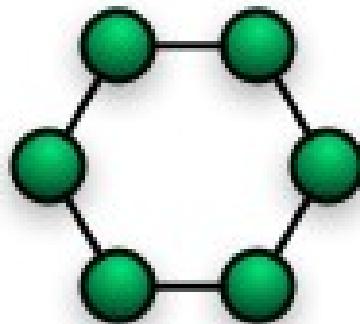
*An official ceremony marking the connection of Czechoslovakia to the Internet is held at Czech Technical University in Prague with NSF agency representatives present.*



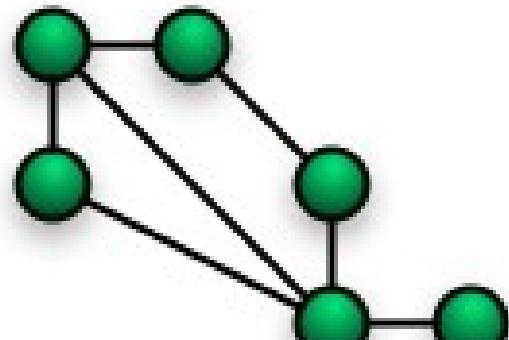
# Taxonomie sítí

- přepojování
  - přepojování okruhů (Connection-Oriented)
  - přepojování paketů (Connectionless)
- architektura
  - peer-to-peer, client – server
- použití
  - veřejná, privátní
- rozlehlosť
  - PAN (~ 1 m)
  - LAN (~ 100 m)
  - MAN (~ 10 km)
  - WAN (~ 1000 km)
- topologie
  - sběrnice, hvězda, kruh, ...

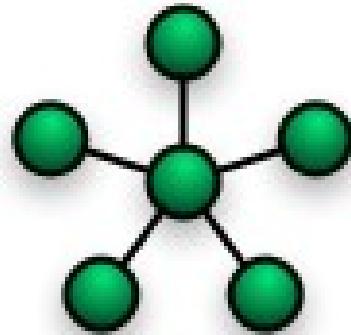
# Topologie sítí



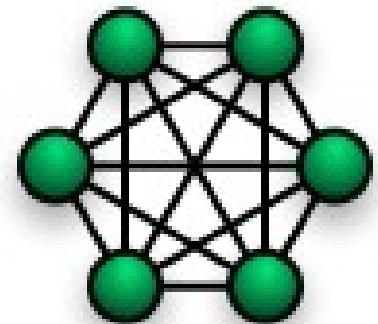
Ring



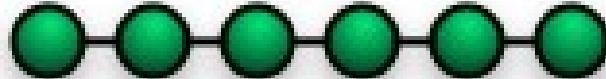
Mesh



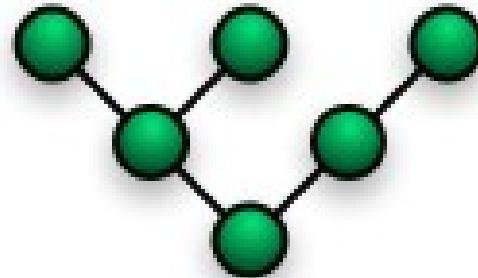
Star



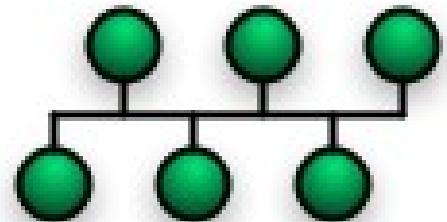
Fully Connected



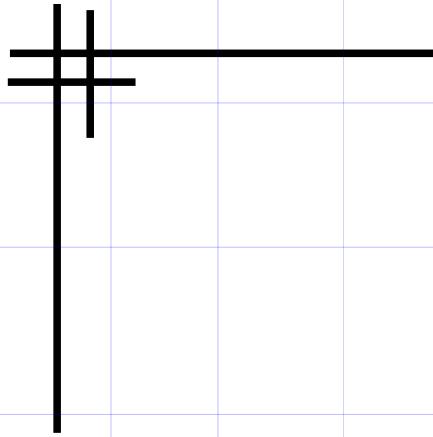
Line



Tree

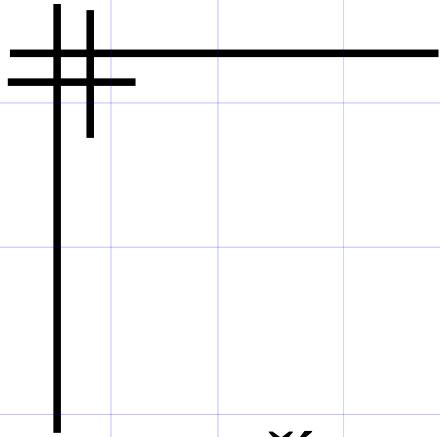


Bus



# Vrstvy a protokoly

- vrstvy (layer / level, stack)
  - dekompozice systému
  - zjednodušení návrhu
  - nezávislost implementace, možnost výměny
- protokoly
  - vztahuje se k určité vrstvě
  - definuje způsob komunikace dvou stran

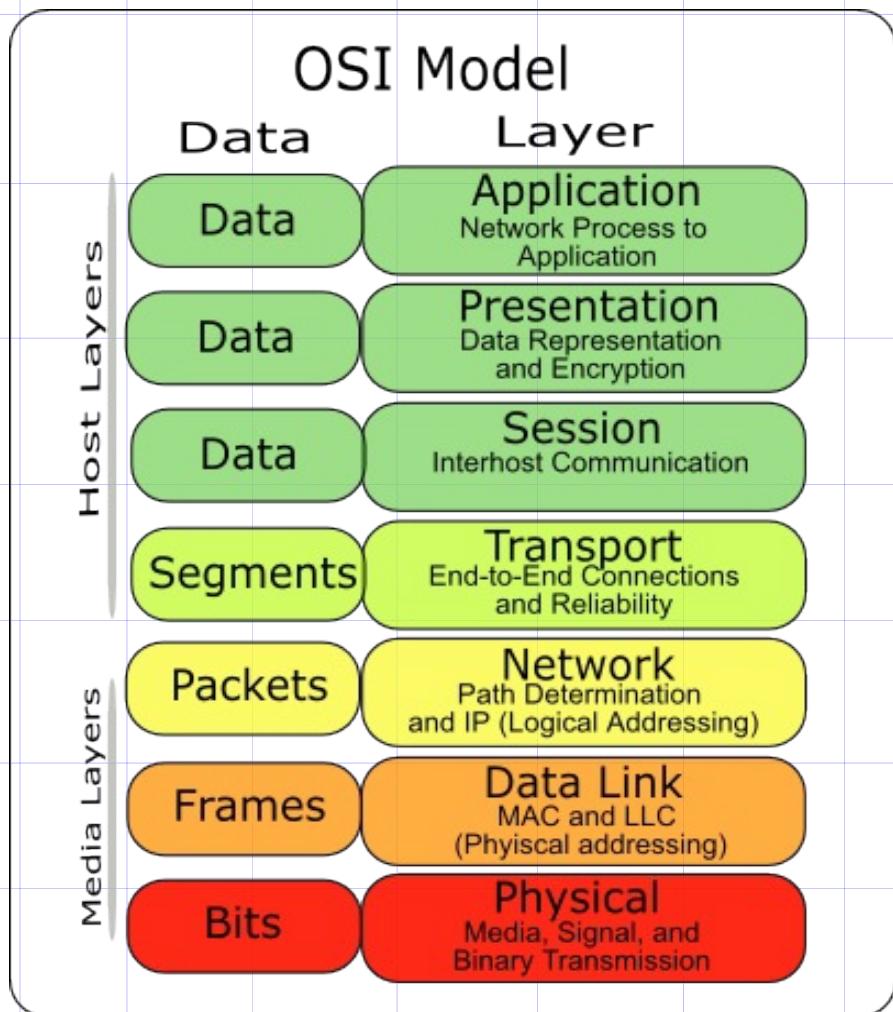


# Funkce vrstev

- přímo interagují se sousedními vrstvami
  - poskytují služby vyšším vrstvám
  - využívají služeb nižších vrstev
- komunikují se stejnými vrstvami
- vrstvy nižší úrovně přidávají své informace k bloku dat z vyšší úrovně
  - příklad: chci poslat dopis poštou
    1. napíší dopis
    2. dopis vložím do obálky s adresou příjemce
    3. ofrankovanou obálku vhodím do poštovní schránky

# Model OSI

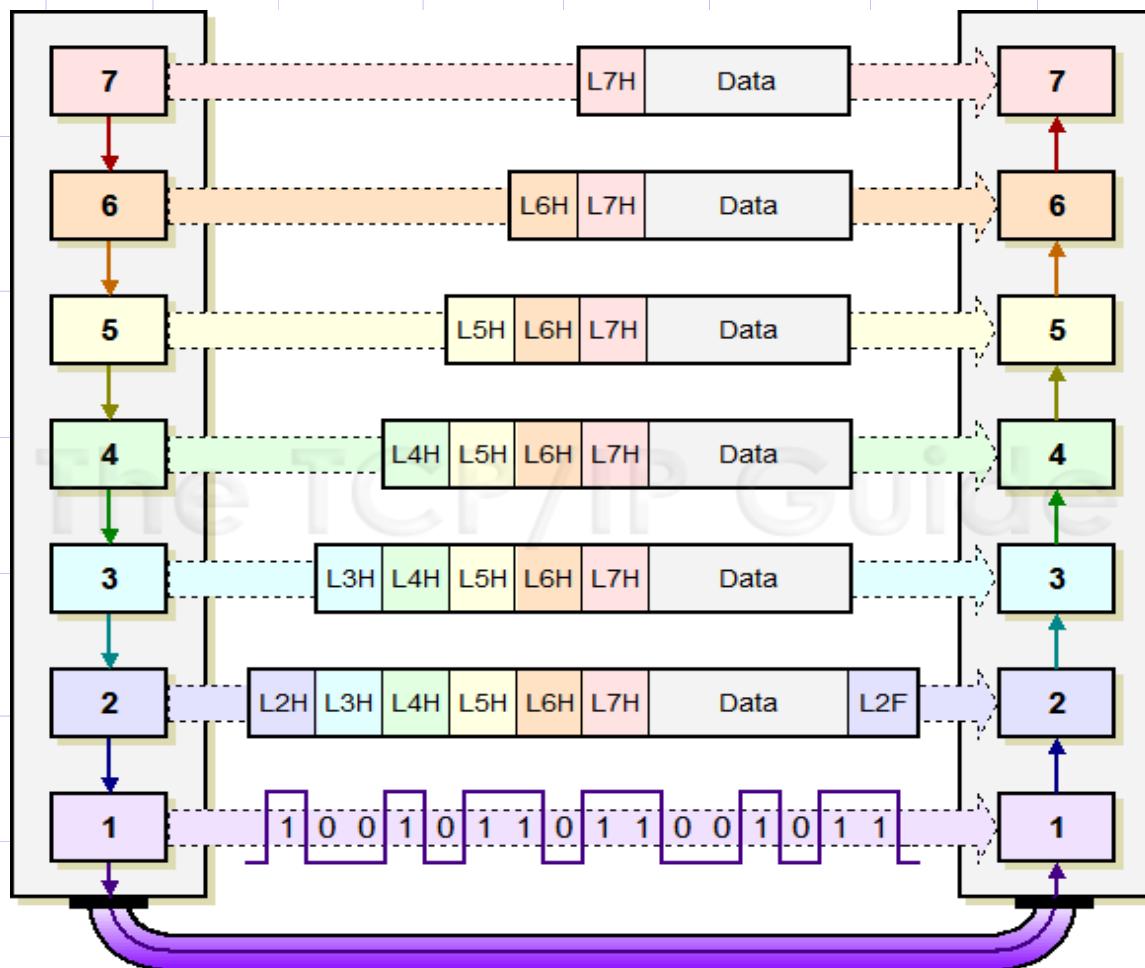
(Open System Interconnection)



7 vrstev:

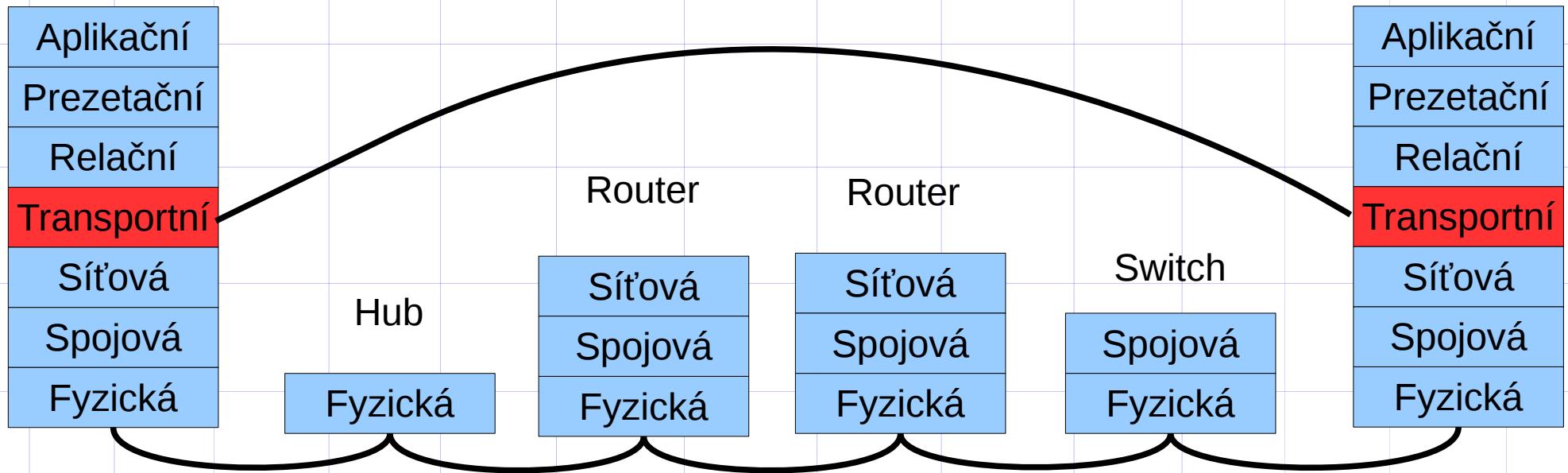
aplikáční  
prezentační  
relační  
transportní  
síťová  
spojová (linková)  
fyzická

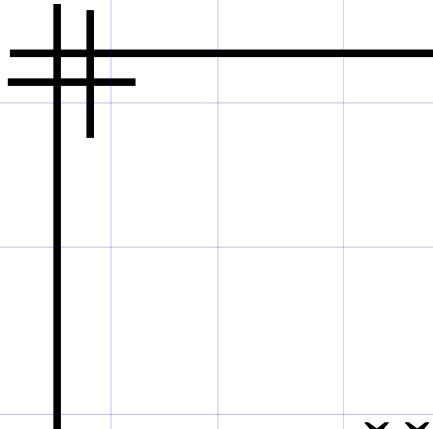
# Zapouzdření dat v OSI



zapouzdření  
(data encapsulation)

# Komunikace mezi vrstvami





# Fyzická vrstva

- umožňuje přenos bitů kanálem
- definuje „0“ a „1“ resp. způsob modulace pro skupinu bitů
- předepisuje vlastnosti média
- určuje způsob sdílení média
- definuje elektrické a mechanické vlastnosti rozhraní
- příklady
  - Ethernet 10BaseT
  - RS232
  - ADSL

# Spojová (linková) vrstva

- funkce spolehlivého spojení (detekce, příp. korekce chyb)
- formátování dat do rámců
- řízení přístupu k lince (medium access control)
- řízení toku na lince
- jednoznačná adresa v rámci segmentu sítě
  - např. MAC v Ethernetu
- příklady
  - PPP
  - LLC 802.2
  - Ethernet

# Síťová vrstva

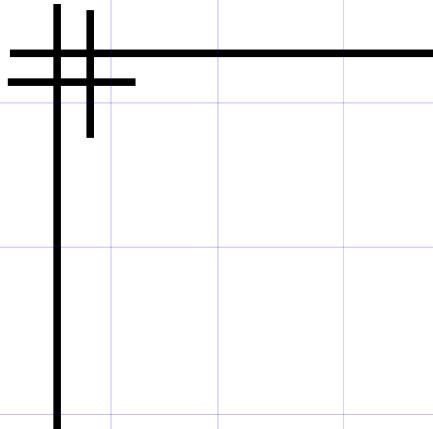
- adresace a směrování dat přes mezilehlé prvky
- jednoznačná adresa v rámci celé sítě (síťová adresa)
  - např. IP adresa
- síťová služba se spojením
- síťová služba bez spojení
- příklady
  - IP
  - X.25
  - IPX

# Transportní vrstva

- rozklad dat na pakety
- uspořádání paketů podle pořadí
- multiplexuje a demultiplexuje data mezi transportními spoji
- transportní adresy (adresa, port)
- koncové řízení toku
- příklady
  - UDP
  - TCP

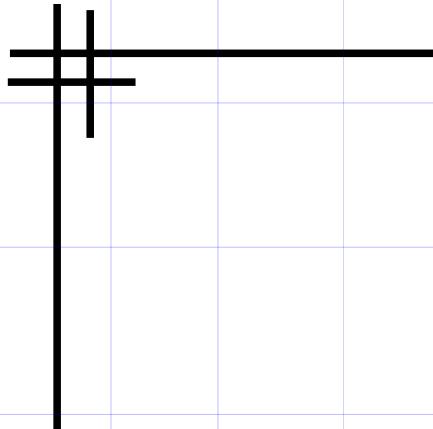
# Relační vrstva

- vytváření logického rozhraní pro aplikace
- synchronizace spojení (transakce)
- přihlášení, udržení relace
- příklady
  - RPC
  - sdílení disků.



# Prezentační vrstva

- formátování a prezentace dat
- transformace dat
  - např. komprese / dekomprese
- kódování
  - např. různé kódování češtiny
- šifrování
- příklady
  - kódování ASCII/EBDIC,
  - XDR, ASN.1



# Applikační vrstva

- způsob komunikace aplikací
  - protokoly
- podpůrné funkce aplikacím
- představuje interface pro uživatele
- příklady
  - el. pošta – SMTP
  - web - HTTP

# Model TCP/IP



Rozdíly proti modelu OSI

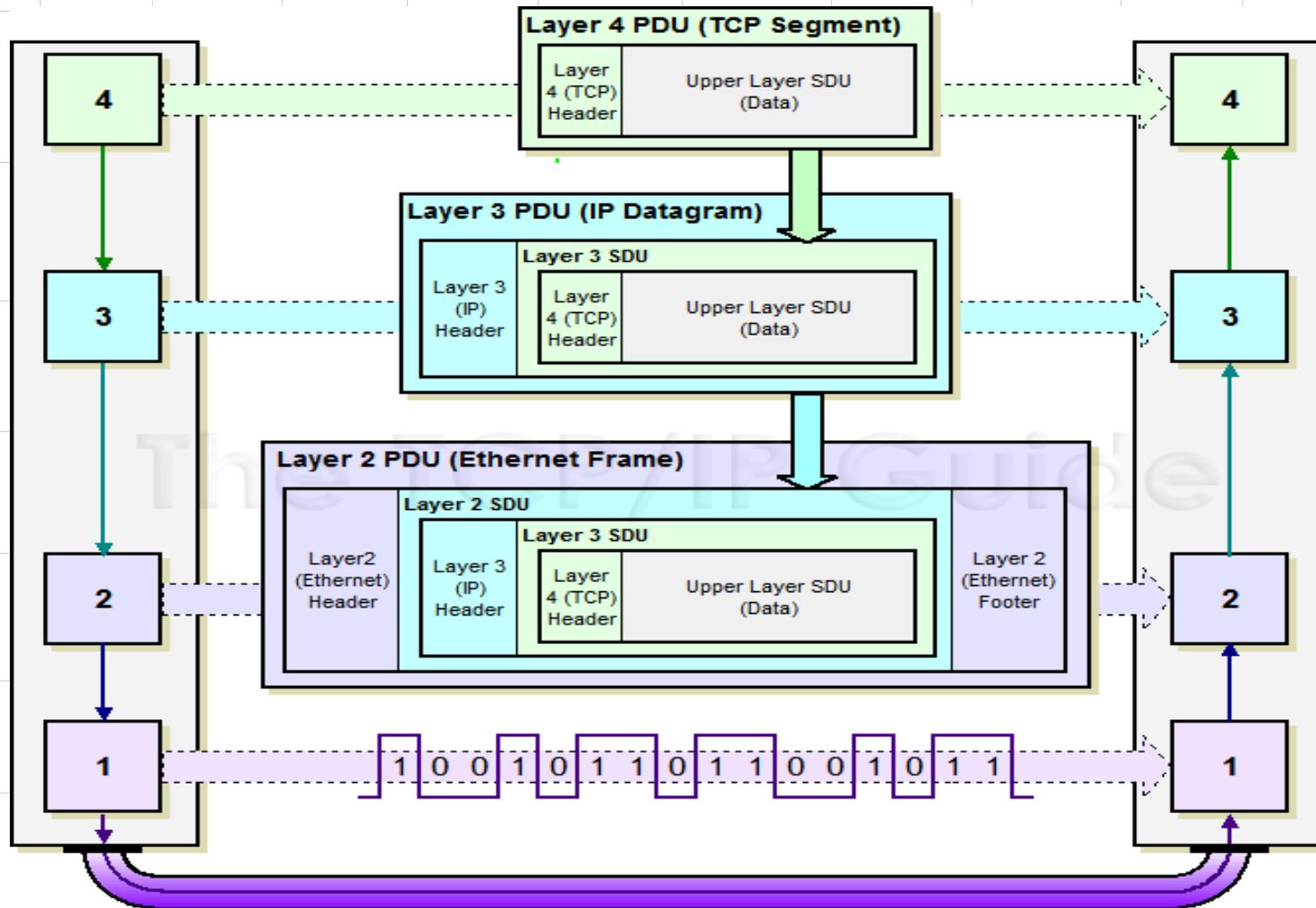
Vynecháno:

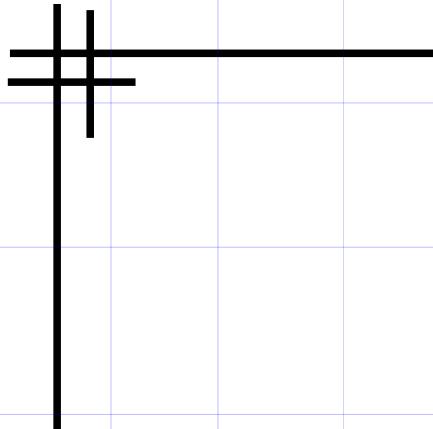
- prezentační
- relační

Sloučeno:

- linková
- fyzická

# Encapsulace v TCP/IP



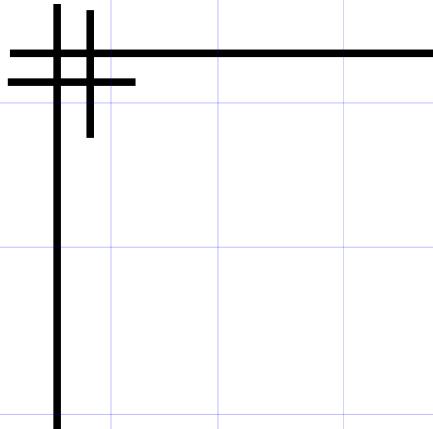


# OSI model a realita

- model se osvědčil pro popis sítí a protokolů
- nestal se univerzálním standardem reálných sítí
  - přišel ve špatnou dobu
  - nebyla vhodná technologie
  - není úspěšná implementace

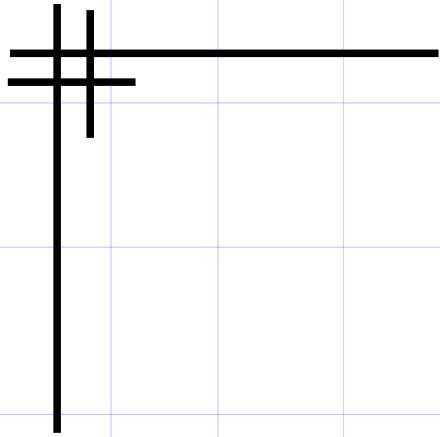
# TCP/IP model a realita

- vznikl v akademickém prostředí s využitím grantů ale bez podílu telekomunikačních firem
- je globálně úspěšný díky Internetu
- model vznikl dodatečně, prvotní byly protokoly
- problémy
  - není obecný, nevhodný pro popis jiných sítí
  - nerozlišuje mezi fyzickou a linkovou vrstvou
  - některé protokoly vznikly živelně bez předchozí analýzy



## Poděkování

- Janu Kubrovi z FEL ČVUT za poskytnutí slajdů, které byly částečně využity v této a některých následujících přednáškách
- CESNET z.s.p.o. za poskytnutí fotografií a posterů k historii Internetu



Děkuji za pozornost