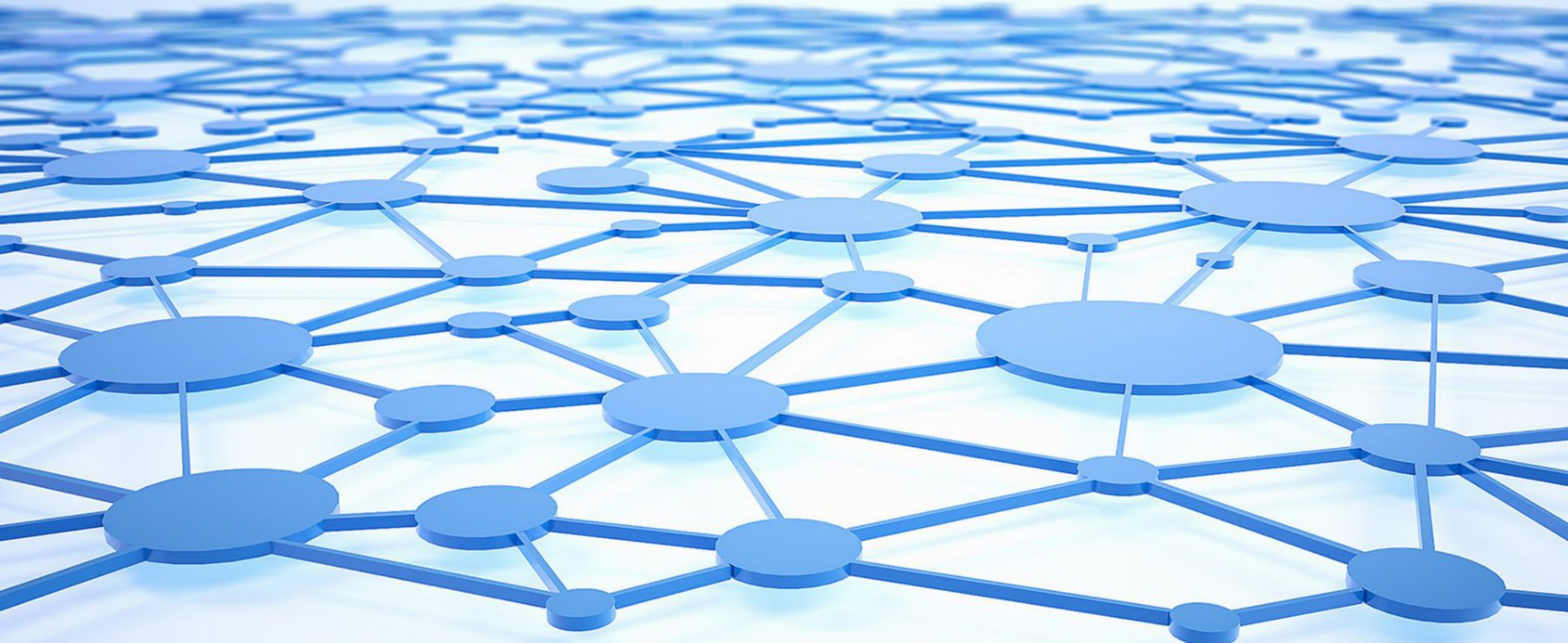


Úvod do počítačových sítí

Přednáška 1 (2025/2026)

ver. 2025-09-17-01



Vyučující

- Přednášky
 - Ing. Luboš Matějka, Ph.D., UN 358, lmatejka@kiv.zcu.cz
 - Konzultace St 12:00-12:45 – po předchozí domluvě nebo **emailem**
- Cvičení
 - Ing. Martin Úbl, UN305, ublm@kiv.zcu.cz
 - Konzultace Po 14:00-15:00; Čt 15:00-16:00
 - Ing. Jindřich Skupa, UN305, skupaj@kiv.zcu.cz
 - Konzultace **emailem** / po cvičení

Podmínky získání zápočtu

- Získání alespoň 10 bodů v zápočtovém testu z 20 možných
 - Písemná forma ověření znalostí
 - 1 řádný termín (**cca v týdnu 24.11. - 28.11.2025**) a jeden opravný (cca v týdnu 8 - 12.12.2025)
 - Ještě upřesníme jak budeme daleko v cvičeních
- Získání alespoň 15 bodů ze semestrální práce z 30 možných
 - Bude se jednat o síťovou počítačovou hru pro více hráčů
 - Server v C/C++, klienti v Javě či jiném – mimo C/C++ a cvičícím schváleném jazyce
 - Návrh zvolené hry schvaluje Martin Úbl do 3 cvičení, **student sám přijde s návrhem – pošle emailem**
 - K 30 základním bodům je možné získat ještě 10 bonusových za mimořádně povedené zpracování
 - Mezní termín řádného odevzdání **15.1.2026**
 - Za každý den po řádném termínu se odečte 1 bod
 - Mezní termín získání zápočtu 15.2.2026

Podmínky zkoušky

- Získání zápočtu
- Získání alespoň **25 bodů z celkových 50** možných z písemného testu
- Hodnocení je součtem bodů z
 - Zápočtového testu, samostatné práce, zkouškového testu
- Hodnocení
 - 85 a více bodů výborně
 - 70 až 84 bodů velmi dobře
 - 50 až 69 bodů dobře
 - 49 bodů a méně nevyhověl

The background of the slide features a complex network diagram. It consists of numerous circular nodes of varying sizes, interconnected by a web of thin, light blue lines. The nodes are distributed across the entire frame, with some appearing more prominent than others. The overall color scheme is a gradient of light blues and whites, giving it a clean, technological feel.

Obsah předmětu

- Základní principy fungování dnešních počítačových sítí a internetu
 - Základní zařízení, protokoly, terminologie, vazby a nastavení
 - „**Jak to celé funguje?**“
- Teorie počítačových sítí
 - Teoretický základ na kterém je přenos dat a počítačové sítě postaven
 - „**Proč to je udělané právě tak?**“
- Programování síťových aplikací
 - Tvorba aplikací pro více uživatelů fungujících v prostředí reálných sítí
 - „**Kde/kdy to mohu použít?**“

Rámcový plán přenášek I.

1. Informace o předmětu, co je počítačová síť, dělení sítí dle velikosti, základní prvky v síti/Internetu(switch, hub, router, firewall, modem)
2. MAC adresy, IPv4, třídy adres, masky sítí, NAT, základní protokoly v internetu(DHCP, ARP, DNS, ICMP)
3. ISO/OSI model, TCP/IP model, zapouzdřování protokolů. Fyzická vrstva: základní funkce, zařízení fyzické vrstvy, topologie zapojení, typy spojů a přenosů, digitální a analogový přenos, Fourierova analýza, modulační a přenosová rychlost, Nyquistovo a Shannonovo kritérium, asynchronní, arytmičtý a synchronní přenos, využití kapacity přenosového kanálu, kódování signálu (RZ, RZI, NRZ, NRZI, Manchester, Dif. Manchester)
4. Fyzická vrstva: Přenos v základním a přeneseném pásmu, modulace (frekvenční, amplitudová, fázová), multiplex (časový, vlnový, frekvenční), zpoždění, latence, RTT, přenosová media
5. Linková vrstva a její dělení (LLC, MAC), bitově a znakově orientované přenosy, zajištění transparentnosti přenosu, detekce chyb (parita, sumy, CRC)
6. Linková vrstva – AQK, FEC, Hammingova vzdálenost, samoopravné kody, Stop&Wait, číslování rámců, samostatné a kontinuální potvrzování, protokoly s klouzajícím okénkem, Go back N, Selective repeat, řízení toku dat
7. Linková vrstva – metody řízení přístupu k přenosovému médium (Aloha, CSMA, CSMA/CD), pověření a prioritizace, příklady protokolů linkové vrstvy (Ethernet, Token Ring), transportní mosty, vlany

Rámcový plán přenášek II.

- 8. Síťová vrstva – store & forward, směrovací a forwardovací tabulka, typy směrování, statické a dynamické směrování (LVA, DVA), IGP, EGP, autonomní systémy
- 9. Síťová vrstva – Unicat, Broadcast, Multicast
- 10. Transportní vrstva – spojovaný a nespojovaný přenos (UDP, TCP), QoS
- 11. Relační, prezentační a aplikační vrstva, Nejpoužívanější aplikační protokoly v Internetu (HTTP, SMTP, POP3/IMAP, SMTP, SNMP)

Rámcový plán cvičení I.

1. Základní orientace v Linuxu a nastavení sítě v Linuxu
2. Základní nastavení sítě ve Windows, debugovací nástroje pro trasování, ARP, DNS, sniffer
3. Programování síťových aplikací v C
 - **Mezní termín výběru zadání semestrální práce**
4. Programování síťových aplikací v Java
5. Programování síťových aplikací v heterogenním prostředí (Linux versus Windows, C versus Java)
6. Principy návrhu komunikačního protokolu
7. Procvičování příkladů z přednášek
8. Procvičování příkladů z přednášek
9. Procvičování příkladů z přednášek
10. **Zápočtový test**

Rámcový plán cvičení II.

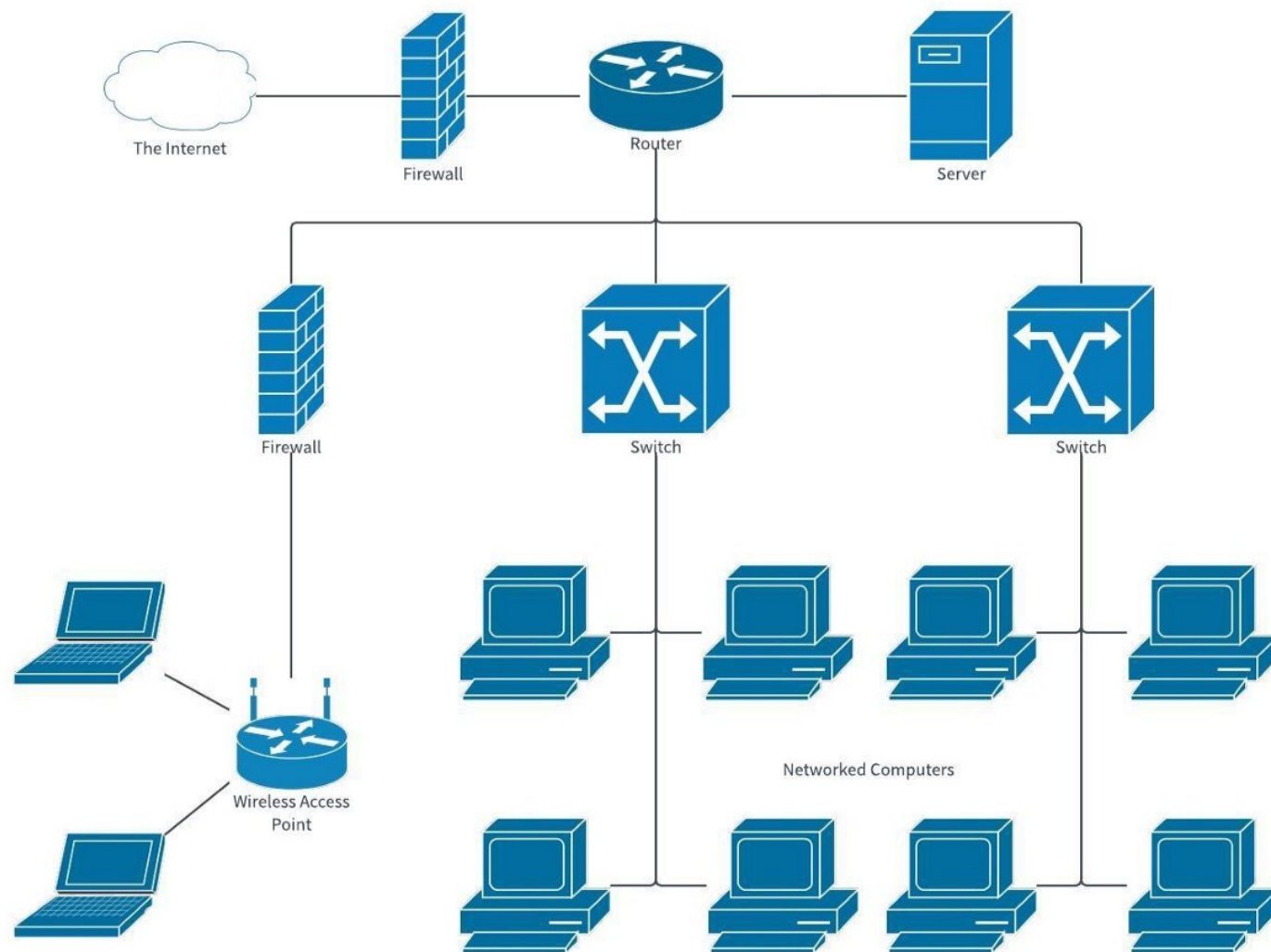
- 11. Základní konfigurace L2 ve virtualizaci (STP, Vlan)
- 12. Základní konfigurace L3 ve virtualizaci (IP, dynamický routing)
- 13. Konzultace semestrálních prací a první možný termín odevzdání semestrální práce

!!! POZOR - docházka na cvičeních se bude evidovat !!!

Co je počítačová síť ?

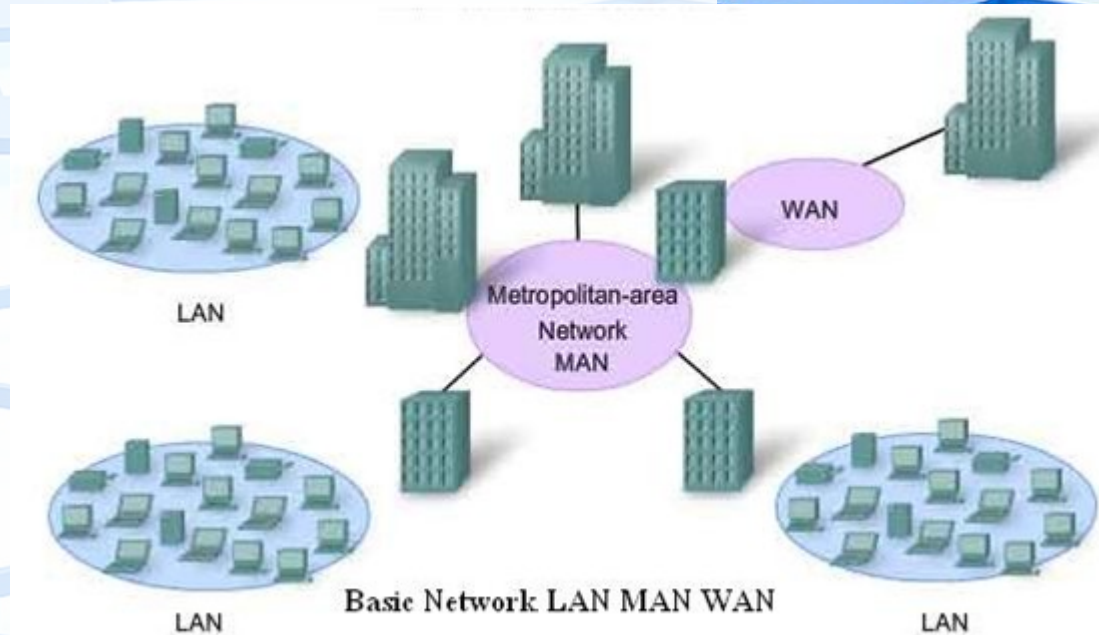
- Počítačová síť je soubor zařízení propojených komunikační sítí, dovolujících sdílet prostředky jako jsou data, programy nebo periferie,
- Počítačovou síť můžeme popisovat jako graf
 - To je důležité, protože mnoho úloh v počítačové síti se řeší jako grafové úlohy
 - Uzly - „to co má smysl propojovat“
 - Koncové uzly jako PC, notebooky, servery, mobilní telefony,....
 - Síťové prvky jako opakovače, huby, switche, routery
 - Hrany - „čím/kudy přenášíme data“
 - Komunikační medium
 - Cesta / přenosové cesta
 - Zajišťuje přenos signálů, například různé druhy kabelů
 - Kanál / přenosový kanál
 - Souhrn prostředků zajišťujících telekomunikační spojení dvou míst
 - Kanál uvažujeme typicky jednosměrný
 - Okruh
 - Obousměrný přenosový kanál

Příklad počítačové sítě



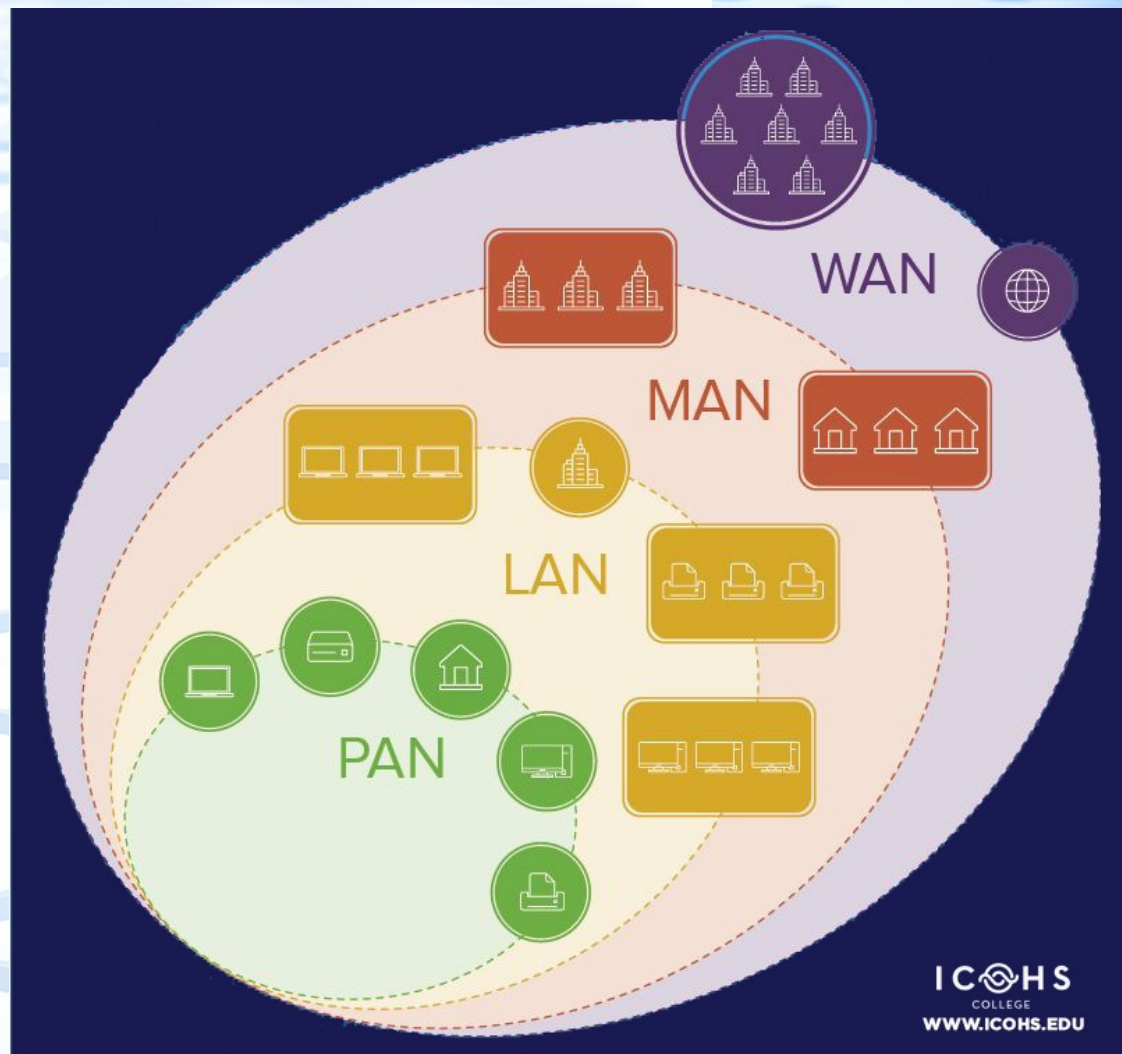
Segmentace počítačových sítí

- Není možné řešit celý svět jako jednu velkou centralizovanou síť
 - Technicky téměř nemožné
 - Výpadek jednoho prvku by mohl znepřístupnit celý systém
- Nutnost rozdělení sítí do menších částí s lokálními pravidly a technologiemi
- Vzájemná interakce sítí jen na definovaných bodech
 - Různé sítě mohou používat různé technologie
 - Na propojovacím bodě (směrovači) si ale MUSÍ rozumět
 - Uvnitř sítě fungují jen lokální pravidla a protokoly



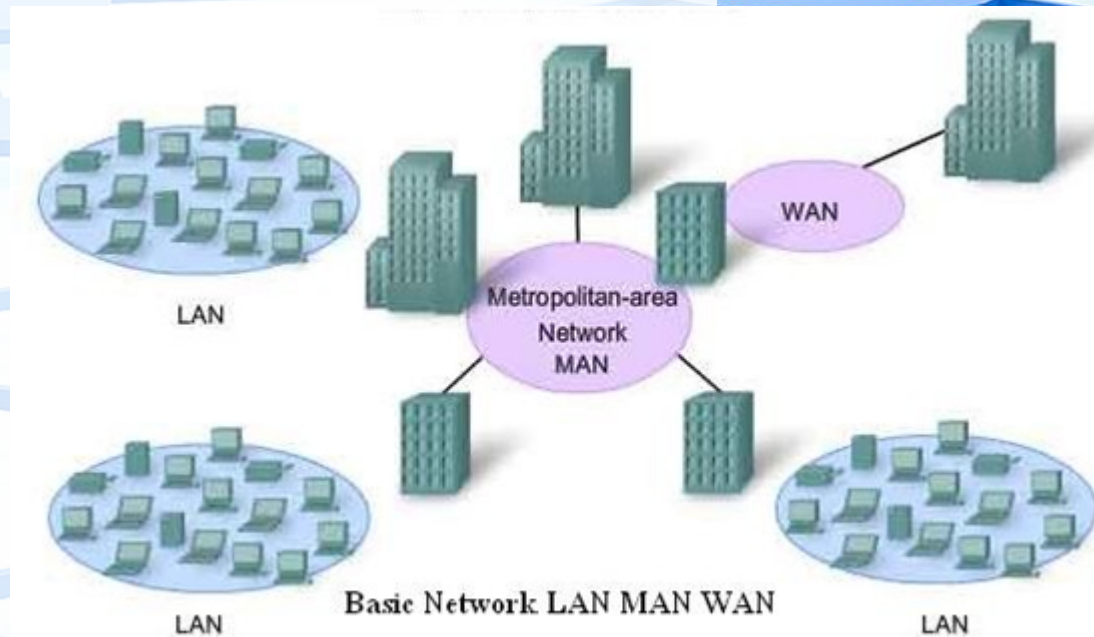
Dělení sítí dle velikosti

- **PAN**
 - Personální, ~10m (kolem osoby)
- **LAN**
 - Lokální, ~1km (pokoj, budova, firma)
- **MAN**
 - Metropolitní, ~10km (město)
- **WAN**
 - Rozsáhlé, ~100 ... 1000 ... km (stát)



Propojení a význam jednotlivých typů sítí

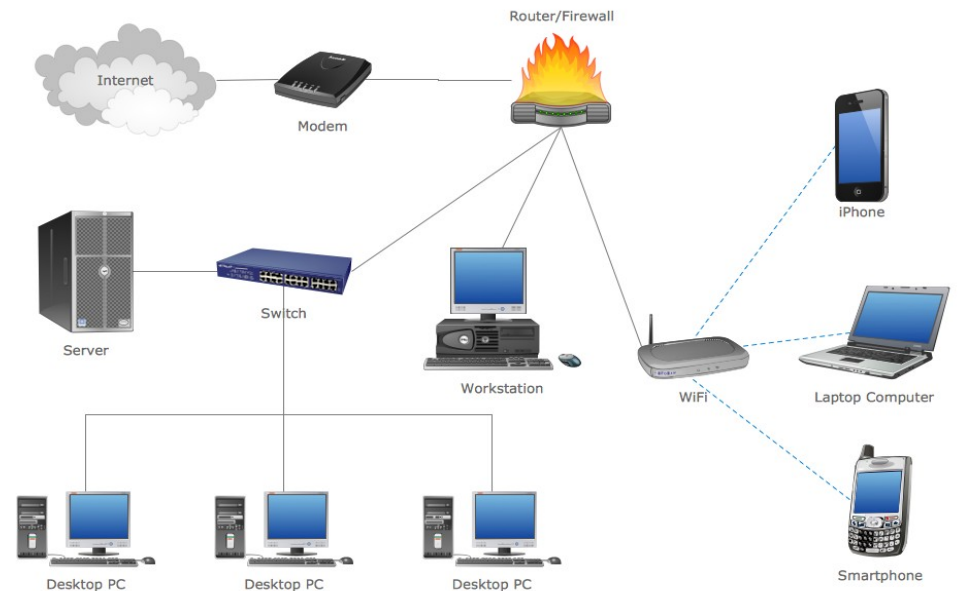
- Jednotlivé typy sítí se hierarchicky propojují a vytvářejí větší celky – například Internet
- Každá síť má primárně jiný účel a jiná pravidla
 - PAN – personální síť
 - Malé množství zařízení komunikujících na velice krátkou vzdálenost
 - Například pomocí bluetooth technologie
 - LAN – lokální připojení koncových zařízení
 - PC, notebooky, servery
 - V různých LAN mohou být použity různé technologie
 - MAN
 - Propojení více LAN mezi sebou
 - Směrování, větší datové toky než v LAN
 - WAN
 - Propojení více LAN/MAN/WAN prostřednictvím ISP
 - ISP – Internet Service Provider
 - Výrazně menší počet zařízení a menší počet změn než v LAN
 - Vyšší požadavky na kapacitu



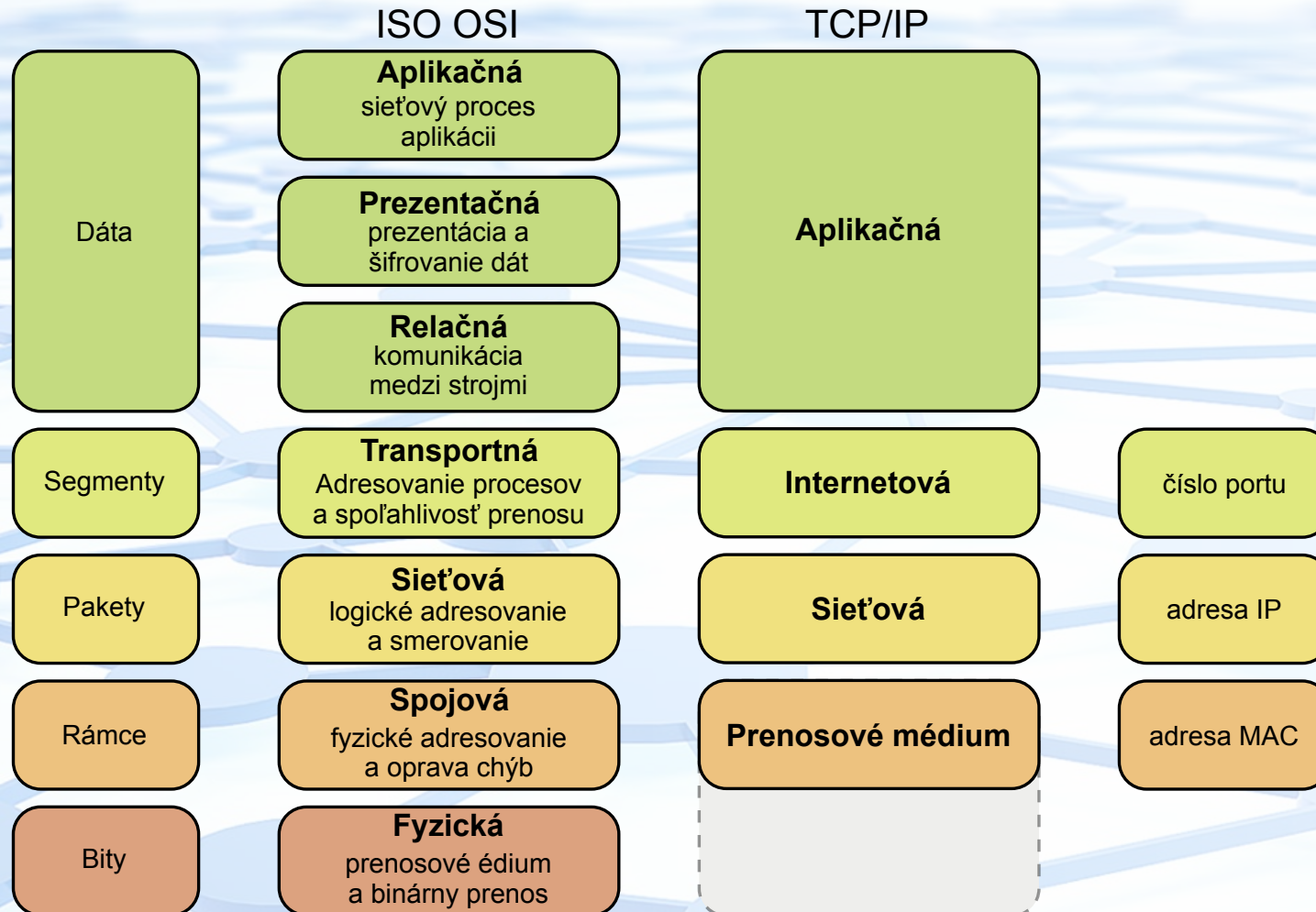
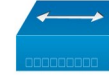
Typické uzly počítačových sítí typu Internet

- PC, servery, notebooky, mobilní telefony, chytré televize, ledničky, automobily
 - Typicky se jedná o koncové uzly – poskytují nebo požadují data
 - Ve výjimečných případech mohou data jen přenášet – Linux jako LAN-WAN router
- Opakovač / zesilovač signálu
 - Zesiluje signál na „dlouhých“ spojích, kde dochází k útlumu
- Switch a hub
- Router
- Modem
- Firewall

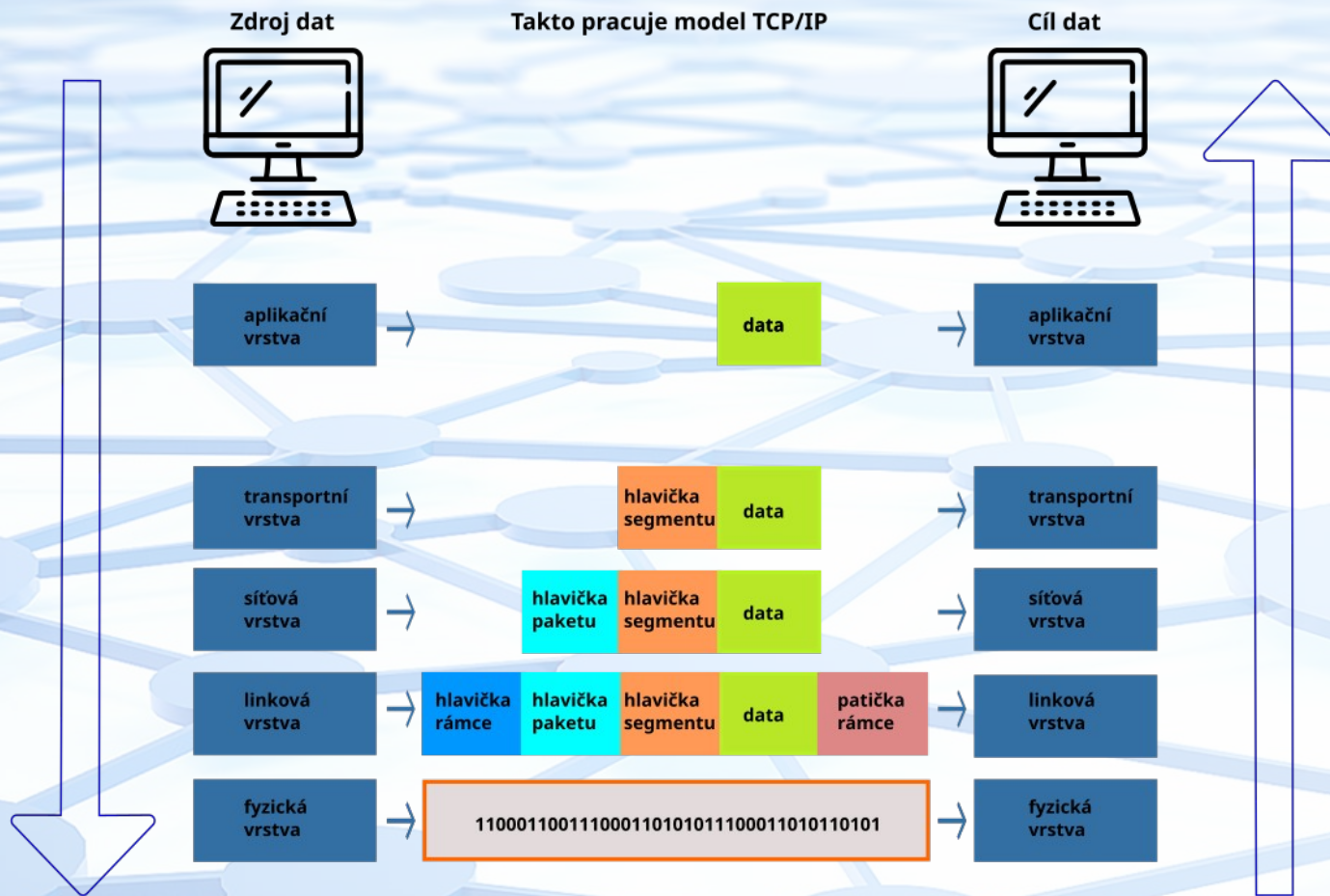
Network Diagram



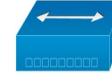
Modely pro popis sítí



Vztahy přenášených dat



Aktivní síťové prvky - Hub



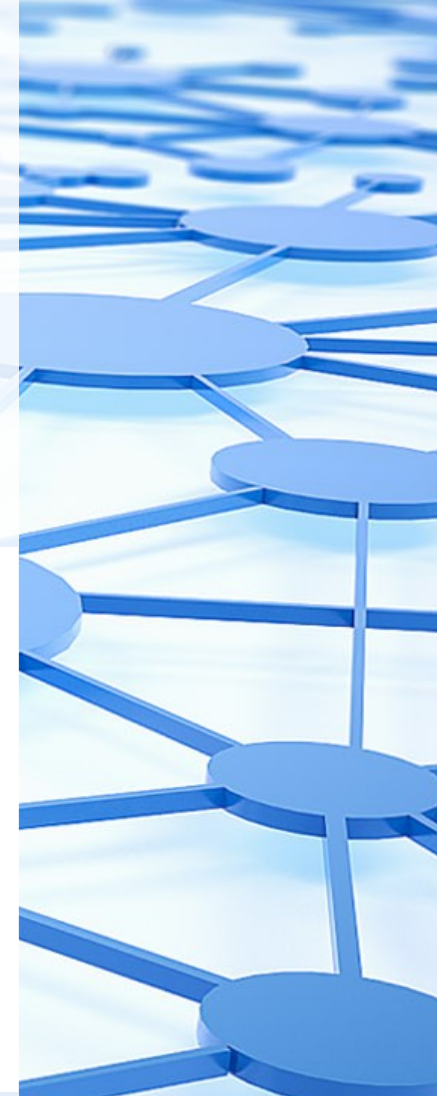
- Předchůdce switche
- Jedná se defakto o více-portový opakovač
- Přijme signál a zopakuje jej na všechny porty kromě portu ze kterého přišel
- Nevidí rámce, ale pouze opakuje signál
 - Jinak řečeno „nerozumí přenášeným datům“
- Velký problém s bezpečností neboť všechnen provoz na hubu vidí všichni připojení
- Chová se jako „jeden společný komunikační kanál“
- Může docházet ke kolizím
 - Nižší propustnost než switch – typicky 10/100 Mbps
- Dnes se téměř nepoužívá



Aktivní síťové prvky - Switch

- Spojuje síťový provoz z více uzlů do jednoho bodu
 - Umožňuje komunikaci uzlů navzájem
- Téměř vždy jednorázová HW zařízení
 - Na rozdíl od routeru/směrovače – viz dále
- Typicky více portů stejného typu
- Switche mohou podporovat různé rychlosti např. 10/100/1.000/10.000/100.000 Mbps
- Příchozí běžný rámec zkopíruje na port u kterého má v tabulce adres adresu příjemce
- Speciální příklad je broadcastový rámec – ten je zkopírován na všechny porty kromě portu příchozího
 - Pokud vznikne kruh, může vzniknout broadcastová bouře – data se neustále kopírují dokola
 - „Hloupější“ switche si s tím neporadí a po čase přestanou stíhat předávat provoz
 - „Chytřejší“ switche používají STP protokol, který hledá v síti smyčky a ty softwarově rozpojuje
 - Bouře se šíří v rámci broadcastové domény přes všechny switche
 - Šíření bouře limituje router/směrovač

Aktivní síťové prvky – Switch -příklad I.



UPLINK
VLAN10
VLAN20
VLAN30

UPLINK - m0n0wall router

SERVERS - Wifi Router

SERVERS - PrintServer

EMPTY

EMPTY

EMPTY

EMPTY

EMPTY

DESKTOP - Desktop1

DESKTOP - Desktop2

DESKTOP - Desktop3

DESKTOP - Desktop4

DESKTOP - Desktop5

EMPTY

DESKTOP - XBOX360

RENTED - Craig Upstairs

VOIP - VOIP1

VOIP - VOIP2

VOIP - VOIP3

VOIP - VOIP4

EMPTY

EMPTY

EMPTY

VOIP - ASTERISK



Aktivní síťové prvky – Switch

-příklad II.

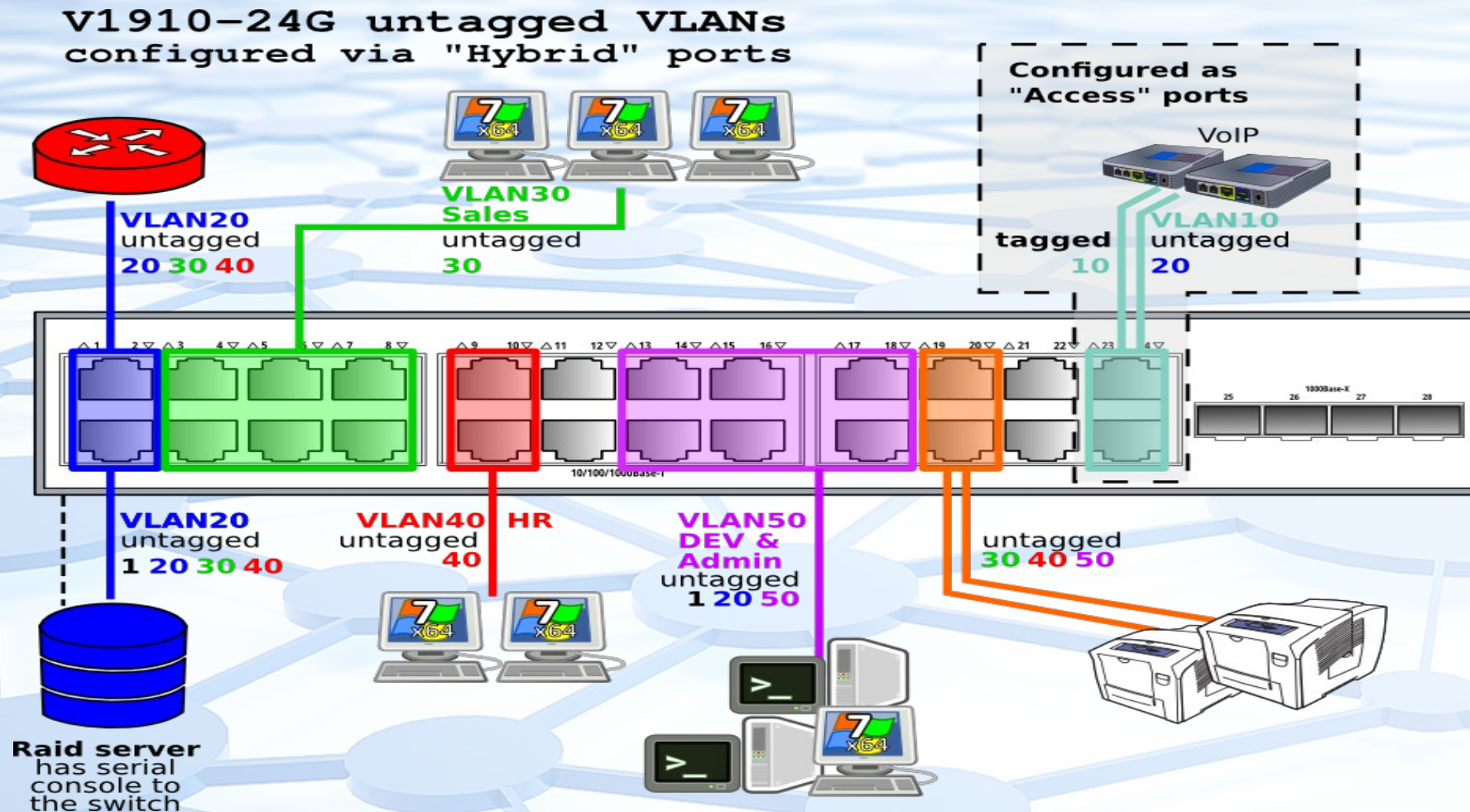


Aktivní síťové prvky – Switch – VLAN, Trunk

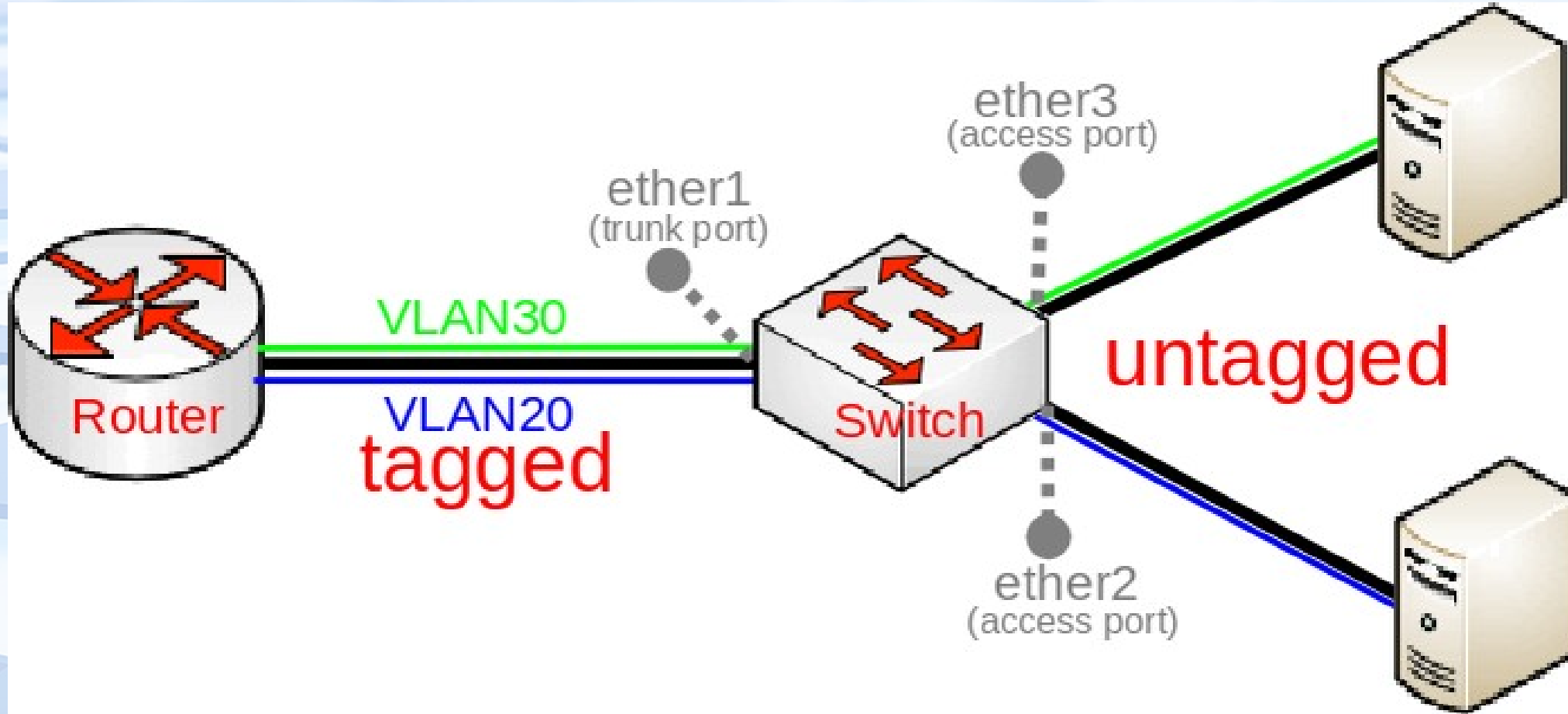


- VLAN virtuální LAN
 - „rozdělení“ jednoho fyzického zařízení na více virtuálních
 - Provoz v každé VLAN je izolované == nevidí data jiné VLAN
 - Identifikace VLAN pomocí VLAN ID, celé kladné číslo, výchozí je 1
- Access port
 - Porty v jedné VLAN se označují jako „access“ - „accessové“ porty
 - V rámci jedné VLAN není nutné VLAN ID uvádět == „NETAGOVANÝ“ provoz
- Trunk port
 - Tím že se VLANy nevidí mezi sebou, musela by pro každou VLAN být samostatná cesta k dalšímu zařízení – switch / router
 - To je problém, protože pro 20 VLAN by se obsadilo 20 portů switchu
 - Trunk je speciální port, kterým může procházet provoz více VLAN
 - Jednotlivé rámce se rozeznají pomocí VLAN ID v hlavičce rámce == „TAGOVANÝ“ provoz
 - Porty kde je povolen trunk jsou označovány jako „trunkové“ porty

Aktivní síťové prvky – Switch – VLAN - příklad

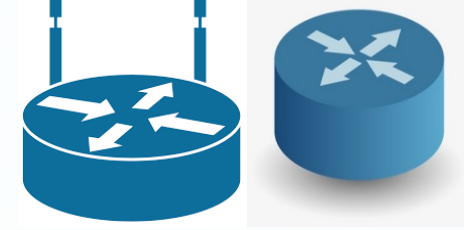


Aktivní síťové prvky – Switch – VLAN, Trunk, Access – příklad



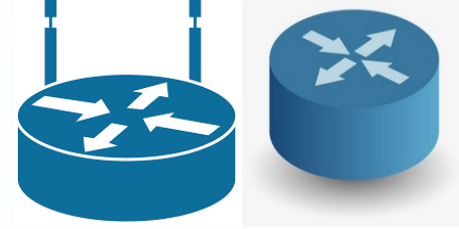
zdroj: https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Bridge_VLAN_Table

Aktivní síťové prvky - Router



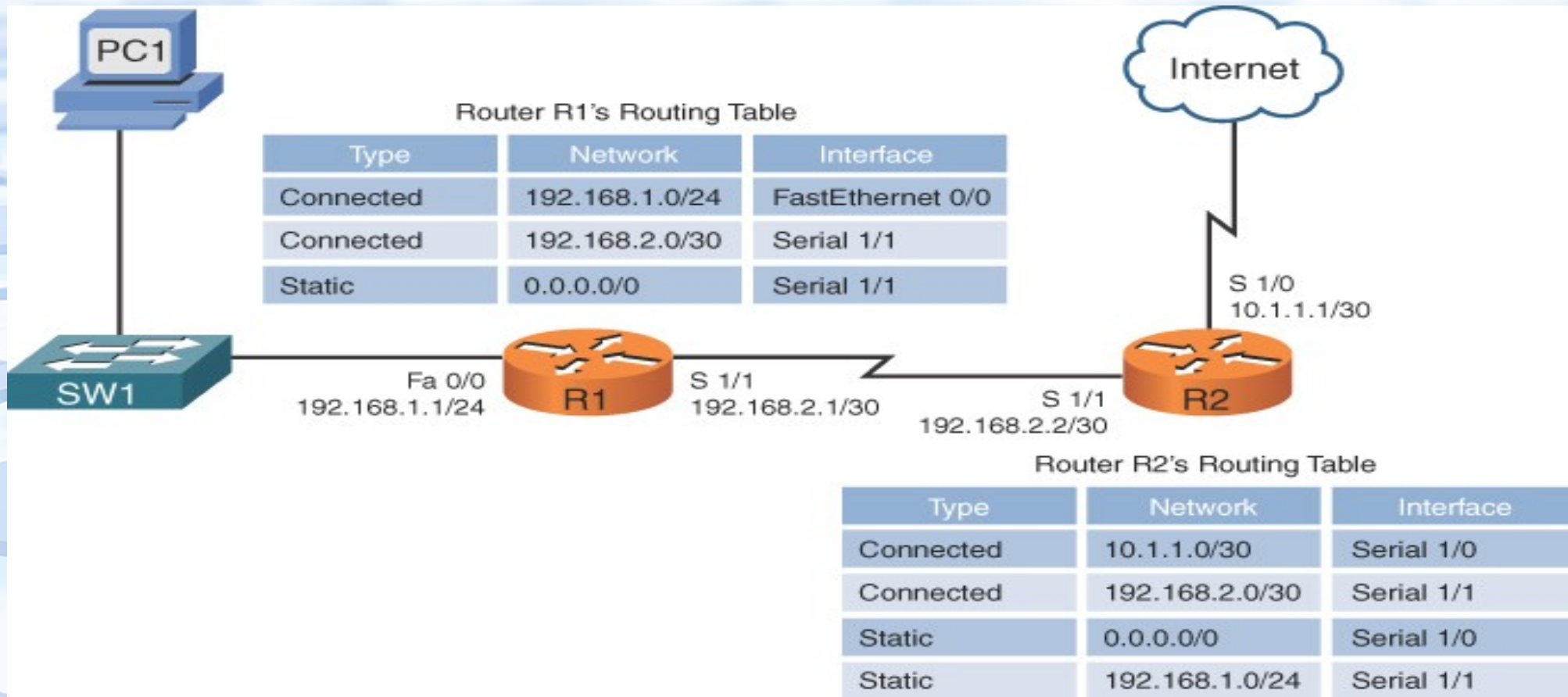
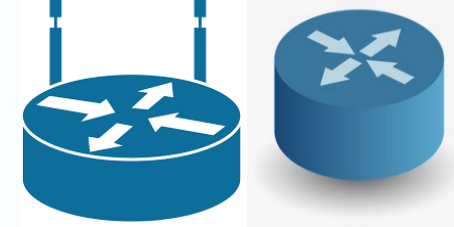
- Směřuje provoz na úrovni síťových adres – například IPv4 adresy
- Typicky obsahuje menší množství portů s různými technologiemi
- Může se jednat o HW zařízení, ale i software – např Linux jako síťový router
- Základní funkcí routeru je směrovat provoz dle cílové adresy, ale může být i kombinován například s firewallem nebo switchem – L3 switch
- Může kombinovat různé připojení k síti
 - Metalické připojení
 - Optické připojení
 - Bezdrátové připojení (WiFi)
 - Vytáčené připojení (telefonní linka)
 - Modem může být součástí routeru

Aktivní síťové prvky – Router -příklad

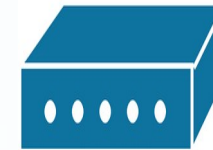


Aktivní síťové prvky – Router

-příklad zapojení



zdroj:<https://www.pearsonitcertification.com/articles/article.aspx?p=3129464&seqNum=3>



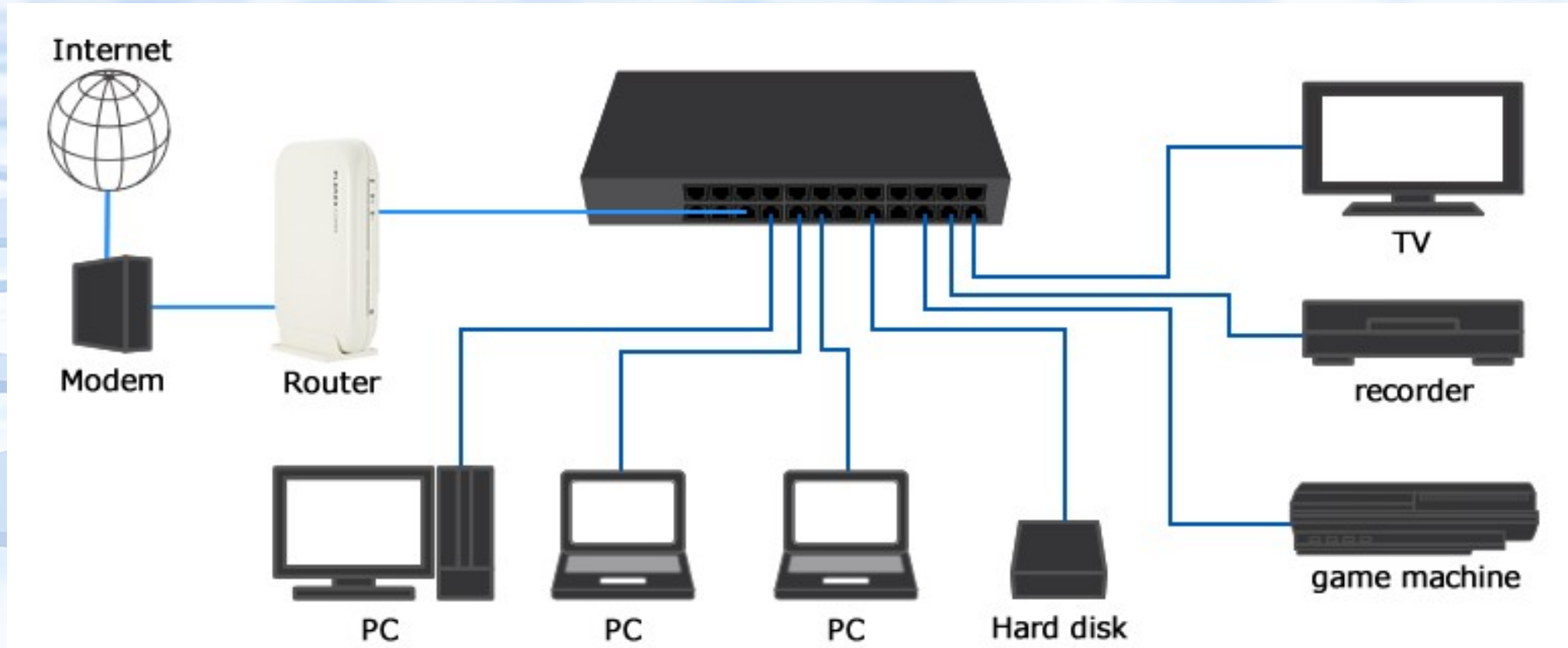
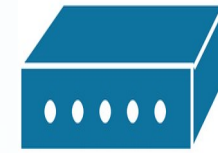
Aktivní síťové prvky - Modem

- Modem - modulátor/demodulátor
- Zařízení umožňující realizovat přenos dat například telefonní linkou
- Může být jako samostatné zařízení nebo integrovaný v routeru či PC nebo jako samostatná karta
- Dnes běžně používaný pro připojení pomocí ADSL, VDSL či pomocí kabelové televize
- Modem samotný pouze realizuje přenos dat(včetně autentizace a autorizace)



Aktivní síťové prvky – Modem

– příklad zapojení



Zdroj: <https://www.fiber-optic-cable-sale.com/network-switch-router.html>

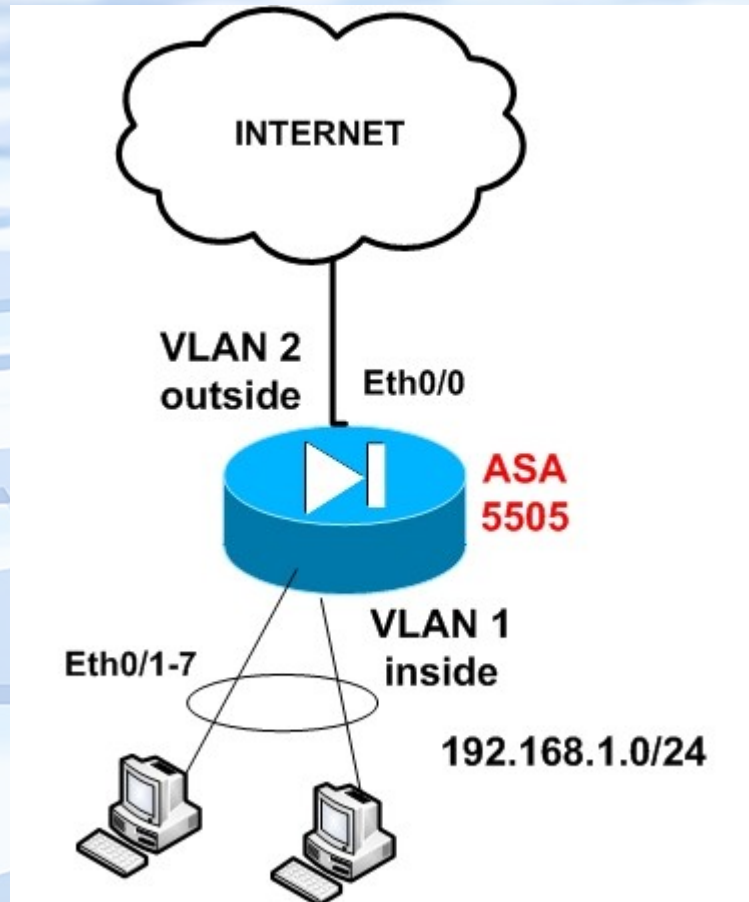
Aktivní síťové prvky - Firewall



- Prvek sítě filtrující provoz – typicky základě filtru na IP adresy nebo porty a protokoly
- Může se jednat o samostatné zařízení nebo integrovanou součást routeru nebo SW v serveru - PC
- Alespoň základní vstupní firewall by dnes mělo mít každé zařízení připojené do počítačové sítě
- Základní směry : **INPUT**, **OUTPUT**, **FORWARD**
- Kromě prosté filtrace může firewall umět přepis adres
 - například privátní na veřejné

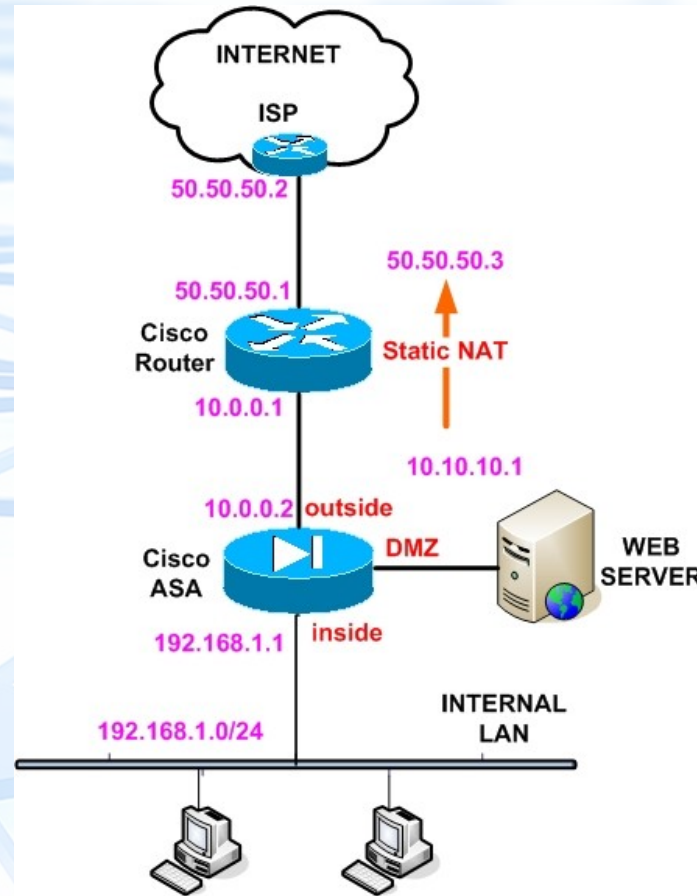


Aktivní síťové prvky – Firewall - příklad zapojení



Zdroj:

<https://blog.router-switch.com/2011/09/how-to-configure-cisco-asa-5505-firewall/>

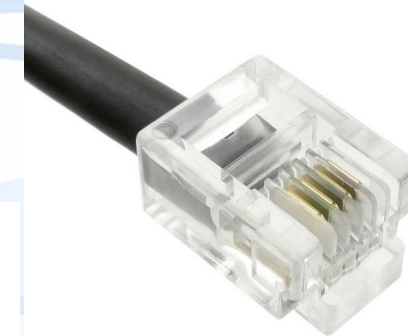
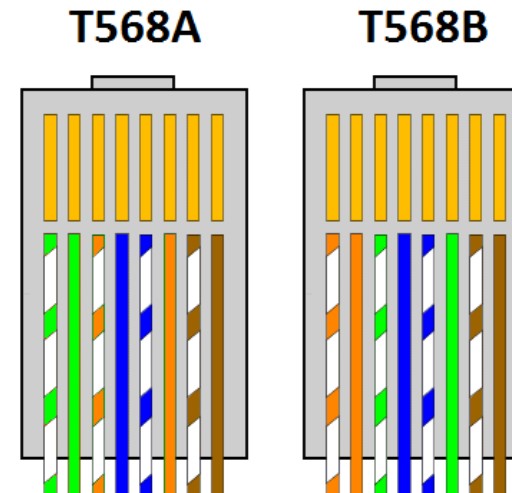
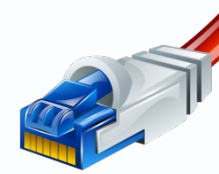
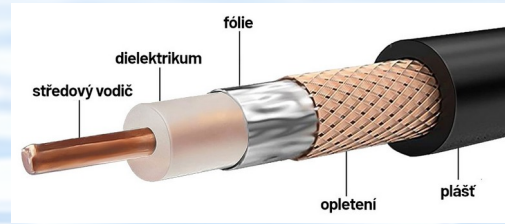


Zdroj:

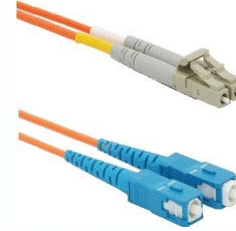
<https://blog.router-switch.com/2013/05/cisco-router-with-cisco-asa-for-internet-access/>

Přenosová media - metalická

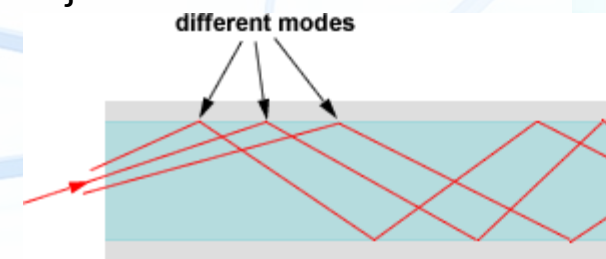
- Koaxiální kabel
 - Dva vodiče
 - Vnitřní stíněný drát
 - Vnější „válcový“ vodič - „opletení“
 - Dnes už v LAN sítích téměř nepoužívaný
 - Typickým použitím bylo pro Ethernet s maximální rychlostí do 10Mbps
 - Síť byla sběrníková a vyžadovala „terminátor“ - ukončení
 - Dnes používaný pro kabelové TV
 - A díky modemům se používá pro vysokorychlostní připojení prostřednictvím kabelové TV
- Nejběžněji používaný typ
 - Kroucené dvojlinky (Twist):
 - RJ11 – 2 páry / 4 žíly, telefonní linky
 - RJ45 – 4 páry / 8 žil, počítačové sítě
 - Různé páry s různou délkou zkrutu
 - Dva druhy zapojení A a B (změna křížení)
 - UTP – nestíněné vodiče ani celý kabel
 - STP – stíněný celý vodič a mechanicky odolnější
 - Označení kabelů CatX
 - Cat5, Cat5e, Cat6 – 1Gbps
 - Cat6a, Cat7, Cat8 – 10Gbps



Přenosová media - optická



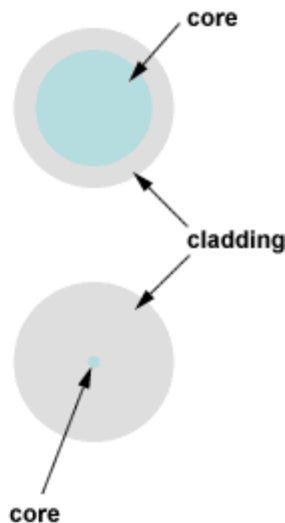
- Přenášením signálem je světlo
- Vodič je tvořen optickým vláknem
- Dva druhy vláken
 - Jednovidové
 - přenos na delší vzdálenosti – jednotky, desítky či stovky kilometrů
 - Dražší na pořízení, menší průměr, signál vede jen středem a umožňuje přesnější zaostření
 - Díky tomu dovoluje vyšší rychlost na delší vzdálenost
 - Dovoluje přenos pouze jednoho signálu
 - Vícevidové / mnohavidové
 - přenos na krátké vzdálenosti – do cca 0,5 km
 - Levnější a odolnější než jednovidové
 - Silnější průměr a tím i větší časové rozostření
 - Nižší přenosová rychlost a délka vedení
 - Dovoluje přenos více paralelních signálů (vlnový multiplex)



Multimode Fiber



Single Mode Fiber

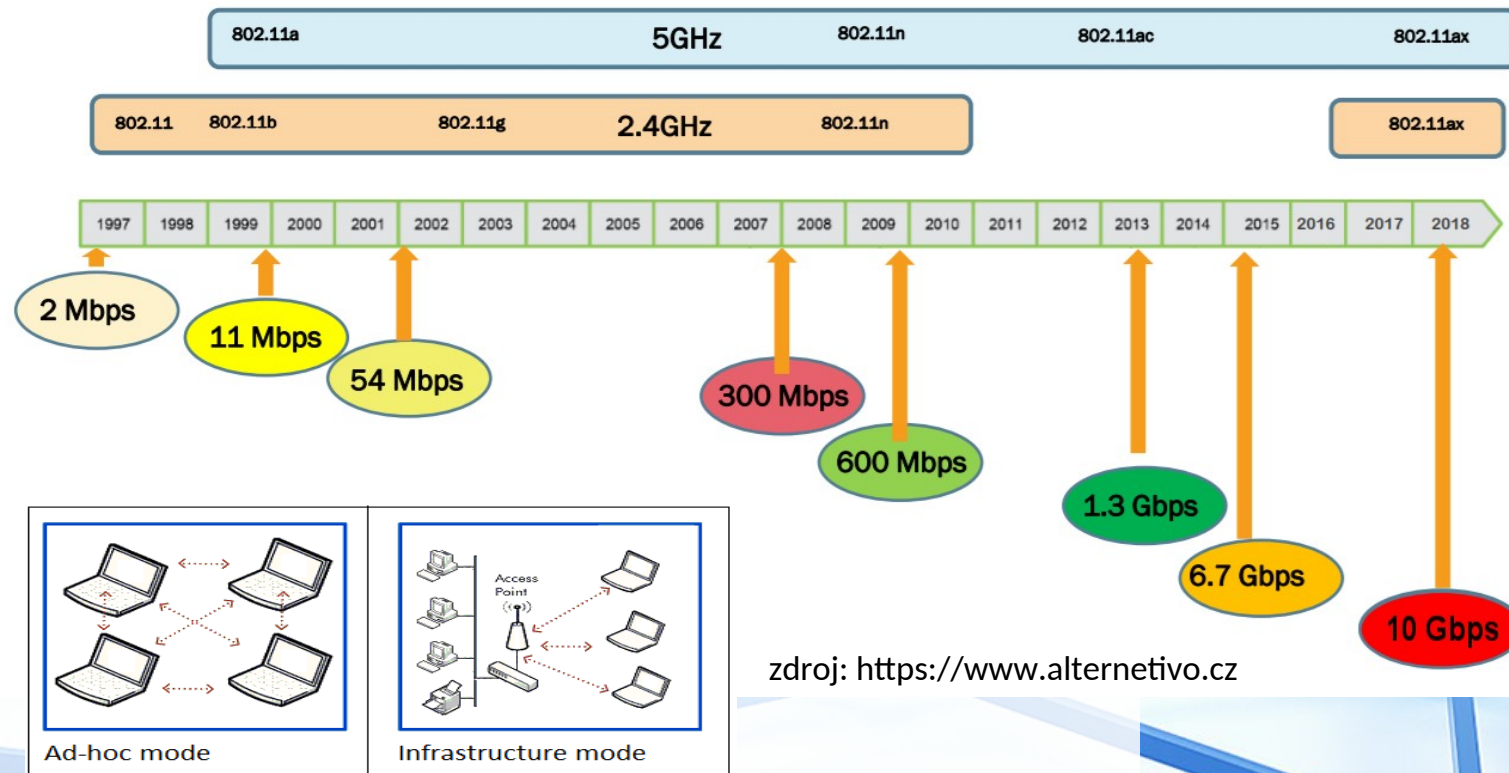


Přenosová media: bezdrátové spoje



- Přenosové medium je volný prostor / vzduch
- Více typů bezdrátových přenosů:
 - Optický
 - Infračervené spoje
 - Laserová pojítka
 - Typicky point-to-point
 - Radiové spoje - nejběžnější
 - Pro bezdrátové počítačové sítě se používá standard 802.11
 - Dva režimy
 - Ad-hoc - klienti se spojují mezi sebou
 - Infrastruktura - jeden společný přístupový bod

zdroj: <http://www.ecsystem.cz/vyroby/uspesne-instalace/opticke-pojitko-pro-isp>



zdroj: <https://www.alternativo.cz>

zdroj: <https://www.researchgate.net>