

Počítačové systémy

6 Síť počítačů

Sítě počítačů

Vícepočítačové systémy - sítě počítačů

množina vzájemně propoj. **autonomních počítačů** (různé typy), které jsou vybaveny vlast. perif. a vlastním progr.vybavením

Dovolují zajistit

- komunikaci lib.uživatelé s programem na lib.počítači,
- komunikaci libovolných uživatelů mezi sebou
- komunikaci (spolupráci) libovolných programů mezi sebou.

Způsob spolupráce v síti:

- služby mezi **klientem** a **servrem**. **Spojení** klient - server **dynamické**
- podobné volně vázaným multiprocessorovým systémům MIMD

Přínos počítačových sítí:

- **komunikace mezi účastníky sítě** (přenos dat, zpráv, vzdál.poč., inf. sl. a j.)
- **sdílení nákladných prostředků** (spec.výkon. poč., spol. paměti, tisk. a j.)
- **bezp. a spolehl. systému** (zálohování poč., násobná řeš. průb.diagn. a j.)
- **zvýšení výpočetního výkonu** (distribuce úlohy na několik počítačů sítě)
- **řízení distrib. technolog. procesů** (nelze realizovat centrálním řízením).

Sítě počítačů

Typy počítačových sítí

LAN (Local Area Networks)

- propojit velký počet uživ. počítačů v lokál. měřítku (do 20 km),
- sdílí společná pam. media a perif., realizace distrib. syst. (paralel.pr.)
- pracují na sdíleném mediu (koaxiál, optika, dvoudrát), protokoly.
- rychlosti přenosu 4Mb/s až 2Gb/s, zpoždění v řádech ms

MAN (Metropolitan Area Networks)

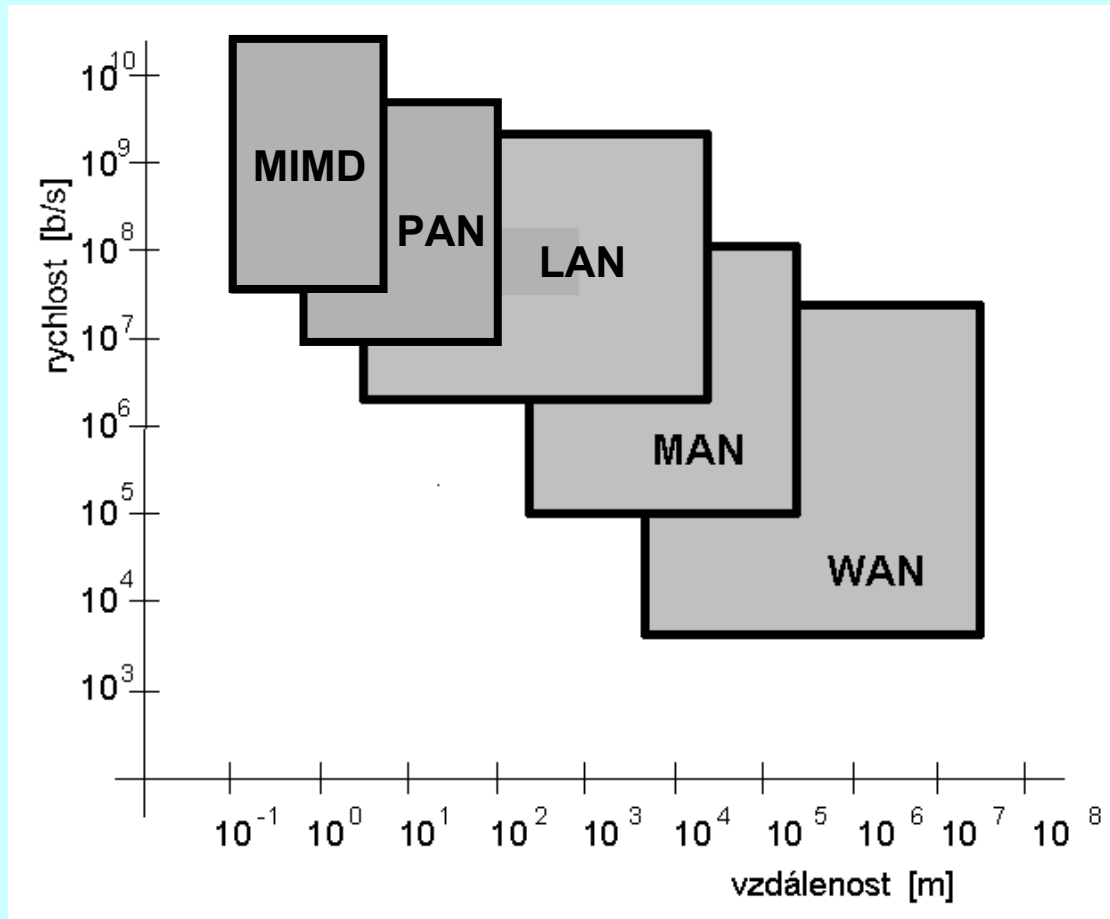
- propojit počítače nebo LANy v oblasti velkých měst (do 200km)
- sdílení databází, přenos souborů, vzdálené spouštění úloh
- sdíl. medium (koax., radio), nebo bod-bod (telefon, opto), protokoly
- rychlosti přenosu 100kb/s až 100Mb/s, zpoždění desítky ms

WAN (Wide Area Networks)

- propojení poč. nebo sítí (LAN, MAN) v mezinár. měřítku (tisíce km)
- sdílení databází, přenosy souborů, vzdálené spouštění úloh, info.sl.
- dvoubod. spoje, spec.přenos.cesty (opto, radio, družice), protokoly.
- rychlosti přenosu 9.6 kb/s až 40Mb/s, zpoždění stovky ms.

Sítě počítačů

Vlastnosti počítačových sítí



Sítě počítačů

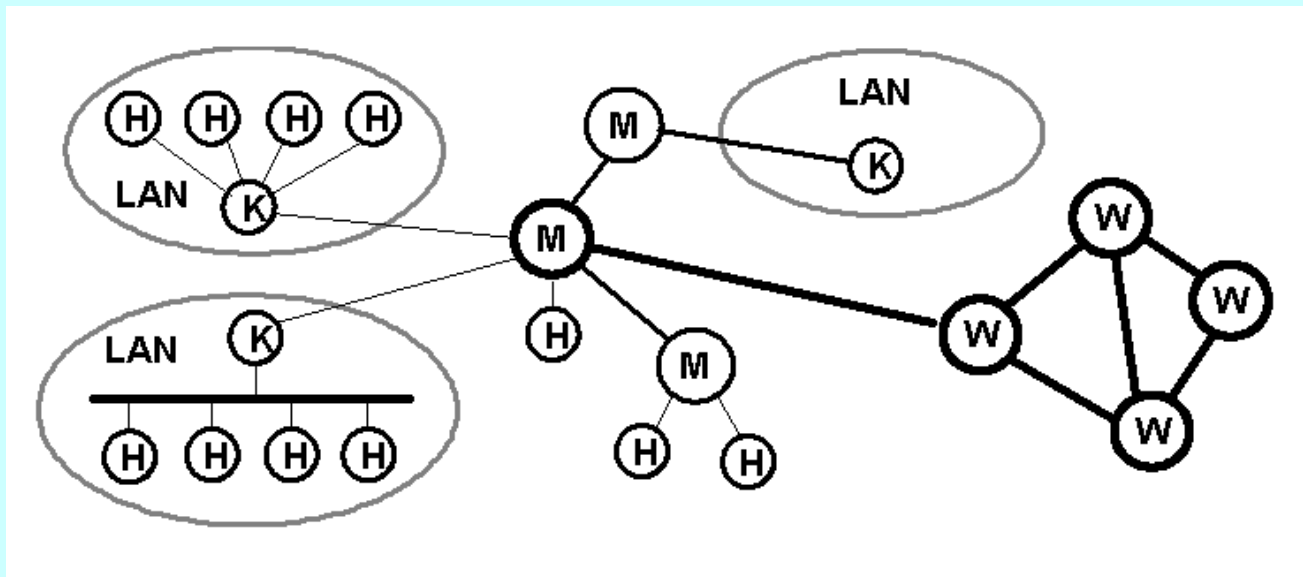
Příklad propojení sítí všech typů

H - uživatel. počítač v síti LAN (spojení bod-bod nebo sběrnice)

K - komunikační počítač (procesor, komunikační kanál)

M - uzlový počítač nadřazené sítě MAN

W - uzlový počítač nadřazené sítě WAN (bod-bod nebo sdíl.medium)

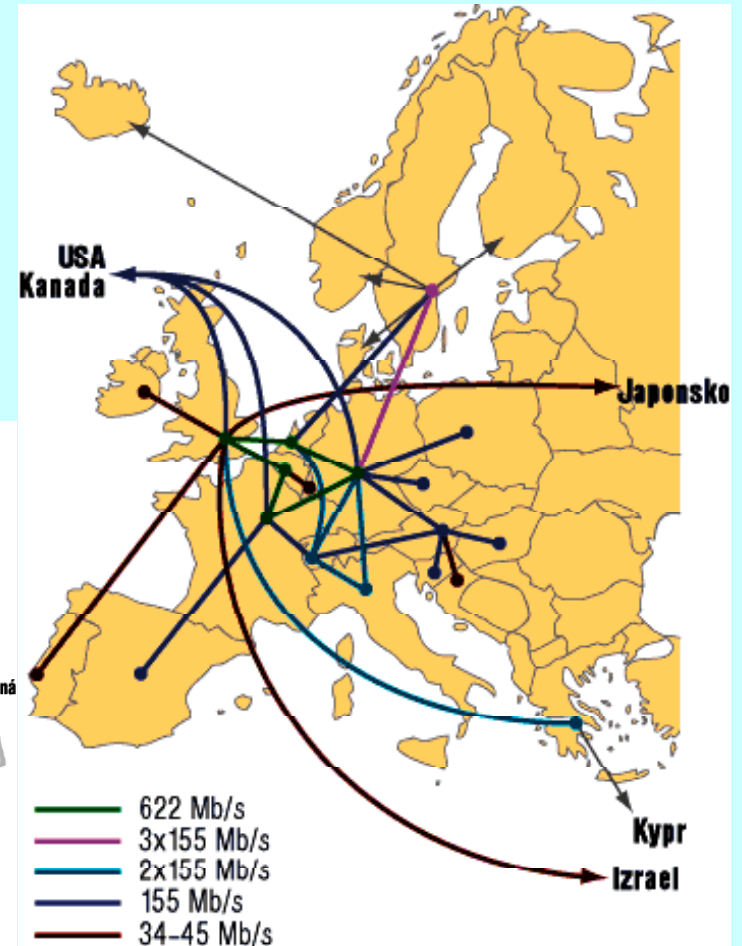
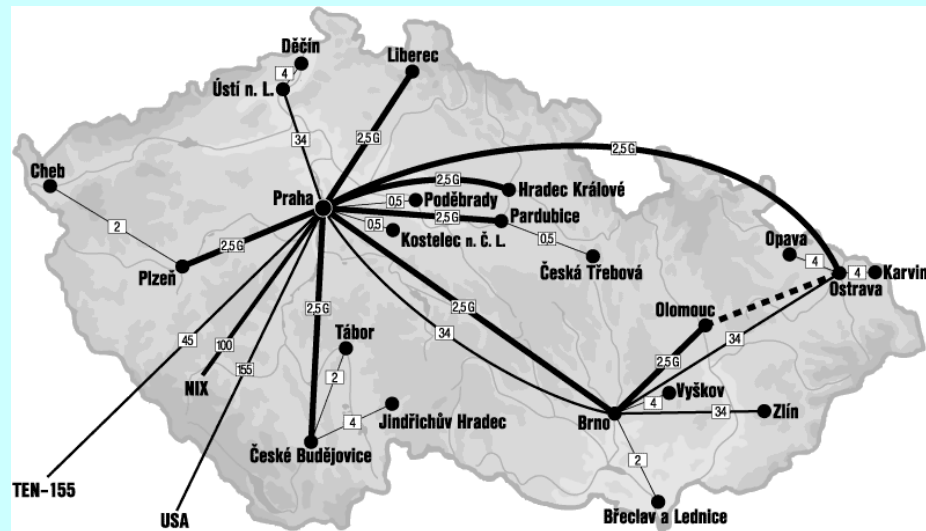


Sítě počítačů

Sítě MAN, WAN

WAN - T-155

MAN - CESNET



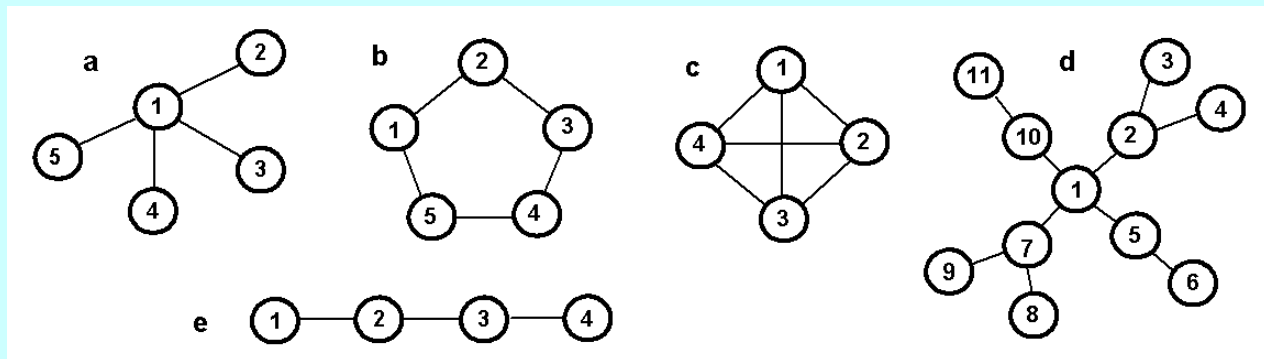
Sítě počítačů

Propojovací struktury - topologie sítí

používají se statické propojovací struktury (dvoubod., vícebod.)

Dvoubodové propojovací struktury (spojení bod-bod)

přímé propojení uživ. poč. s uzlovým poč. sítě nebo s jiným uživ. poč.



topologie se volí s ohledem na:

- **průchodnost** sítě - závislá na počtu seriových spojů (min)
- **spolehlivost** sítě - možnost vybrat alternativní cestu při poruše (max)
- **přizpůsobení procesu** (výpočetnímu nebo řízení technologie).

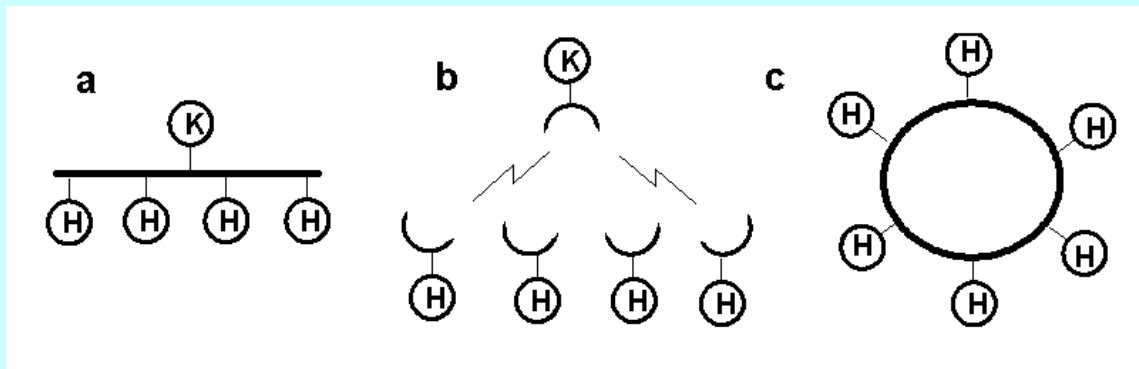
hierarchické řízení: - stromová struktura.

- jeden počítač jako uzlový - **střed sítě** (kom.problém)

Sítě počítačů

Vícebodové propojovací struktury (broadcast)

- sdílené medium (**arbitr** přístupu - centrální/distribučovaný)
- dovolují vzájemné propojení celé skupiny počítačů
- zprávu přijímají všichni uživatelé v síti
- přebírá zprávu uživatel, kterému je určena



topologie:

- sběrnice (a)
- rádiové nebo satelitní komunikace (b)
- topologie kruhu (c)

Sítě počítačů

Přenos dat v síti

zejména pro dvoubodové komunikační kanály

Přepojování kanálů - fyzický dat. spoj mezi konc.účast. po dobu spojení

- malé a přesně definované zpoždění
- statická alokace spoje (ostatní čekají)

Přepojování zpráv - komunikace po zprávách (adr. příj. + služ. údaje)

- sousedovi ve směru opt.cesty k adresátovi (**store-and-forward**).
- dynamičnost v alokaci segm.sítě, max využití sdíl. kanálů
- složitá práce se zprávami a přiděl. dočasné paměti

Přepojování paketů - komunikace po paketech (obdoba přepoj.zpráv)

- paket - část zprávy - pevná délka (data, adr.příjemce, služ. údaj)
- zjedn. práce průchozích uzlů, větší propustnost sítě
- složitější práce koncových stanic (rozklad/složení)

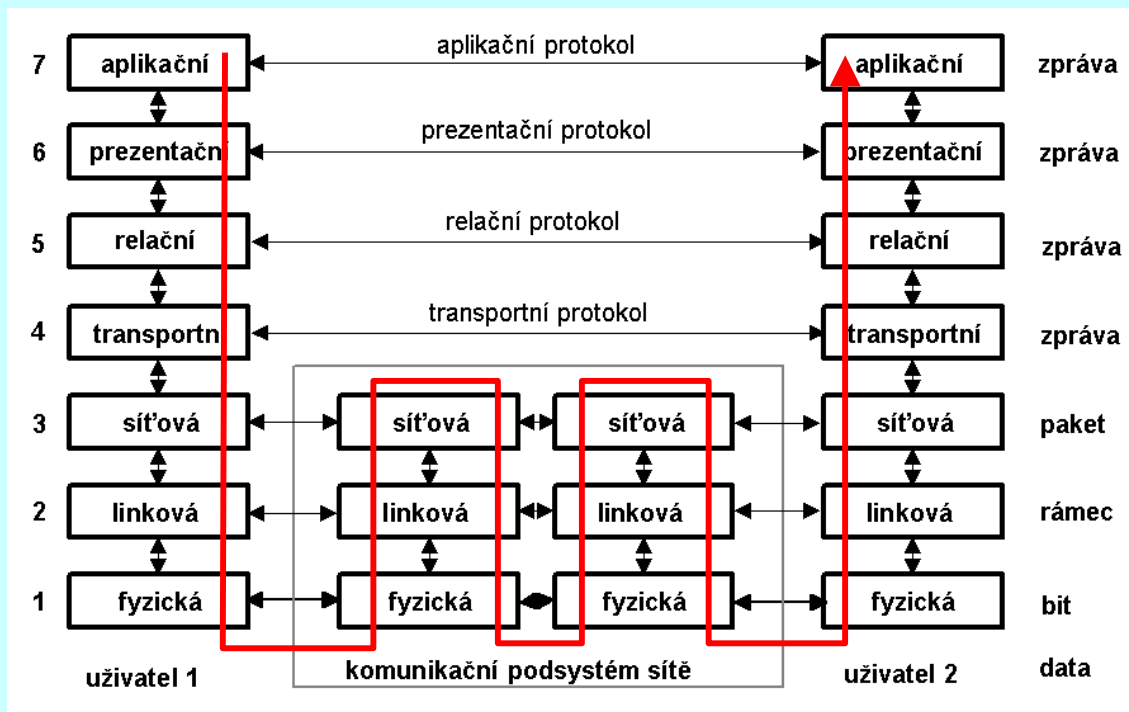
Směrování - paměť uzlů o nejkratší cestě mezi uživateli (obnova kom.)

- virtuální kanály – dyn. se aktivují (pakety v pořadí jako při vysílání)
- datagramová služba - pakety opt. cestou bez ohledu na předchozí

Sítě počítačů

Architektura počítačové sítě - ISO/OSI model (IEEE 802)

- složitost -> hierarchie sedmi vrstev tech. a program. prostředků
- vrstvy zajišťují fce pro vrstvu vyšší, užívají služby vrstvy nižší
- mezi jednotlivými vrstvami jsou **mezivrstvé protokoly**
- mezi prvky stejné vrstvy jsou **vrstvé protokoly**



Fyzická

fyz. propojení, topologie

Linková

přenos dat proti chybám

Síťová

přenos paketů po opt.cestě

Transportní

komun. apl. progr., virt. k.

Relační

rozhraní apl. progr., přístup

Prezentační

virt. terminál, přenos soub.

Aplikační

rozhraní apl. programů

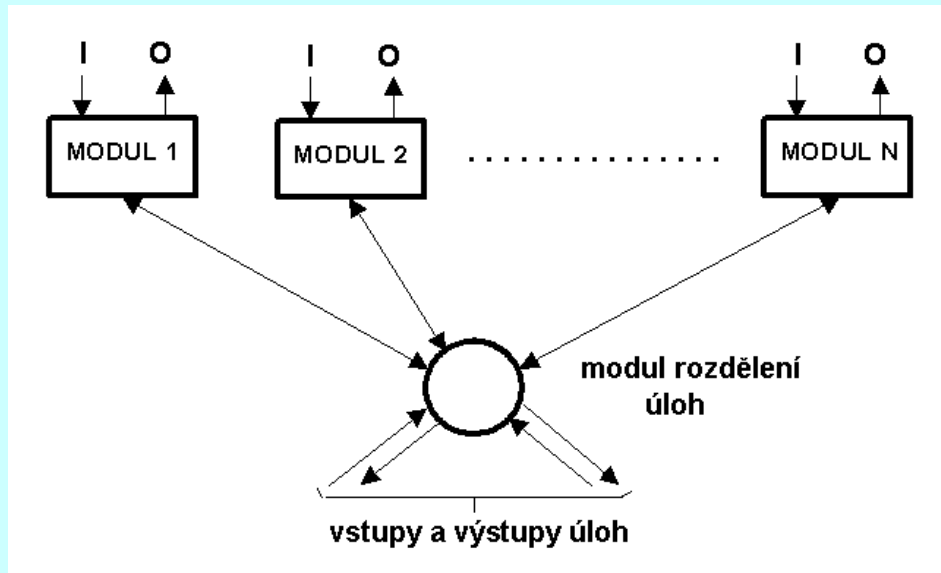
Počítačové sítě typu LAN

LAN - požadavky:

- rozložit výpočetní kapacitu, minimalizovat datové přenosy
- zajistit spolehlivost struktury a sdílení dat
- přímé propojení komunikujících účastníků

Topologie sítě

- **fyzická** - jak je síť propojena
- **logická** - jak stanice mezi sebou spolupracují



Způsob koordinace

komunikace výpočet. modulů
při řešení společné úlohy

dělíme na:

- sítě s identickými moduly
multipočítačové
- sítě se spec. moduly
s rozloženou inteligencí

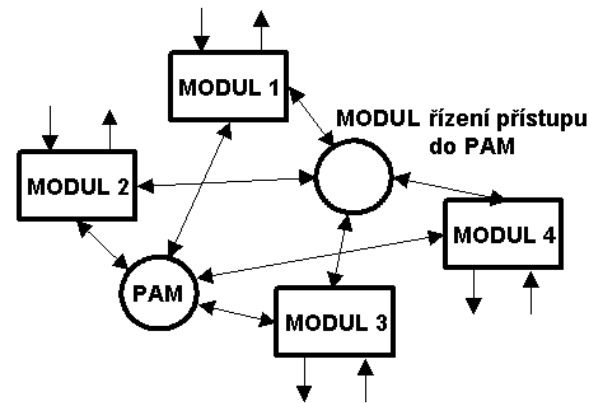
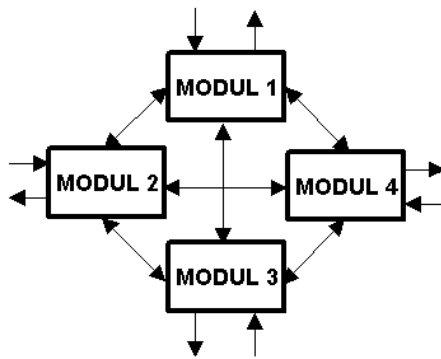
Počítačové sítě typu LAN

Logická topologie

uspořádání systémů na základě vzájemné spolupráce:

1. s rovnocennými moduly - modul rozdělení úloh je distribuován

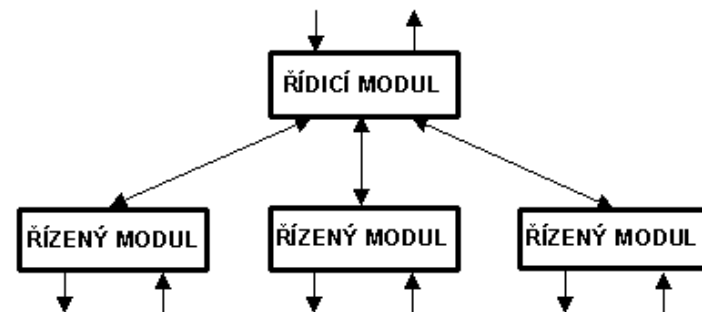
s volnou
vazbou
(přenos
dat)



s těsnou
vazbou
(sdílení
dat)

2. s jedním řídicím a několika podřízenými

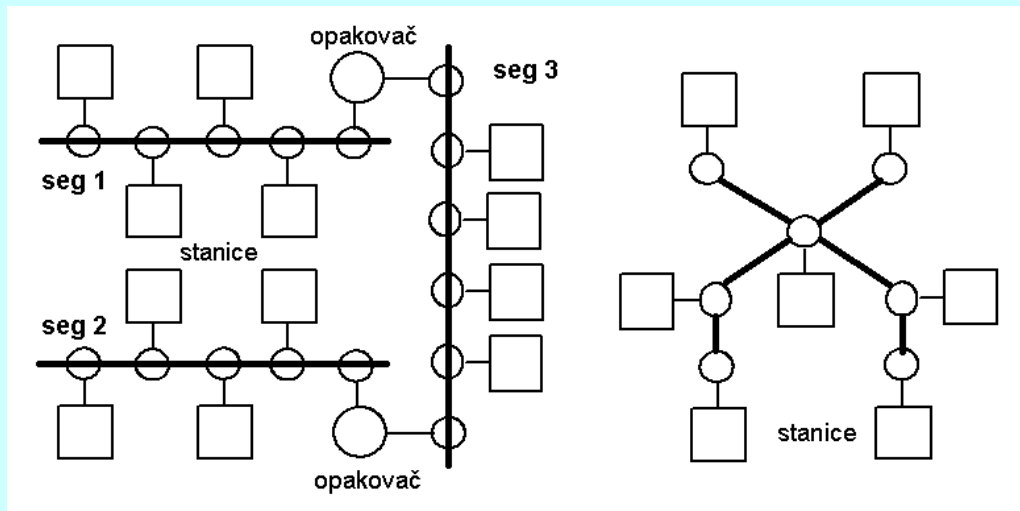
- modul rozdělení úloh
je centrální (řídicí modul)
hierarchická struktura



Počítačové sítě typu LAN

Fyzická topologie

- volba** má vliv na:
- **rozšiřitelnost** (snadnost doplňování počtu stanic)
 - **rekonfigurovatelnost** (změna strukturu při závadě)
 - **spolehlivost** (odolnost vůči poruchám)
 - **výkonnost** (slož.obsluhy, přenos.rychl, zpoždění,...)



Topologie využívá:

- **dvoubodové spoje**
hvězda, strom, kruh
- **vícetbodové spoje**
sběrnice, kruh (sběrnice)

Signály

- kódovány
- modulovány

Přenosové **medium**

- **kroucený dvoudrát** (max 300Mb/s), symetr., RS-422, RS-485
- **koax. kabel** (max100Mb/s), nesymetr.
- **světlovodná vlákna** (max 1Gb/s)

Počítačové sítě typu LAN

Přidělování media a řízení přenosu

přidělování media a **řízení** přenosu dat závisí na topologii sítě

- **dvoubodová propojení** - medium se **nepřiděluje**, strategií je optimalizace předávání zpráv/paketů
- **vícebodová propojení** - základním problémem **přidělování** sdíleného media

Přidělování media:

- **centrální řízení** - jedna ze stanic sítě vyhrazena jako řídicí
 - jednoduchý algoritmus (přiřazování priorit stanicím)
 - zvláštní podkanál žádostí o přidělení (spolehlivost řídicí ?)
 - způsoby přidělování - obdobné **jako u sběrnic** počítače
- **distribuované řízení** - řídicí stanice distribuována k uživatelům
 - stanice se samy hlásí (požadavky mají náhodný charakter)
 - komunikační radiče/procesory stanic rozhodují na základě:
 - **deterministických** metod přidělování
 - **neterministických** metod přidělování.

Počítačové sítě typu LAN

Deterministické metody

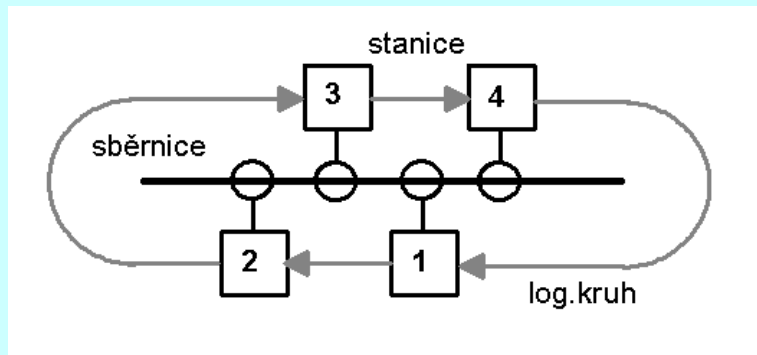
předávání t.zv. **pověření** (token) mezi komunikačními řadiči

výhody: - bezkolizní přístup, začlenění a vyjmutí stanice ze sítě

nevýhody: - determ. sled stanic, režijní časy (token, rekonf.)

Token bus - metoda přidělování pro:

- fyzické topologie typu **sběrnice, hvězda** (centr. bod je hub)
- logickou topologií typu **logický kruh** (řazeny svými adresami)



- adresy tvoří cyklickou posloupnost.
- stanice zná svoji adr. a adr. st. násled.
- jedna ze stanic je vždy aktivní
 - odvysílá datový paket
 - nebo spec. paket s **token**

rekonfigurace sítě - stanice zná svoji, následující, předcházející adr.

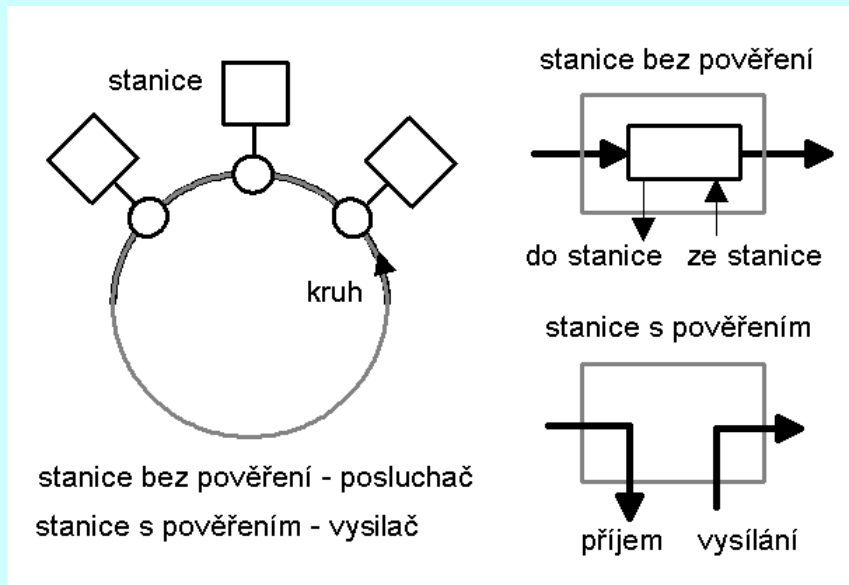
- **nová stanice:** výzva stanicím s adr. mezi aktivní a následnou
- **vyřazení stanice:** stanice žádá o vyjmutí / nehlásí se v čas.limitu

Počítačové sítě typu LAN

Token ring

pro fyz. i log. topologii dvoubodově zapojené kruhové sítě (lib. medium)

- dvoubod. spojení jsou **jednosměrná**, inform. se vrací zpět
- komunikační radič/procesor obsahuje **posuvný registr**
- **doba průchodu** inf. sítí je dána:
 - délkou registrů
 - počtem komunikačních stanic
 - rychlostí přenosu mediem



- v klid.stavu obíhá **obecné pověření**
- vysílající získá toto pověření
- změní obecné pov. na **rámec s daty**
- po proběhn. sítí vysílač rámec likv.
 - kontrola spolehlivosti přenosu
 - snadné potvrzování příjmu
- po odvysílání vyše obecné pov.
- není co vyslat - přeposílá obecné p.

Výhody: - ohraničená doba zpoždění přenosu paketu v síti
 - vysoké využití kapacity kanálu

Počítačové sítě typu LAN

Nedeterministické metody

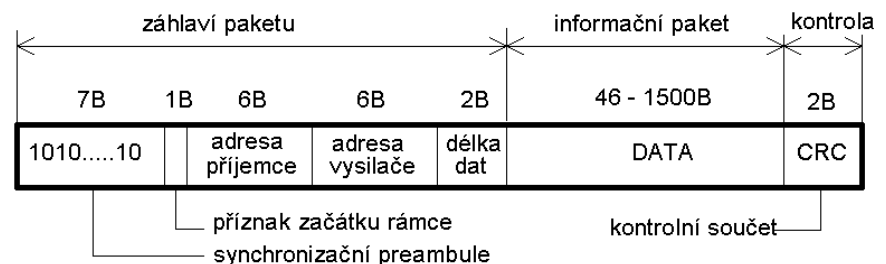
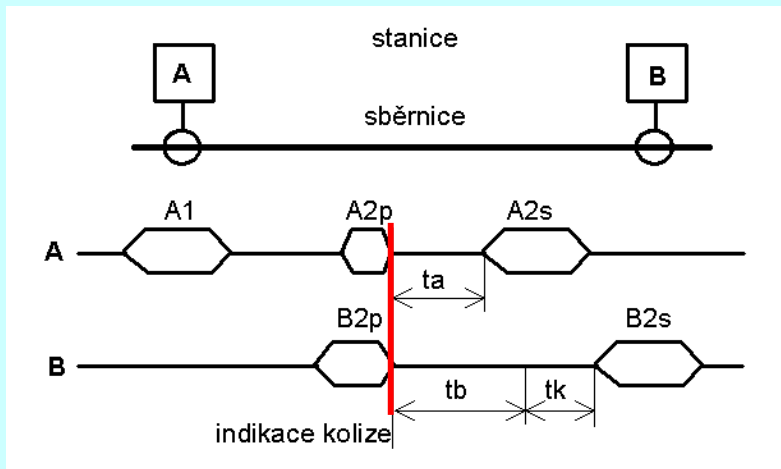
přístup na základě pozorování provozu pro topologie **broadcast** - sběrnice

CSMA (přístup s odposlechem nosné)

- stanice před odesláním paketu testuje stav kanálu (media)
- kanál volný/obsazen (není/je identifikována nosná), **lze/nelze** vysílat
 - přístup za náhod.stanov. dobu (**nenaléhající CSMA**)
 - čeká se na dokončení relace (**naléhající CSMA**).

CSMA/CD - řešení kolize vysílačů (pokles úr. nosné), používá **Ethernet**

- všechny přestanou vysílat, (jam)
- pokus o nové vysílání za interval náhodné délky (prodlužuje se)



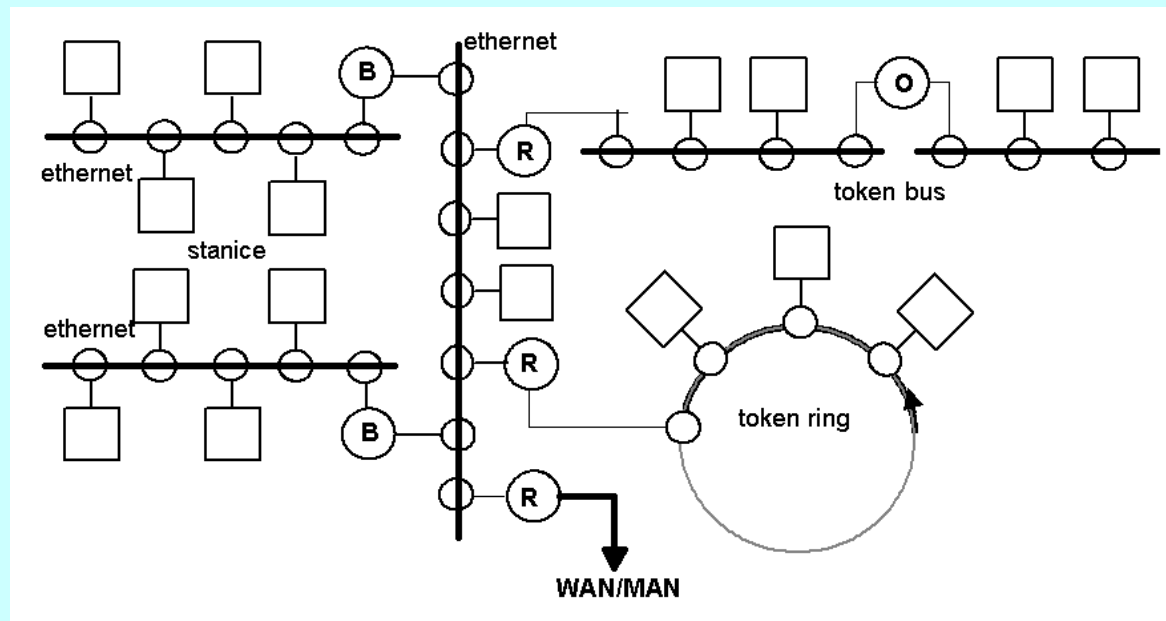
Počítačové sítě typu LAN

Propojování v sítích LAN (max. délka segmentu < 500m)

O - opakovač (repeater) - kopie přenosu dat mezi segmenty sítě LAN

B - most (bridge) - propojuje sítě se shodnou strukturou rámců
 - rozhoduje o směrování paketů do správné sítě
 - umožňuje vzájem. izolaci segmentů i sítí navzájem

R - brána (router), - transformace přenášené informace a její směrování



mezi LAN sítěmi
 odlišného typu
 - konstruuje novou obálku pro připoj.sít'
 - transformace a směrování rámců mezi sítěmi LAN (Ethernet - token ...)

G – gateway - router + nadřaz.sít'ové služby (LAN – WAN)

Počítačové sítě typu WAN

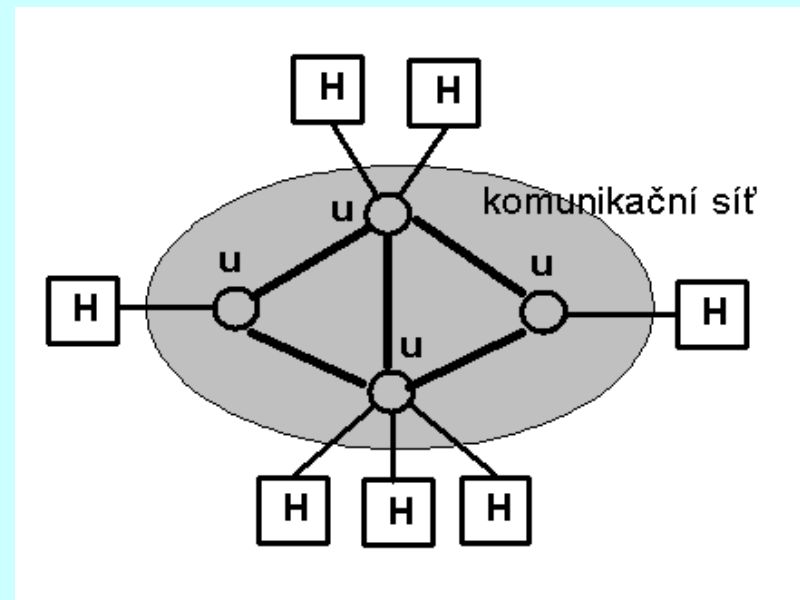
WAN

propojení poč nebo poč. sítí (LAN, MAN) především za účelem:

- komunikace
- přenos souborů
- info. služby (ISDN, Internet)
- sdílení rozsáhlých databází
- vzdálené spouštění úloh a pod.

dvoubodové spoje

- optické kabely
- radiová síť
- družicové spoje



u - uzel - komunik. proc./počítač, (router, gateway)

H - uživatel. počítač nebo síť nižší úrovně

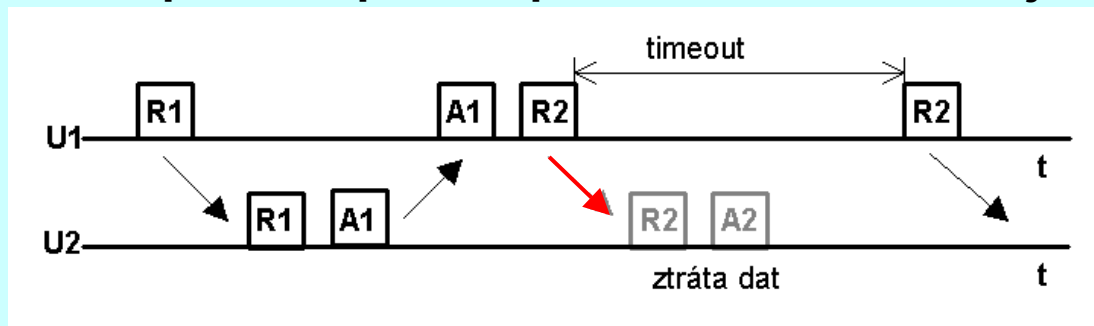
Počítačové sítě typu WAN

Strategie přenosu zpráv

- přepojování kanálů - fyzický spoj od zdroje do cíle po dobu přenosu
- přepojování paketů - přenos po částech s dočas. uloř. dat v uzlech
 - virtuální spoj - vyznačení cesty s přenosem paketů po této cestě
 - datagramová služba - každý paket přenášen individuální cestou

Hlavní vnitřní síťové funkce

- spolehlivý přenos rámců po nespolehlivých spojích
 - použití bezpečn. kódů pro detekci chyb při přenosu (**CRC**)
 - opakovat přenos při ztrátě rámce nebo jeho potvrzení (**ARQ**)



Ri - rámec
Ai - potvrzení

- směrování paketů v síti - dynamicky vytváří **tabulky opt. spojení**
 - umožňuje přizpůsobit chování sítě změnám její topologie
 - zajišťuje rovnoměrné zatížení sítě

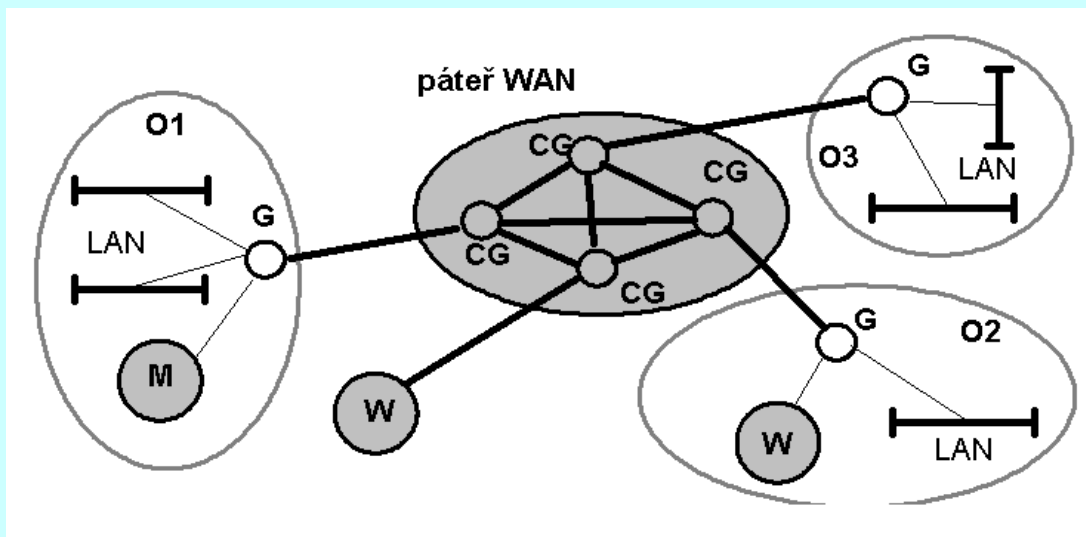
Počítačové sítě typu WAN

Internet

celosvět.sít' propoj. již exist. heterogenní sítě WAN, MAN, LAN

Realizována jako:

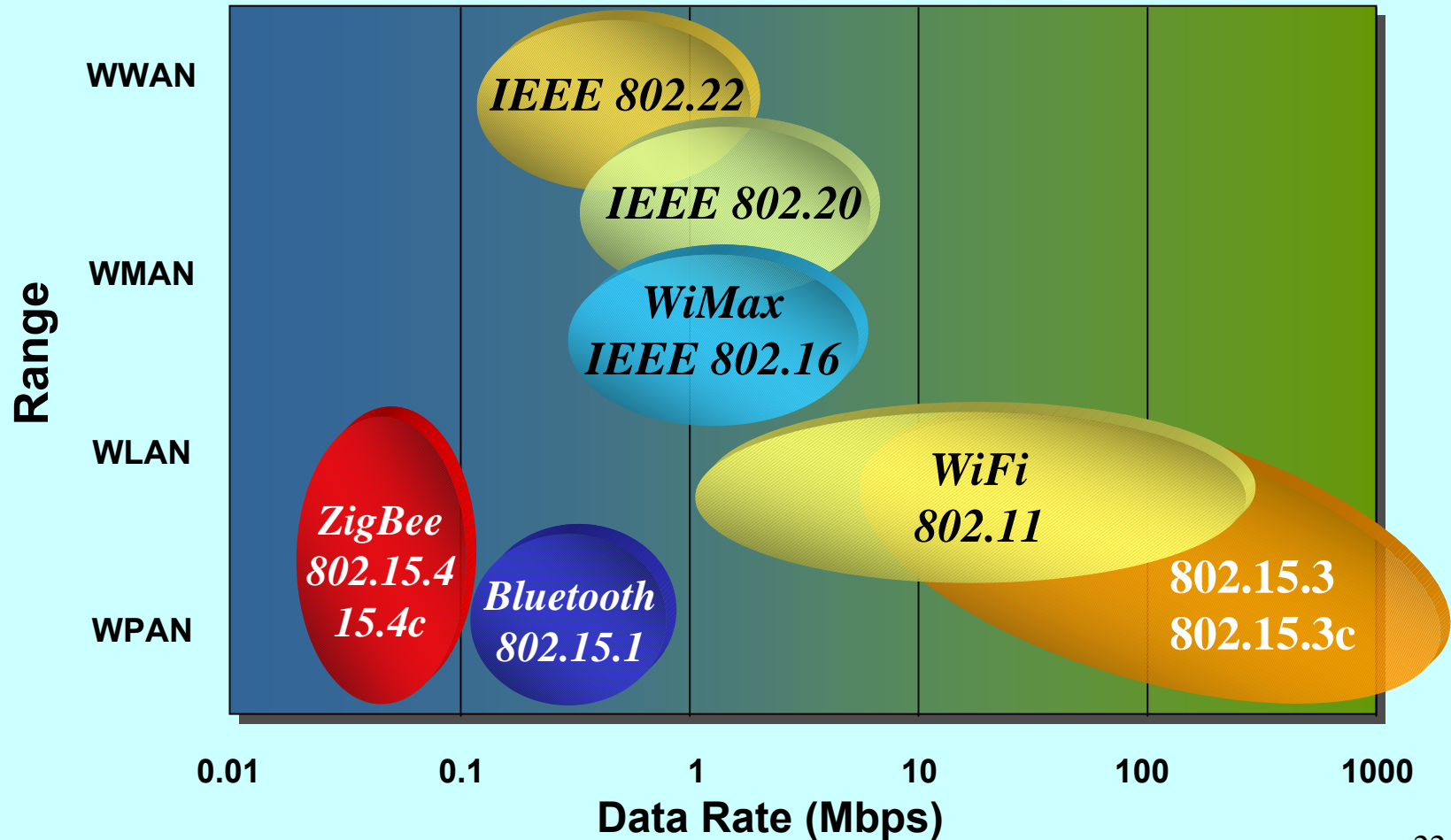
- **páteř** tvořená **uzly CG** (core gateways). CG mají kompletní info. o všech připojených sítích a směrovací tabulky
- připojeny **autonomní oblasti O**, součástí je uzlový poč. G (gateway), který sděluje adresy všech sítí uzlovým poč. CG



Uzly si periodicky vyměňují info o sítích a aktualizují směr. tabulky₂₁

Počítačové radiové sítě

The IEEE 802 Wireless Space



Počítačové radiové sítě

Specifikace

IEEE	název	síť	nosná	rychlost	dosah
802.15.4	ZigBee	WPAN	858MHz, 2.4GHz	20,40,250 kb/s	< 75m
802.15.1	BlueTooth	WPAN	2.4 GHz	0.7Mb/s – 2.1Mb/s	< 100 m
802.15.3		WPAN	2.4, 57-64 GHz	11-55Mb/s, <3Gb/s	< 100 m
802.11	WiFi	WLAN	2.4, 5 GHz	2 – 540 Mb/s	< 120 m
802.16	WiMax	WMAN	3.5, 2–11 GHz	70 – 134 Mb/s	40-70km
802.20	MBWA	WMAN	3.5 GHz	1 Mb/s	<100 km
802.22	WRAN	WMAN	54 – 862 MHz	< 1 Mb/s	<100 km

Rychlost přenosu závisí na frekvenci nosné, kódování, šířce přenosového pásma

Dosah přenosu závisí na výkonu (norma), prostředí (viditelnost), frekvenci nosné

Sítě řídicích počítačů

řízení složitých technologií jako **komplexní problém**

- **budování zdola nahoru** - integrace již existujících lokálních řízení do většího celku s dodržením globálního cíle
- **budování shora dolů** - realizace globálního cíle řízení jako nové úlohy vyžaduje dekompozici systému i globál. cíle

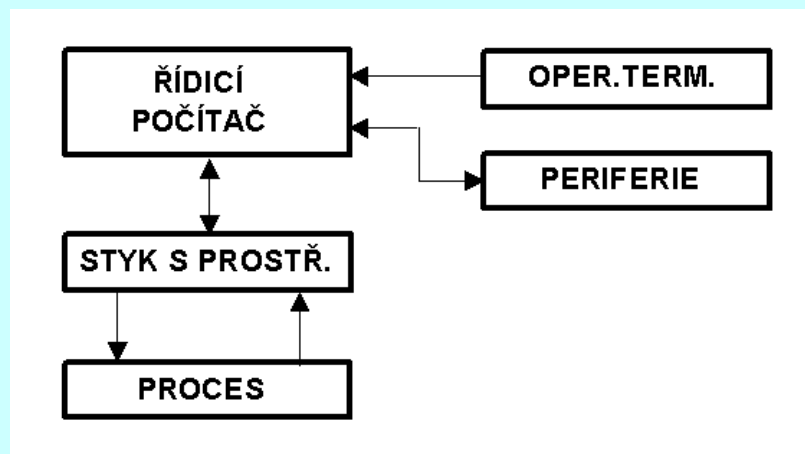
jak dekomponovat:

- **decentralizované řízení** - rozložení výpočetní kapacity centrálního procesoru na několik procesorů nebo počítačů bez topologické dislokace
- **distribuované řízení**, - distribuce řídicích počítačů k řízené technologii se současnou distribucí algoritmu řízení a souborů dat pro řízení

vlastnosti:

- vícestupňové, distr./ decentr. řízení
- větší počet řídicích zásahů současně
- menší zranitelnost než centrální řízení
- větší spolehlivost, zálohování
- ekonomická hlediska (kabeláž)

většinou syst. s **rozloženou intel.**
(specifické I/O)



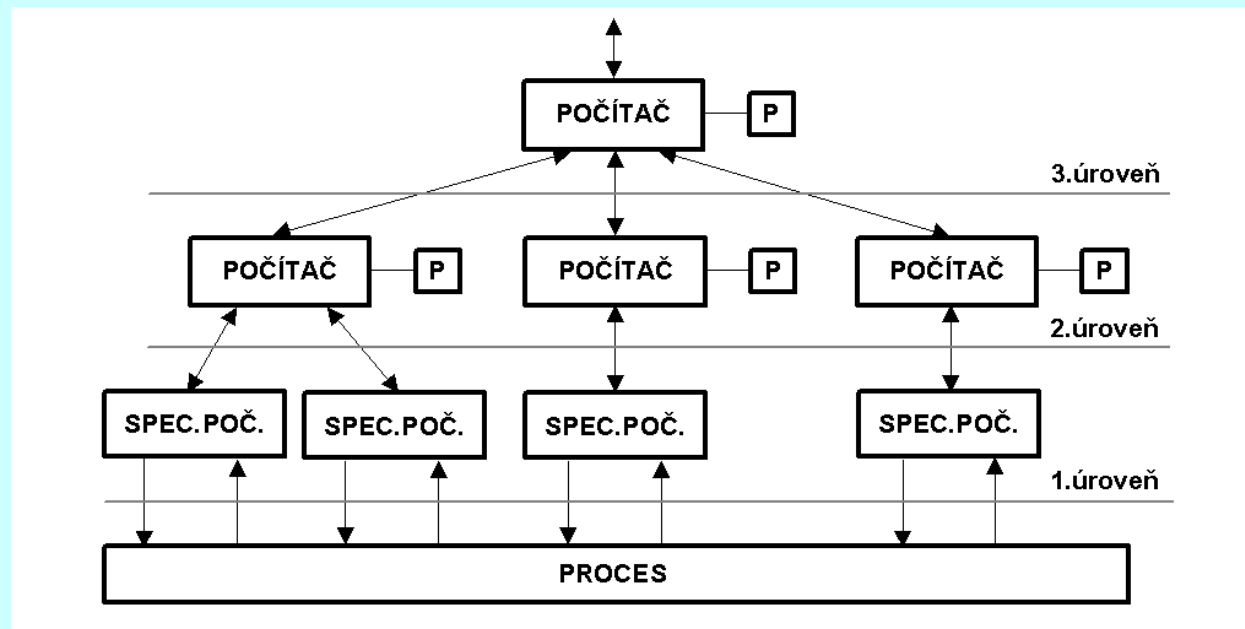
Klasický způsob využití: řízení je central., zranitelné výpadkem počítače

Sítě řídicích počítačů

Hierarchický systém

Decentral./distrib. řízení - stromová struktura s centrálním uzlem

Vyšší úroveň
rozděluje úlohy
a hlídá vykonání
spodní úrovně.



1. úroveň - spec. poč. - inteligentní řídicí moduly bez periférií (reg. smyčky, logické řízení, havarijní a diagn.podsystémy)
2. úroveň - univ. poč. s oper. term., vyšší řídicí fce, změna chování 1 úr. (konstanty reg., aktivace režimů činnosti, havarijní režim)
3. úroveň - univ. poč. s oper.term. + další per., globální fce, kontrola úr., (optimalizace, změna globálních cílů, výpočty stat. údajů)

Sítě řídicích počítačů

Programové vybavení řídicích počítačových sítí

- každá úroveň pracuje pod svým **oper. systémem (RT OS)**
- na nejnižší úrovni pouze základní programové **jádro**
- SW závisí na **způsobu spolupráce** počítačů různých úrovní
 - komunikace výměnou dat (**volně** vázaný systém)
 - využití sdílené paměti (**těsně** vázaný systém).

SW jednotlivých úrovní:

každá úr. - komunikuje s nadř. a podř. úr., zprac.příkazy nadř.úr., přiděluje úlohy podř.úr., řídí a kontroluje podř. úr., obsluhuje pam., I/O, INT dané úrovně

- **nejvyšší** - řídí a kontroluje celý systém
- **meziúroveň** - standardní funkce meziúrovně
- **nejnižší** - řízení oper. mod. (úloha), styk s techn., obsl. RT a INT

Programové vybavení úrovně obsahuje:

- **modul řízení úr.** - **vytv.strukt.**, přiděl. pam., progr. a dat úl., I/O, INT aj.
- **operační modul (výpočetní)** - zprac.úl. a soub.dat, ukládání dat do OP
- **modul styku s vnější pam.** - řízení výběru, přesuny, segm. a přiděl. pam.
- **modul styku s periferiemi** - přesuny inf., konverze kódů, texty a hlášení

Sítě řídicích počítačů

Přístrojové vybavení řídicích počítačových sítí

věnovat pozornost následujícím krokům:

- **výběr topologie** - topologie technolog. procesu, **adaptibilita** sítě při změnách, požad. **spolehl. a bezp.** systému, rychlost přenosu informace mezi počítači, cena linky
- **výběr struktury počítače/počítačů** - **jednoprooc.** syst. se sdílením času, **multiproc.** syst. nebo **sít'** počítačů těsně/volně vázaných, porovnání **cen**, výběr komerčně vyráběných nebo spec.počítačů
- **typ komunikace** - jednosměrná, obousměrná, seriová, paralelní, komunikace podpořená **protokoly** nebo speciální (vlastní), cena komunikační linky (paralelní je rychlá ale drahá)
- **procedury** řízení přenosu informace v síti - většinou standardní protokoly, **protokoly** pro průmyslové sítě (Profibus, Profinet, CAN, LON a pod.).