

Úvod do počítačových sítí

Doc. RNDr. Luděk Matyska, CSc.
(RNDr. Eva Hladká, RNDr. Petr Holub)

Co jsou to sítě?

- Telefonní sítě
- Datové sítě
- Různé potřeby různých sítí

Vývoj telefonních sítí

- *Point to point connection* aneb pouhý drát
- Sítě spojované operátorkami
- Sítě spojované relé
- Spojované sítě (connection oriented networks), okruhy (circuits), udržování stavu (state awareness)
- Homogenita požadavků v telefonní síti
- Spolehlivost: od žádného zajištění po současnou telefonní síť (mesh)

Datové sítě

- Rozvoj začíná v 70. letech
- Best-effort networks, stateless networks (paketové sítě)
- Heterogenní požadavky na datovou síť
- Problém se zajištěním kvality služeb, tzv. QoS (Quality of Service) na best-effort sítích

Jak běžel čas...

- 1969 - ARPANET
- 1971 - email
- 1972 - telnet
- 1973 - FTP
- 1976 - královna Elizabeth posílá e-mail
- 1977 - mailing list
- 1979 - Usenet, uucp
- 1981 - BITNET
- 1982-3 - TCP/IP
- 1984 - DNS
- 1986 - NSFNET
- 1990 - ARPANET končí
- 1991 - WWW, gopher
- 1992 - Veronica
- 1993 - Mosaic

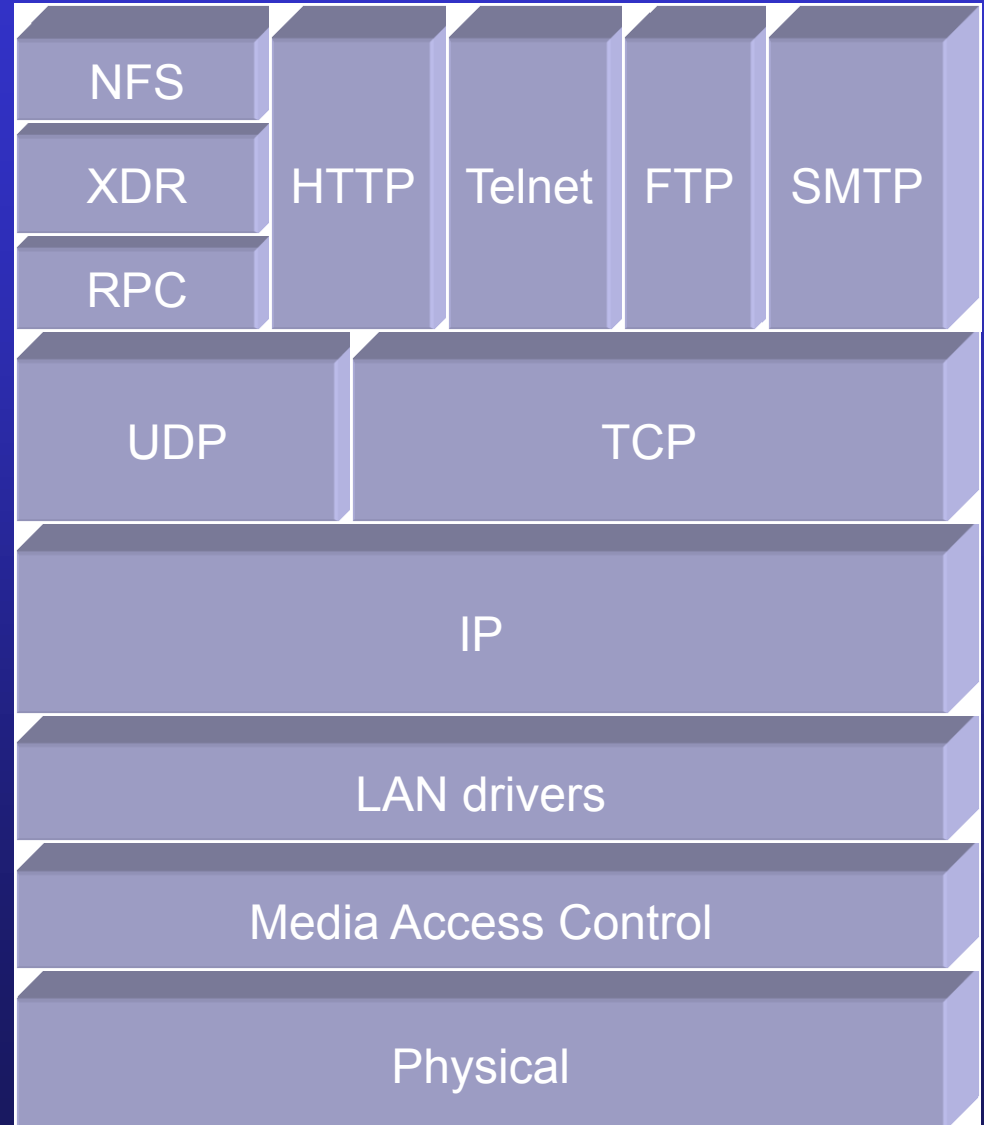
Referenční OSI model



Komunikace v OSI modelu



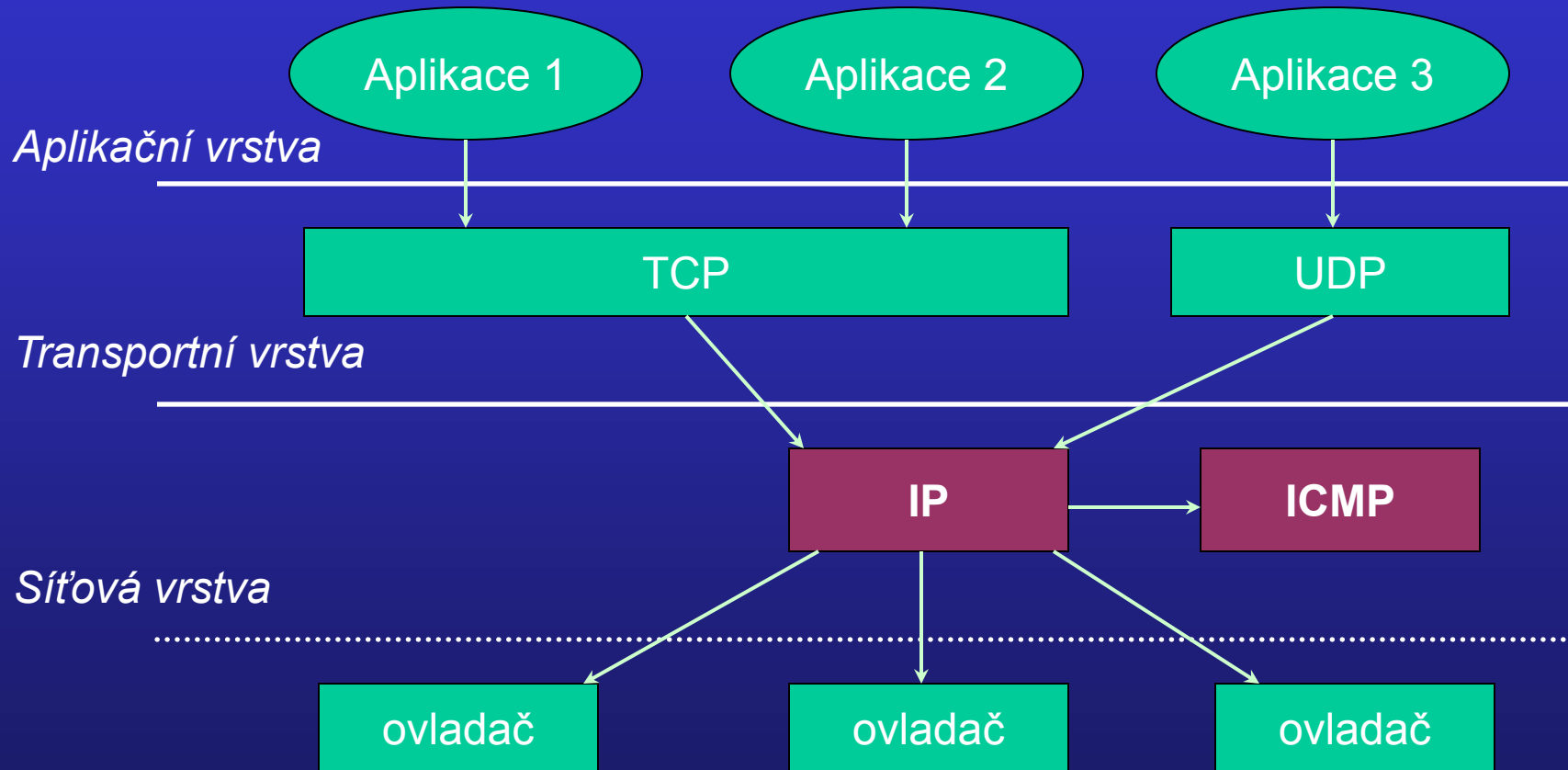
Mapování běžných internetových protokolů na OSI model



Příklady protokolů

- *Aplikační protokoly:*
HTTP, FTP, SNMP, Telnet, SSH, SMB, AppleTalk, X.500, NCP
- *Transportní protokoly:*
TCP, (UDP,) SPX, NetBEUI, ATP
- *Síťové protokoly:*
IP, IPX, NetBEUI, DDP

Model přesýpacích hodin



Vrstva datových spojů a vrstva fyzická

Srovnání přístupů - telco vs. data

Telefonní síť

- zaměřená na přenos analogového signálu
- connection oriented (circuits)
- homogenní požadavky
- automatická QoS

Datová síť

- zaměřená na přenos digitálních dat
- connectionless, stateless
- best-effort
- QoS se dosahuje obtížně

Zabezpečení přenosů na datových sítích

- Zabezpečení na úrovni *nad* IP vrstvou
TCP a další transportní protokoly - klasické řešení
- Zabezpečení na úrovni *pod* IP vrstvou
(v současné době je předmětem vývoje)
- Model přesýpacích hodin

Rozvoj datových sítí

- Různá transportní média
 - sítě na elektrických signálech
 - sítě na optických signálech
 - bezdrátová spojení (laser, MW, radiové spojení)
- Různý přístup na přenosové médium
 - Distributed Queue Dual Bus (DQDB)
 - Ethernet, přístup do bezdrátových sítí, SLIP: Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD), Carrier-Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)
 - Token Ring: Token Passing
 - Wave Division Multiplexing (WDM)
 - SDH a SONET

Rozvoj datových sítí

- Vysílání na více frekvencích na jednom přenosovém médiu - kódování:
 - baseband transmission
 - broadband transmission
 - WDM v optických sítích
- Zvýšení přenosových rychlostí

Ethernet

- Přenosová média, rychlosti a standardy:
 - 10Base2 (thinnet, bus, 10 Mbps)
 - 10Base5 (thicknet, bus, 10 Mbps)
 - 10BaseT (twisted pair - UTP/STP, star bus, 10 Mbps)
 - 100BaseTX (twisted pair, star (bus), 100 Mbps)
 - 100BaseFX (optické vlákno, star (bus), 100 Mbps)
 - 1000Base... (různé, star (bus), 1 Gbps)
- Pokryto standardy: IEEE 802.3 (Ethernet), 802.8 (optické spoje)

ATM

- Snaha vybrat to nejlepší z telefonních a datových sítí
- Udržuje během spojení obvody
- Rozdělení dat na malé části (ATM cells, 48 bytů data, celkem 53 bytů) - snadný *multiplexing*
- Velký overhead:
 - při přenosu dat roste overhead s množstvím dat
 - overhead při udržování informací o stavech obvodů po celé síti
- V současné době není považováno za perspektivní technologii
- Typické rychlosti: 34 Mbps, 155 Mbps, 622 Mbps
- Snadno zajistitelné QoS

Bezdrátové technologie

- Radiové spoje
- Mikrovlnné spoje
- Infračervené spoje
- Laserové spoje

- + flexibilita spojů
- - snadný odposlech

- Pokryto standardy IEEE 802.11{b,f,g...}
- Zájem na vhodném zabezpečení (56 a 128 bitové šifrování)
- velký rozmach v poslední době: instalace do budov, komunikace (nejen) mobilních zařízení

Přepojování (switchování)

- Ve spojovaných sítích se jedná o přepínání okruhů
 - ustanovuje se komunikační cesta (okruh)
 - udržuje se dokud jeden z koncových uzlů neukončí
 - spojení je dedikované komunikaci konkrétních dvou uzlů
- V nespojovaných sítích se jedná o přepínání paketů (méně spolehlivé, rychlé)
 - data jsou vysílána v samostatných paketech
 - neudržuje spojení mezi koncovými body
 - data mohou chodit různými cestami
 - je podporována proměnná rychlost dat a prioritizace provozu
 - odděluje kolizní domény

Režimy přepínání

- *Store-and-forward*: přepínač přijme celý paket, ověří CRC a poté přeposílá dále (latence roste s délkou paketů)
- *Cut through*: načte se pouze hlavička packetu a okamžitě přeposílá dále (poskytuje horší možnost zachytu chyb)
- *Fragment-free*: načte celé kolizní okno (64 bytů) a přeposílá pouze v případě, že je bezchybný (kolize ve většině případů nastává právě na počátku v během kolizního okna)
- *Hybridní*: kombinace předešlých

Směrování

- Úkolem směrování je výběr nejlepší cesty dle různých kritérií (např. propustnost, zpoždování, cena)
- Směrovací algoritmy
 - požadavky: správnost, jednoduchost (rychlost), robustnost (správnost při poruchách), stabilita, spravedlivost, optimálnost, efektivnost (úměrnost výpočtu)
 - grafové algoritmy jsou algoritmy nad grafy s ohodnocenými hranami a uzly obsahující kružnice; grafy se dynamicky mění v čase (nelze znát aktuální stav sítě!!!)
 - algoritmus Bellman-Ford
 - algoritmus Dijkstra
- Běžné protokoly: OSPF, RIP, BGP

Hierarchie adres

- IPv4
- Adresy tříd
- Maskování

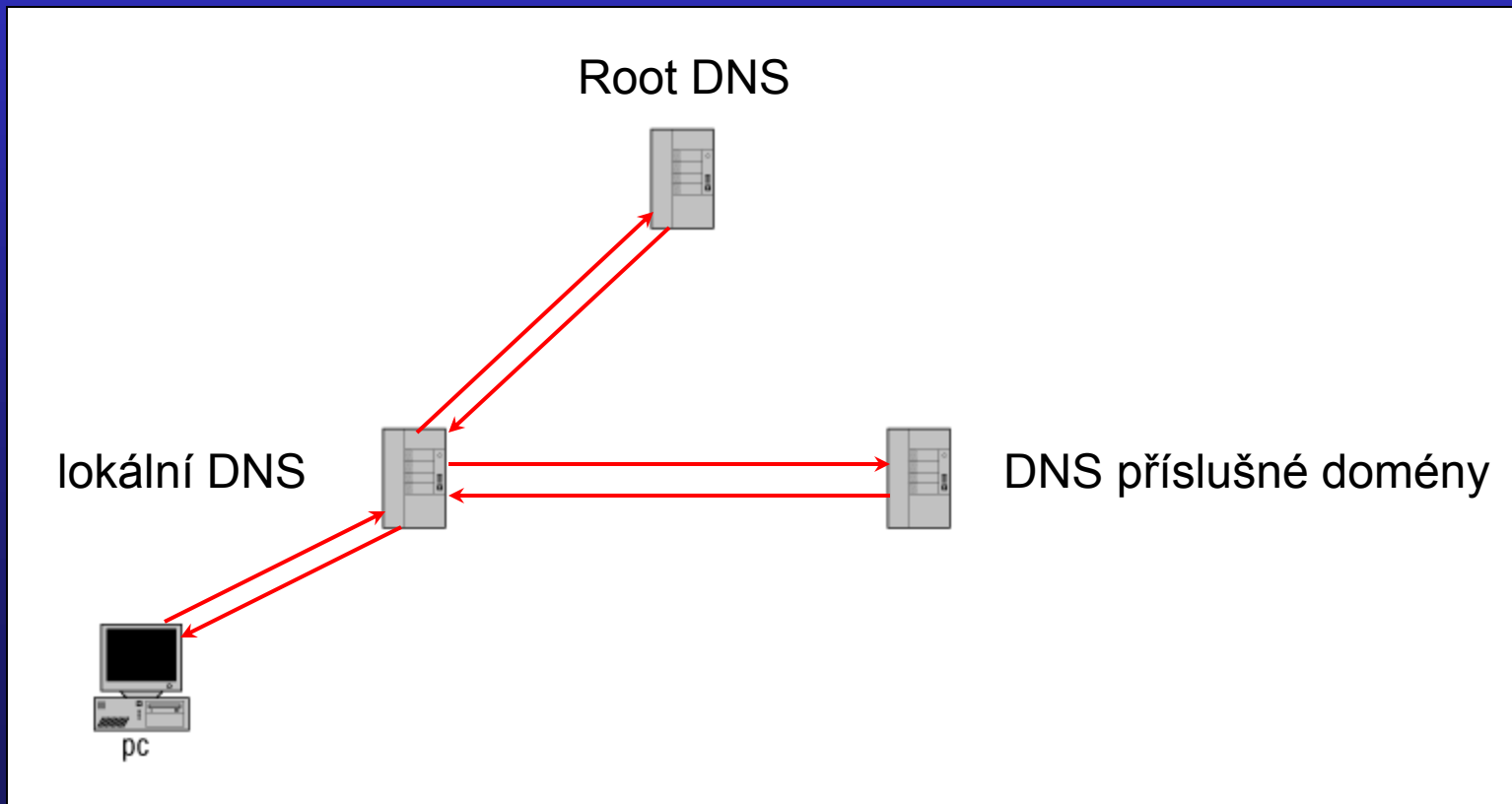
A,	B,	C	
147	251	48	1
255	255	255	0

10010011	11111011	00110000	00000001
11111111	11111111	11111111	00000000

- Hierarchické rozdělování IP adres

DNS

- Překlad mezi jménem a IP adresou stroje
- Hierarchické uspořádání

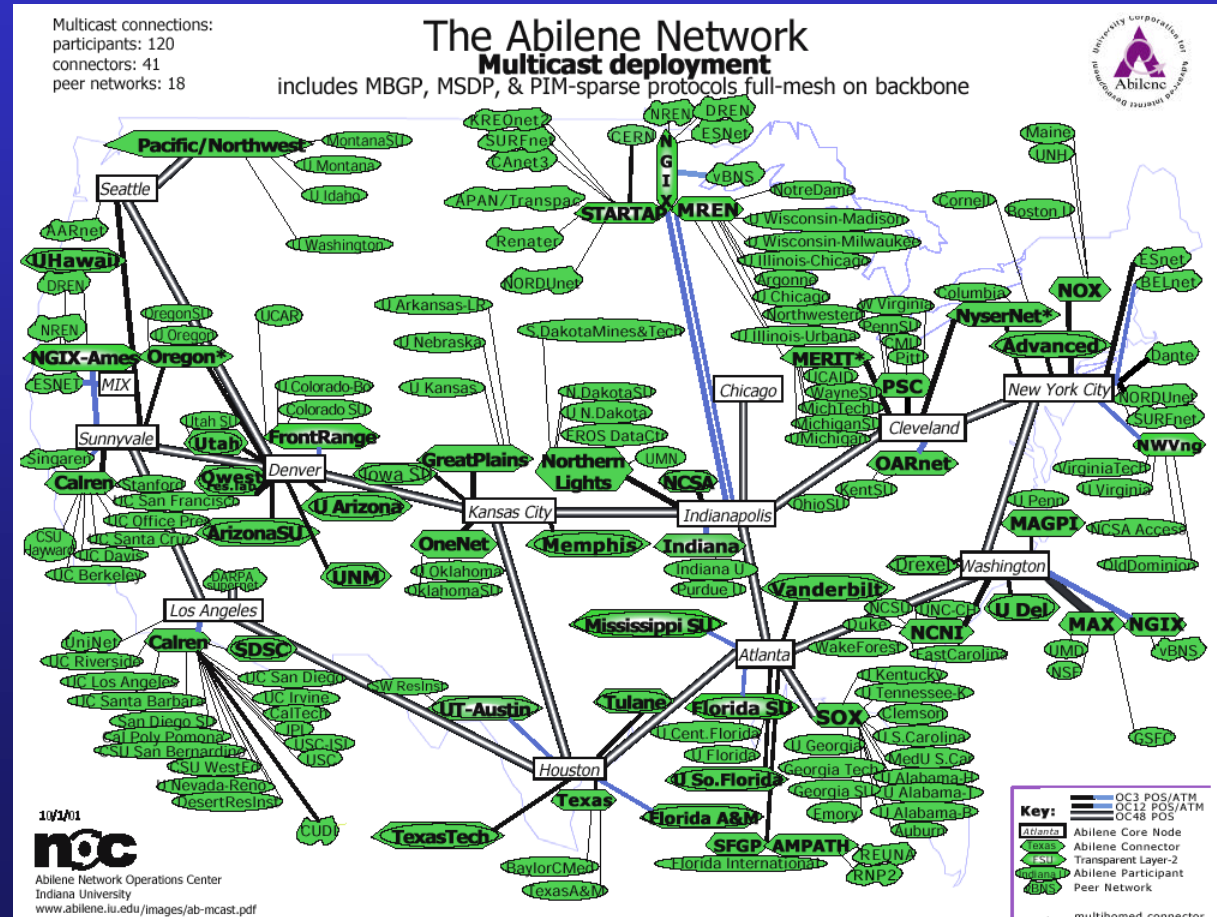
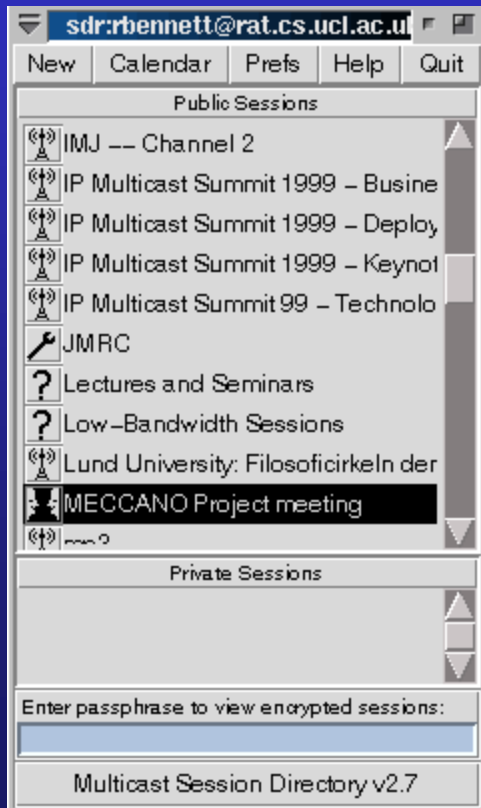


Multicast - skupinové vysílání

- Zprostředkování komunikace v režimech 1:N a N:M
- Duplikace dat uvnitř sítě
- Jedny data po jedné lince *pouze jednou* bez ohledu na počet účastníků
- S příchodem vysokorychlostních sítí se objevují velmi zajímavé technologie pro přenos dat tak, aby bylo lze zaručit, že účastník přijme všechna data (byť ne v reálném čase) - využití i pro jiné účely než distribuce audia/videoa
- Protokoly pro směrování a správu skupin
- Technologické problémy v implementaci v současných aktivních prvcích sítě

MBone

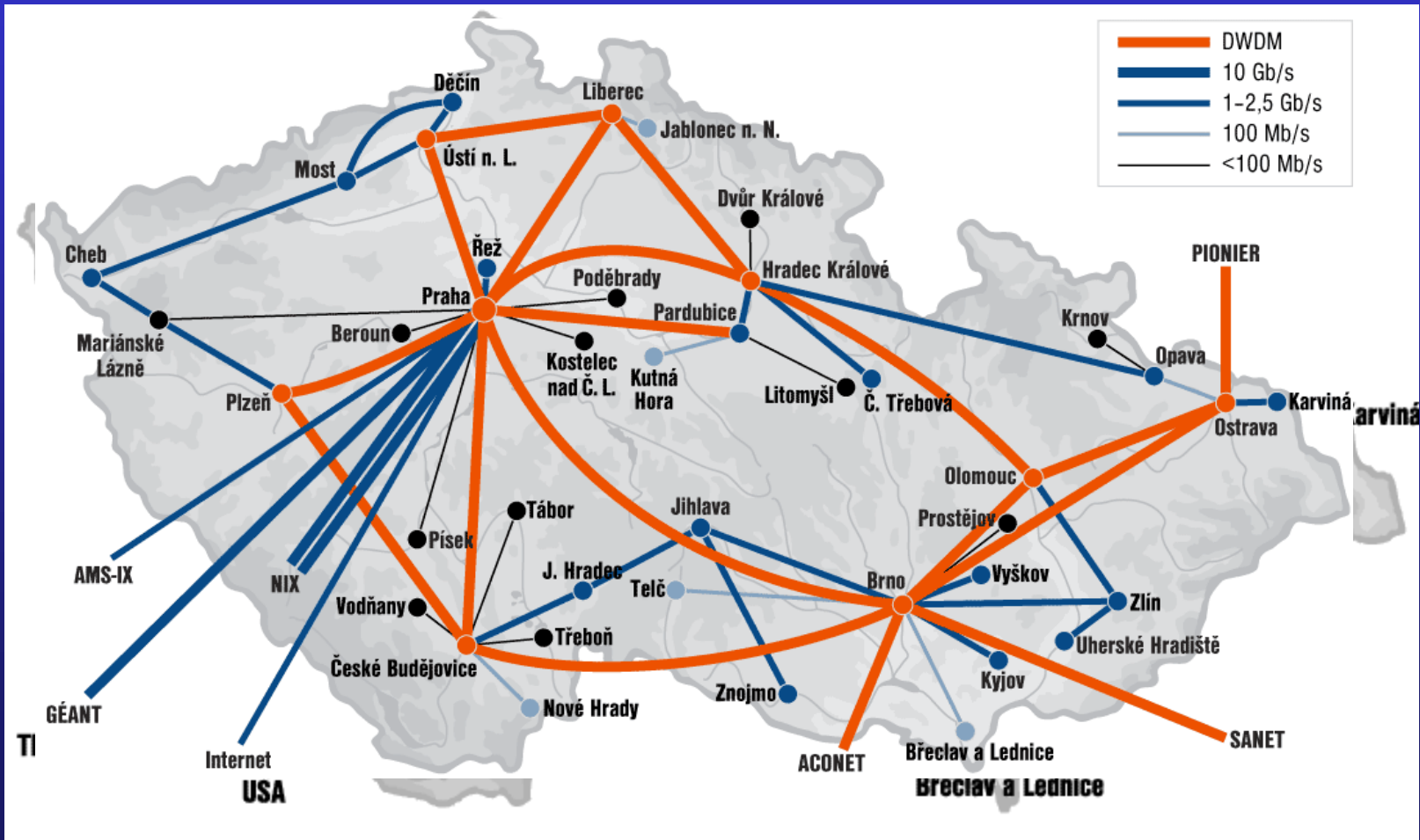
- Multicastová podsíť Internetu



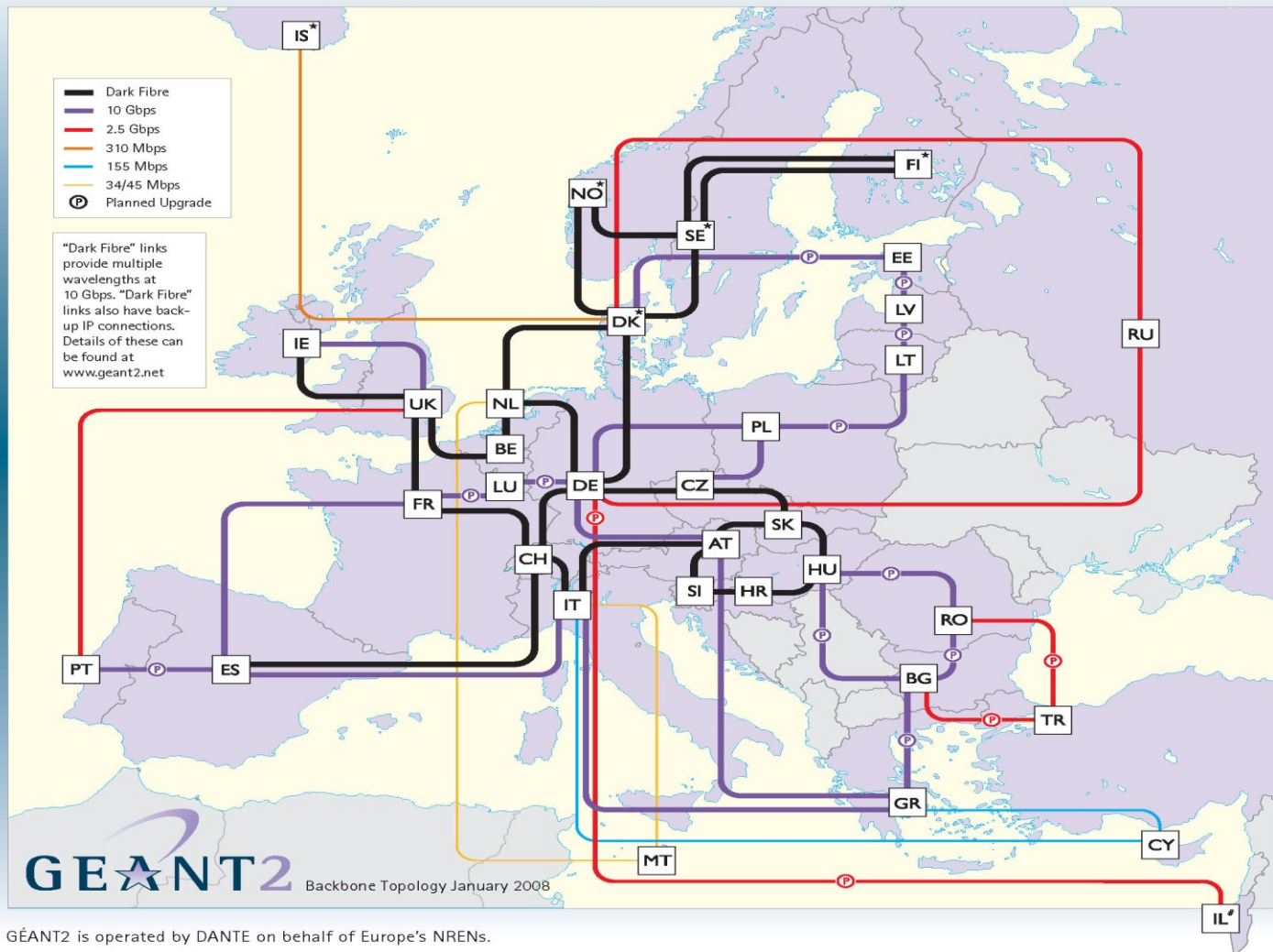
Výkonnostní parametry sítí

- Šířka pásma (bandwidth, throughput)
 - Latence/zpoždění (latency/delay)
 - Dostupnost (availability)
 - Ztrátovost paketů (packet loss)
 - Rozptyl zpoždění (jitter)
-
- Jak hodnotíme kvalitu služby? Jaké parametry jsou pro naši aplikaci nejvhodnější?

Sít' CESNET2



Sít' GÉANT



GEANT2 is operated by DANTE on behalf of Europe's NRENs.

Sit' Internet2

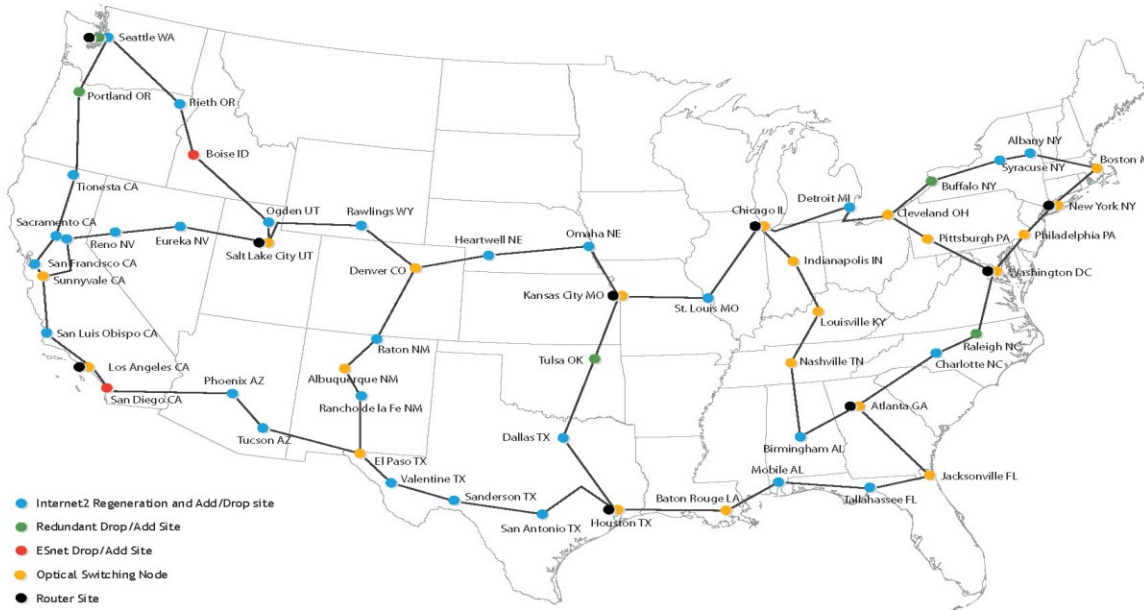
ciena

Ψ INDIANA UNIVERSITY

infinera

Juniper NETWORKS

Level(3)

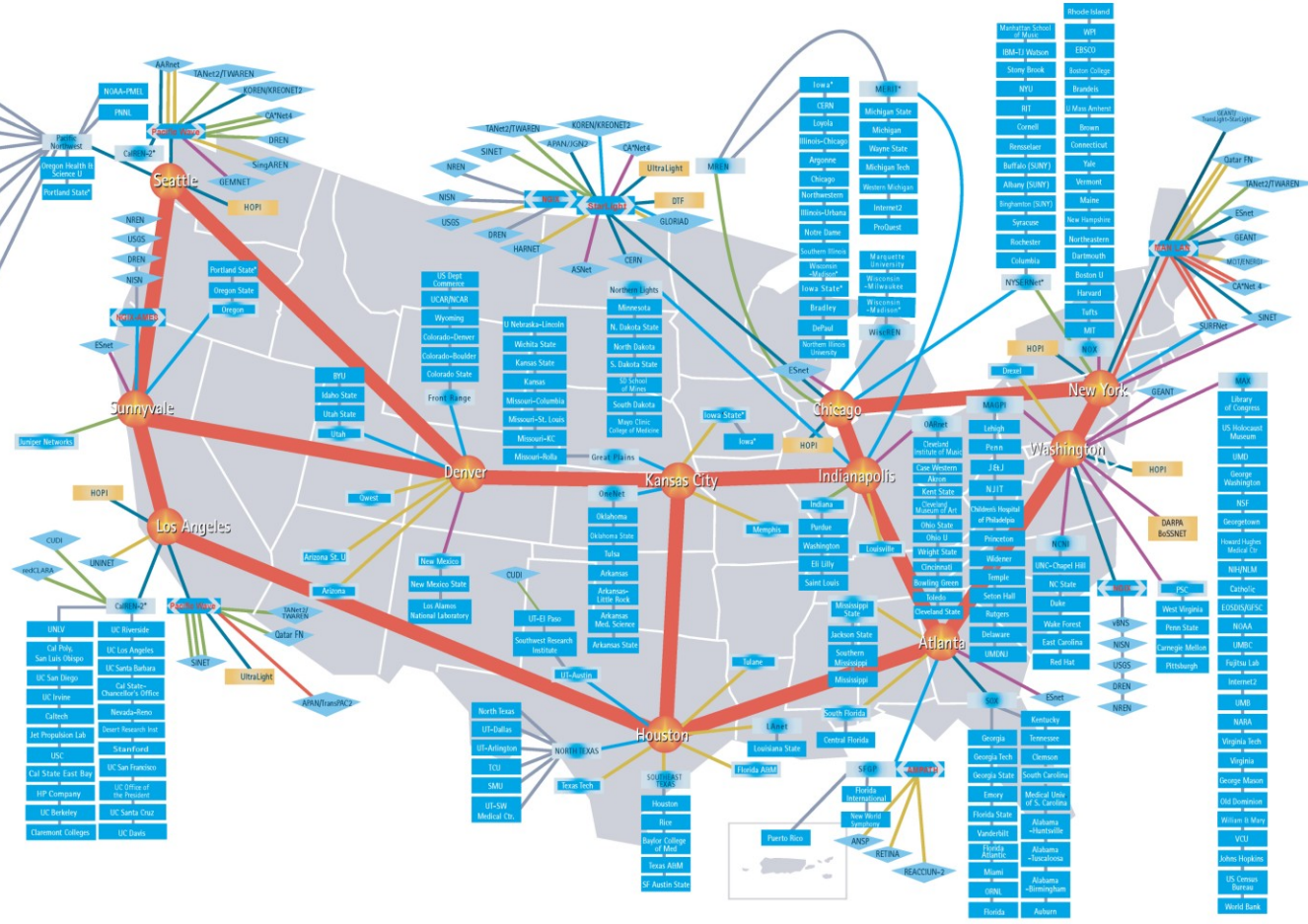


- CONNECTORS**
- 3ROX
 - CENIC
 - CIC OmniPoP
 - Drexel University
 - GNP
 - Indiana GigaPoP
 - LEARN
 - LONI
 - MAGPI
 - MAX
 - MCNC
 - Merit Network
 - MREN
 - NOX
 - NYSERNet
 - Pacific Northwest GigaPoP
 - SoX
 - UEN
 - University of Louisville
 - University of Memphis
 - University of New Mexico
 - University of Oregon
 - University of South Florida



Abilene

Internet2 Backbone Network

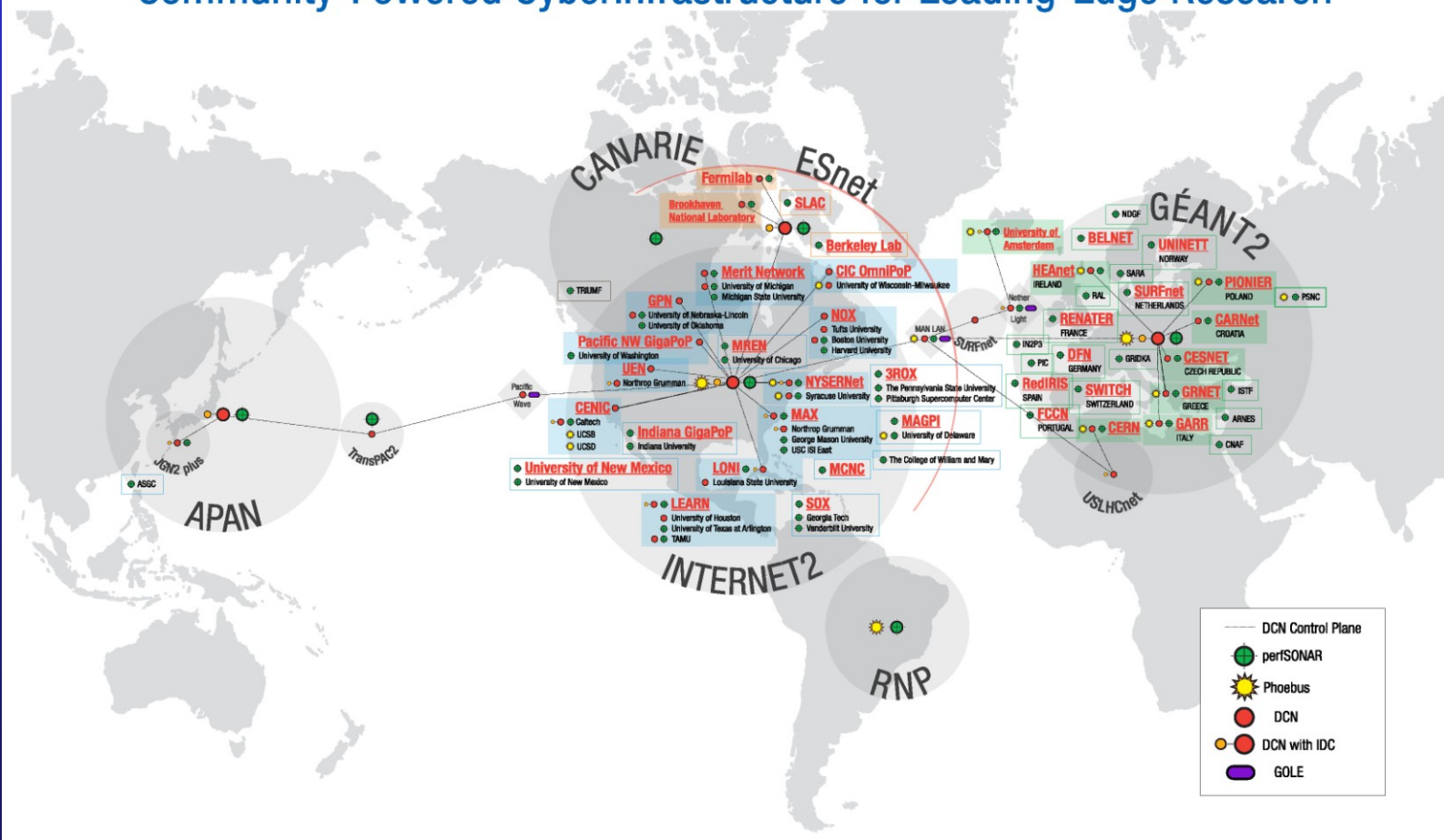


Abilene Core Node	OC-3c (155 Mbps) or less	10Gbps
Abilene Connector	OC-12c (822 Mbps)	10Gbps
Abilene Participant	OC-48c (2.5 Gbps)	10Gbps
Connector Participant	OC-48c (2.5 Gbps)	10Gbps
Exchange Point	OC-192c (10 Gbps)	10Gbps
Experimental Peering	10Gbps (10 Gbps)	10Gbps
Peer Network	Unspecified Bandwidth	Unspecified Bandwidth
Multihomed Connector or Participant	★	Internet2

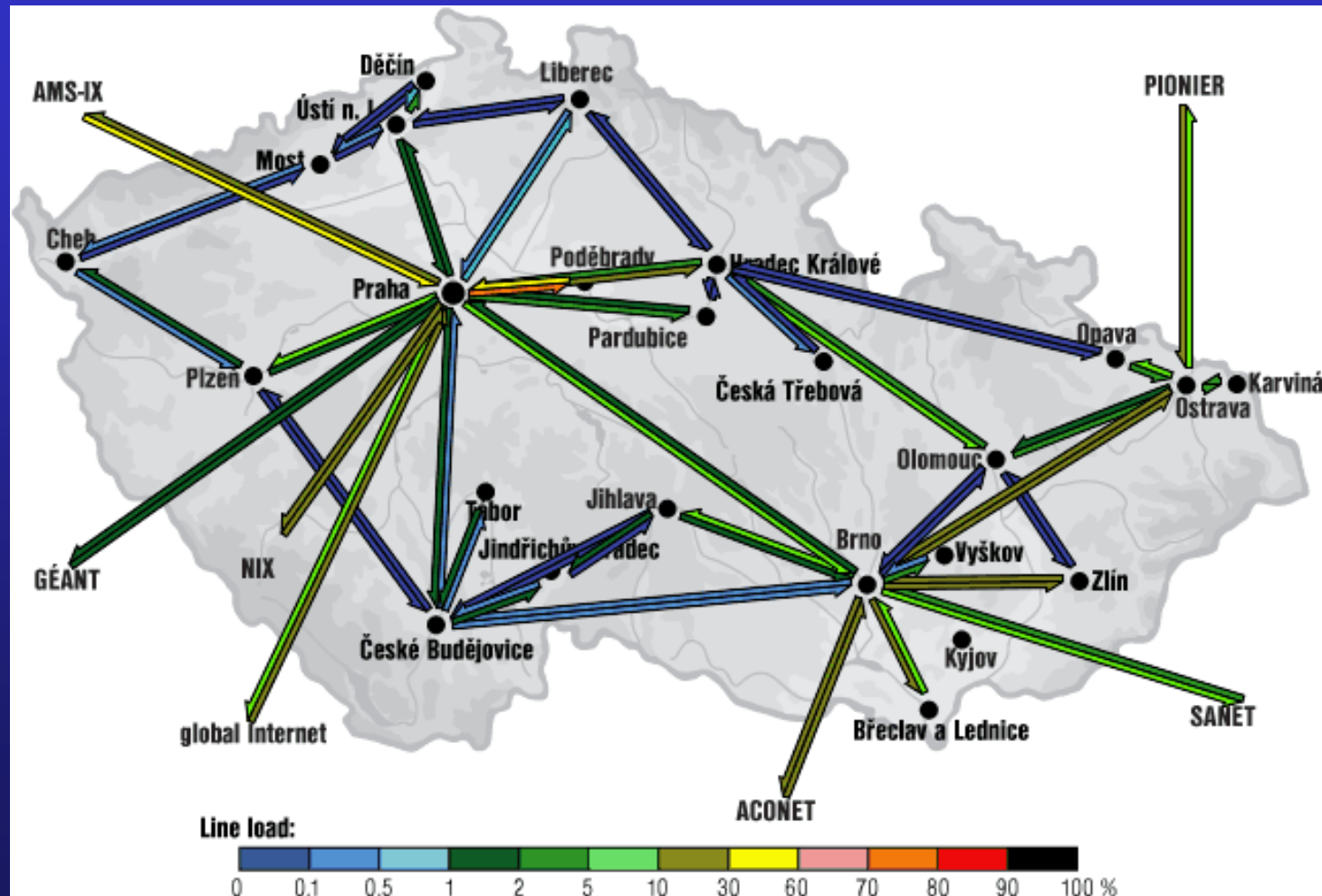
September 2006
© Internet2

Celosvětové akademické sítě

Community-Powered Cyberinfrastructure for Leading-Edge Research



Aktuální zátěž na síti CESNET2



Bezpečnost datových sítí

- Bezpečnost fyzické úrovně
 - fyzická ochrana
 - odposlech elektrických signálů
 - bezpečnost optických sítí
- Zabezpečení dat
 - šifrování na různých úrovních
- Ochrana soukromí vs. bezpečnostní požadavky

Kam se ubírá vývoj

- Na IP založené best-effort sítě
 - vývoj technologií řešících nedostatky best-effort sítí
- All-optical networks
- Řešení QoS na IP sítích
- Programovatelné (aktivní) sítě

Struktura přednášky

- Úvod do počítačových sítí, telefonní a datové sítě, Internet
- Aplikace a jejich požadavky, kvalita služeb
- OSI model, spojované a nespojované sítě
- Lokální (LAN) a rozlehlé (WAN) sítě, IP a IP-based protokoly, detailně TCP/IP; IPv6
- Směrování a přepojování, nejprve teorie, pak RIP, OSPF, BGP (včetně autonomních systémů)
- Multicast
- Přenosová media, mechanismy přenosu dat, přístup k médiu (Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM, IEEE 802.11)
- Kódování dat
- Teorie přenosu informací
- Kvalita služeb II, ATM a poučení
- Budoucnost?

Kde dále hledat?

- *RFC's* (Request For Comments)
<http://www.zvon.org/>
- *IETF Drafts* (Internet Engineering Task Force)
<http://www.ietf.org/>
- Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS
Libor Dostálek, Alena Kabelová - 1. vyd. - Praha :
Computer Press, 1999
- Connected: An Internet Encyclopaedia, 3rd ed.
<http://www.freesoft.org/CIE/>
- Warriors of the Net