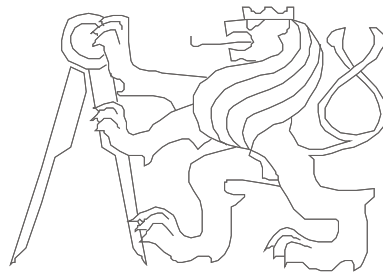


Architektura počítačů

Sítě procesorů a počítačů, topologie sítí, komunikace
Sítě typu LAN, MAN, WAN, sítě řídicích počítačů

Vychází z přednášek X35POS - Doc. Ing. Jiří Bayer, CSc.
<http://support.dce.felk.cvut.cz/pos/>



České vysoké učení technické, Fakulta elektrotechnická

Sítě Procesorů – cíle a struktury

Cíl: zrychlení výpočtu (rychlé procesy),
zprac. rozsáhlých souborů dat.

Jednopočítačový systém:

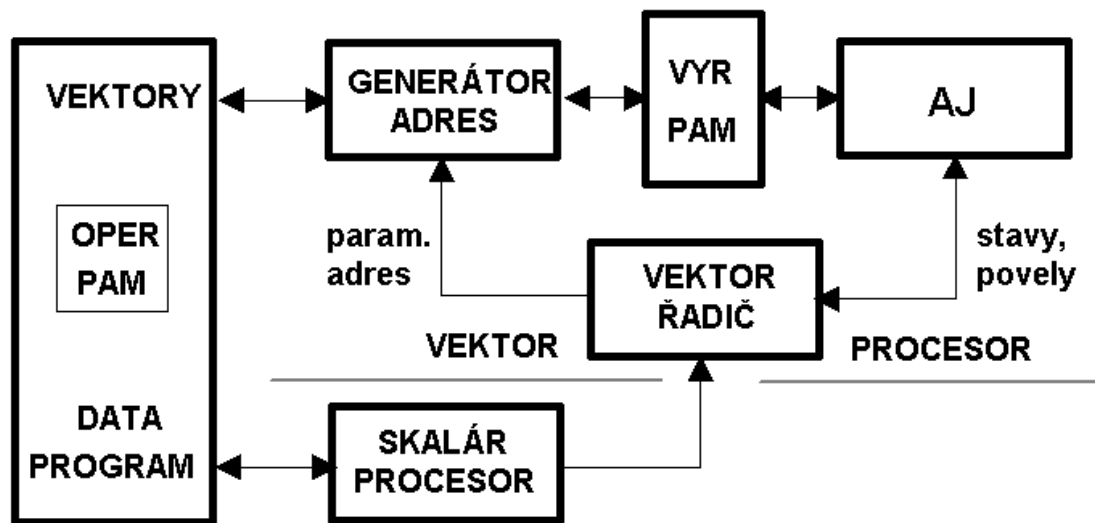
- úprava struktury procesoru (pipeline, spec. bloky)
- sítě procesorů (všeobec. nebo spec. - paralelizace)
- sítě procesorů s netradičním řízením (data flow, systolické...)

Struktury procesorů (Flynnova klasifikace – 1966):

1. **Klasický** - SISD - jednoduchý tok dat + instrukcí
2. **Procesorové pole** - SIMD - jednoduchý tok instrukcí a vícenásobný tok dat
3. **Pipeline** - MISD - vícenásobný tok instrukcí, jednoduchý tok dat
4. **Multiprocesorové** - MIMD - vícenásobný tok instrukcí a dat.

Vektorové procesory

- mnohokrát tatáž operace s různými operandy (pole - vektory)
- odstraňují řízení cyklu, výpočet indexu, výběr dat podle indexu
- realizují se jako paralelní nebo seriové



skalární procesor - klasický procesor - všechny nevektorové operace,
- příprava práce pro vektorový procesor.

vektorový procesor - provádí vektor. instrukce (proudově pracující AJ)

RISC a CISC procesory

Procesory RISC

- jednoduché instrukce
- pevný formát a délka
- stejná doba vykonání
- obvod. řadič (**ne μ prog.**)
- velký počet reg., (přístup k OP)

procesory používají pipeline

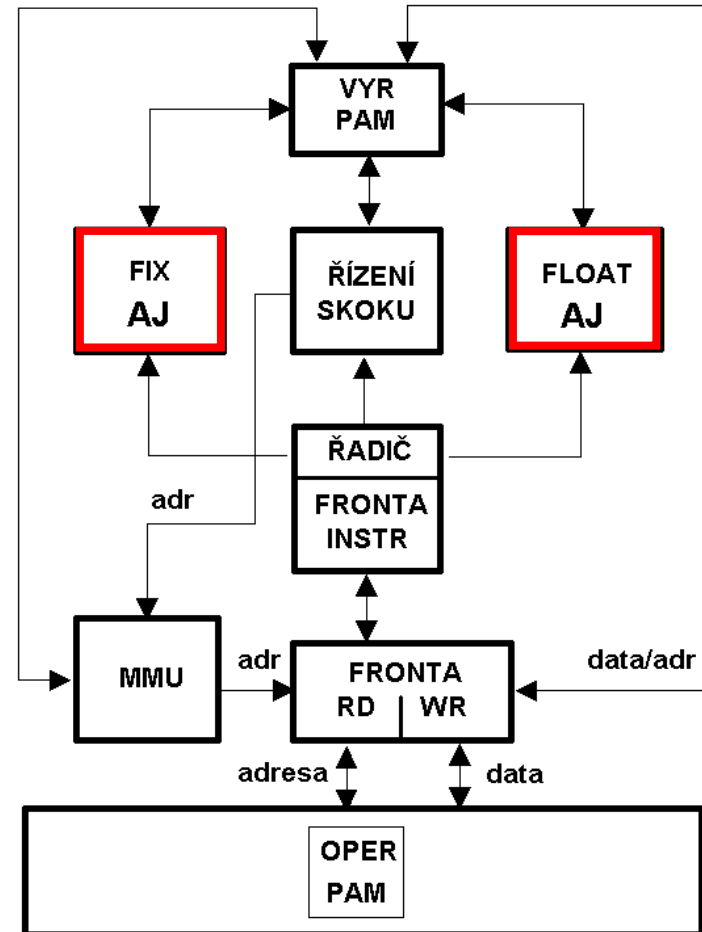
- čtení instr. do fronty přednahr.
- překrývání výkonu instrukcí (proudové zprac. po sekcích)

problémy

- nepodmíněný skok ve frontě,
- podm. skok má bit predikce
- operand pro násl.instr.- zpoždění

Superskalární režim

- řešení několika instrukcí najednou
- dáno počtem výkon. jednotek procesoru (pracují **paralelně** – fix/float)

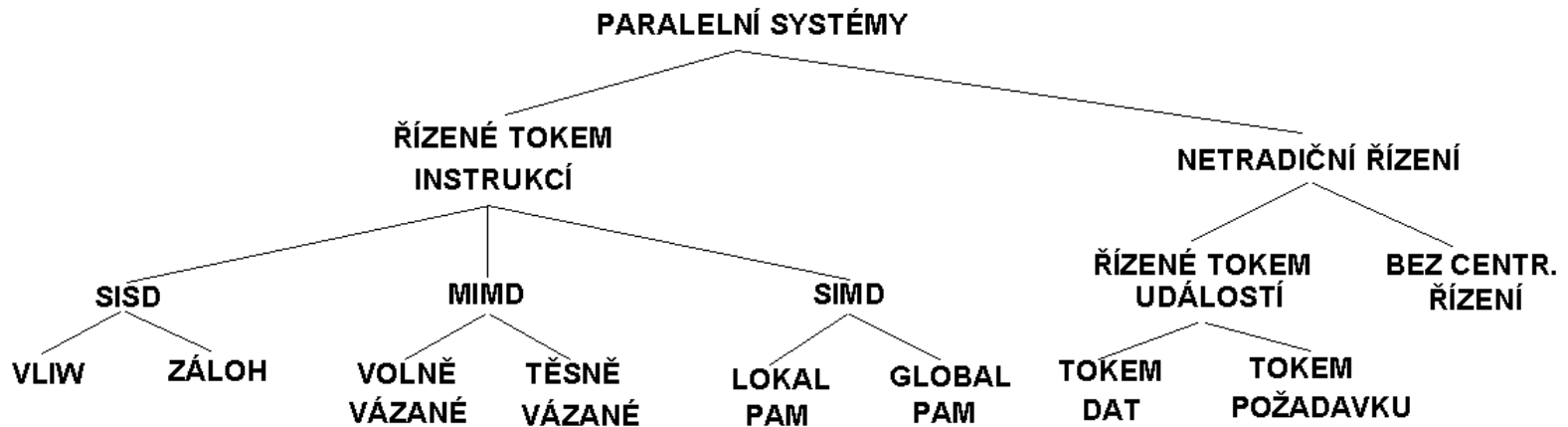


Paralelní systémy

Paralelní systémy

- Požadavek:**
- zvyšování výkonnosti a rychlosti počítačů
 - zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti systému
 - víceuživatelské prostředí

- Vlastnosti:**
- probíhá několik procesů (běžících programů) současně,
 - procesorová část nahrazena sítí spec/univ. procesorů



dělíme je na:

- počítače řízené tokem instrukcí (standard, SISD, SIMD, MIMD)
- počítače s netradičním řízením (tok dat/událostí/řízení HW)

Propojovací sítě a jejich topologie

Propojovací sítě - zajišťují propojení a komunikaci mezi procesory

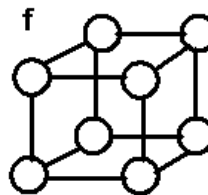
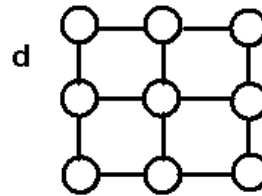
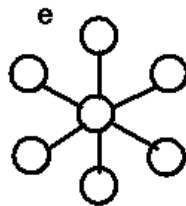
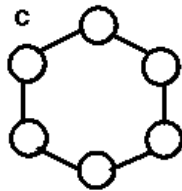
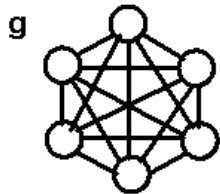
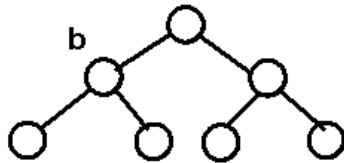
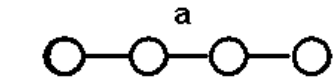
- **statické** (spojovací cesty zůstávají neměnné)

- **dynamické** (spojovací cesty vznikají a zanikají)

spínače řízeny - **lokálně** (skupina má svůj řadič)

- **centrálně** (jediný řadič).

Statické propojovací sítě



lineární (a)

stromová (b)

kruhová (c)

mříž (d)

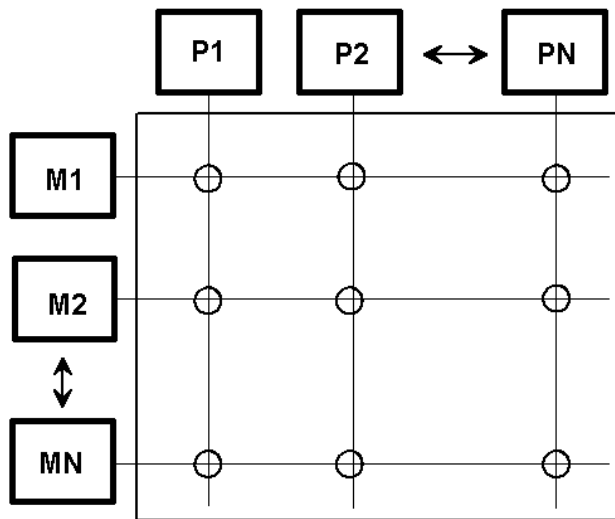
hvězdicová (e)

krychle (f)

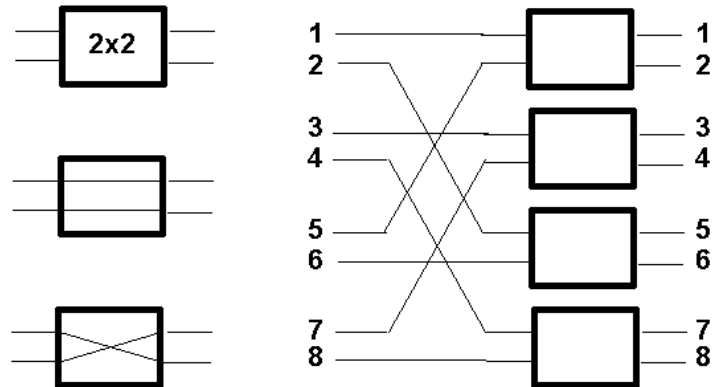
polygonální (g)

Dynamické propojovací sítě

křížový přepínač



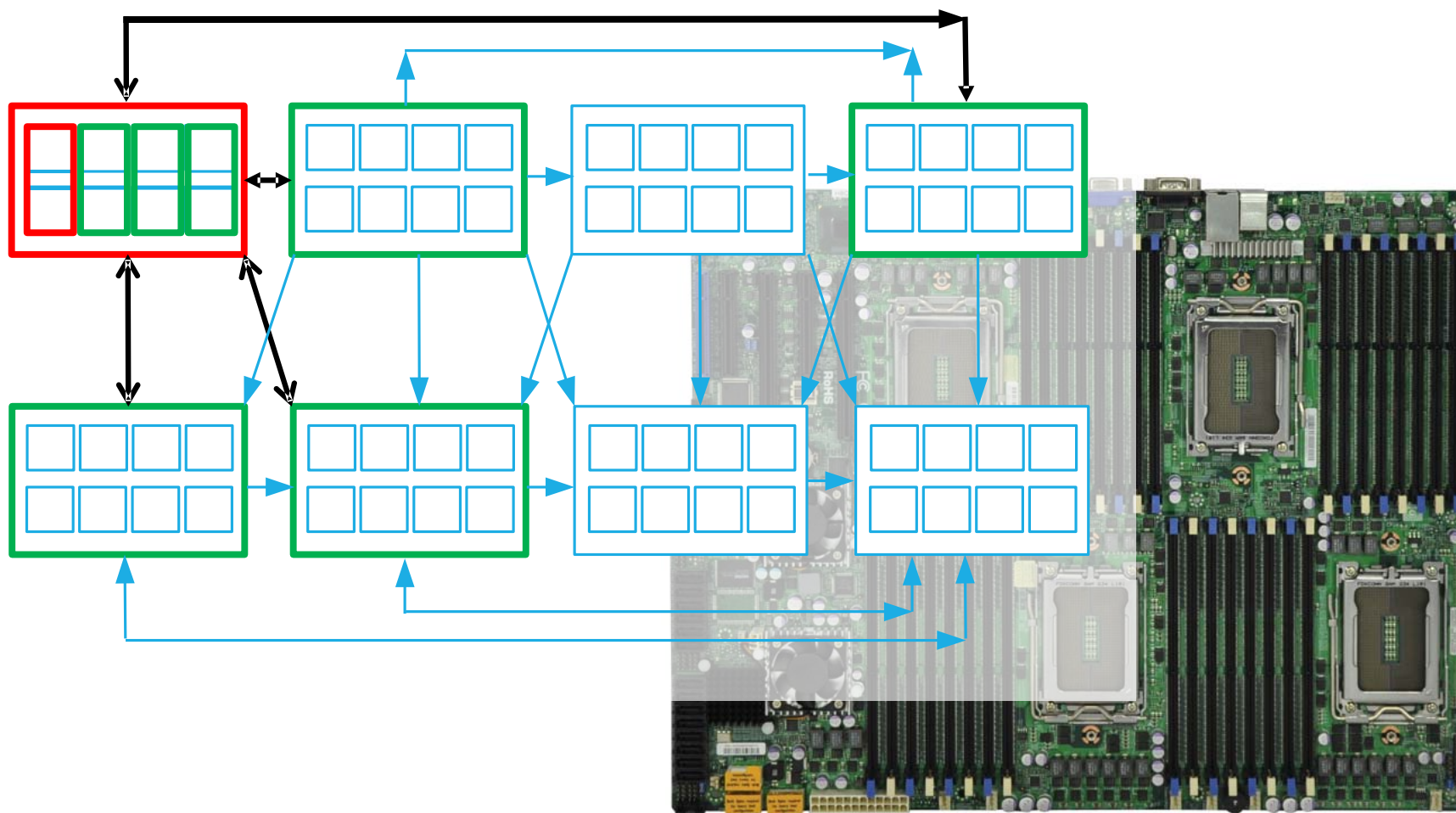
sítě s promícháním a výměnou



Sběrnice

- dovoluje obousměrnou komunikaci “každého s každým”
- vždy jen jeden přenos v daném okamžiku.
- omezená propustnost přenos. cesty (pro paralel. syst. kritická)


64-core AMD Bulldozer



Zdroj: Jean-Pierre Lozi: The Linux Scheduler – A Decade Of Wasted Cores

POWER8 processor

Cores

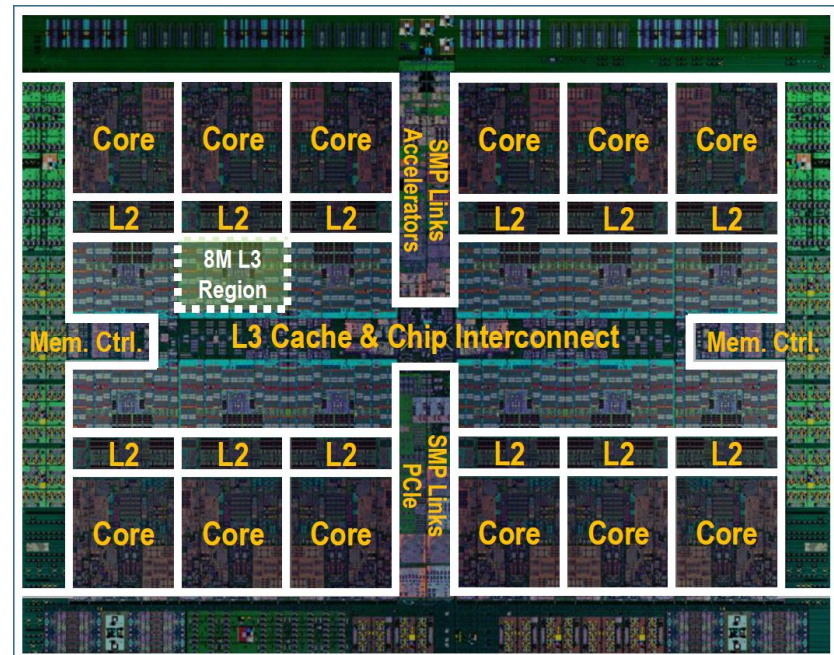
- 12 cores (SMT8)  96 threads per chip
- 2X internal data flows/queues
- 64K data cache, 32K instruction cache

Caches

- 512 KB SRAM L2 / core
- 96 MB eDRAM shared L3
- Up to 128 MB eDRAM L4 (off-chip)

Accelerators

- Crypto & memory expansion
- Transactional Memory
- VMM assist
- Data Move / VM Mobility
- Coherent Accelerator Processor Interface (CAPI)



Sítě procesorů

- soft-hardware (OpenPOWER+OpenStack+Open Compute+CAPI), stejně jako programovatelné karty FPGA/CAPI nebo GPU, umožňující přesunout specifickou část úlohy (výpočtu) na dedikovanou kartu, která provede zpracování třeba tisíckrát rychleji než samotný procesor. Ale základ inovací, které vedou k radikálnímu zrychlení a zefektivnění provozu hardwaru je nový, resp. optimalizovaný software. Ať se to někomu líbí nebo ne, neexistuje software, který byl napsaný pro klasické CPU a zároveň uměl optimálně využít například GPU nebo CPU a GPU najednou.
- OpenPOWER, která umí během 26 minut kompletně analyzovat celý lidský genom namísto stávajících 30 hodin

Zdroj: Radek Špimr, IBM, nové pracovních zátěže na platformě IBM Power

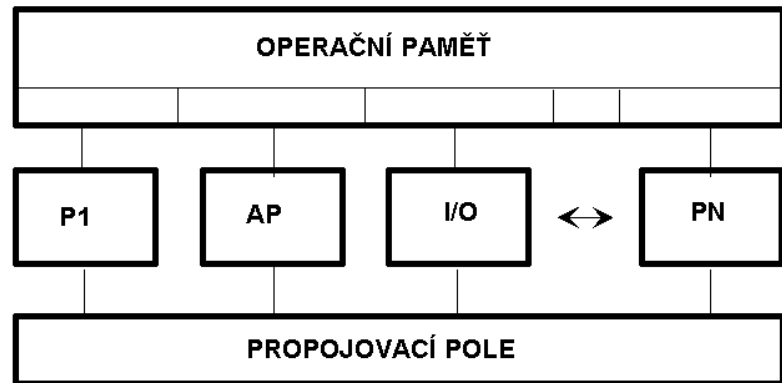
SISD a paralelismus

Paralelní systémy SISD

- systémy VLIW
- zálohované systémy
- systémy používající pipelining.

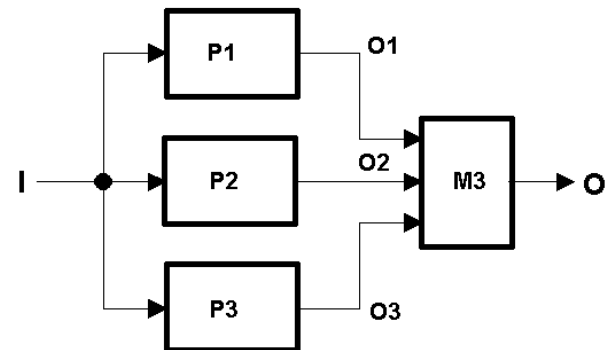
Systémy VLIW

- množství propoj. jednotek
- velmi dlouhé instrukce
- v OZ inf. o řízení přenos. cest
- všechny oper. v instr. paralelně
- procesory jsou specializované
- paměť prgm dělená do bloků (přísluší vždy jednomu proc.)



Zálohované systémy

- zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti.
 - **duplexní** systém
 - systém **s majoritou**
 - **biduplexní** systém
- porovnávají se výsl. v komparátoru.



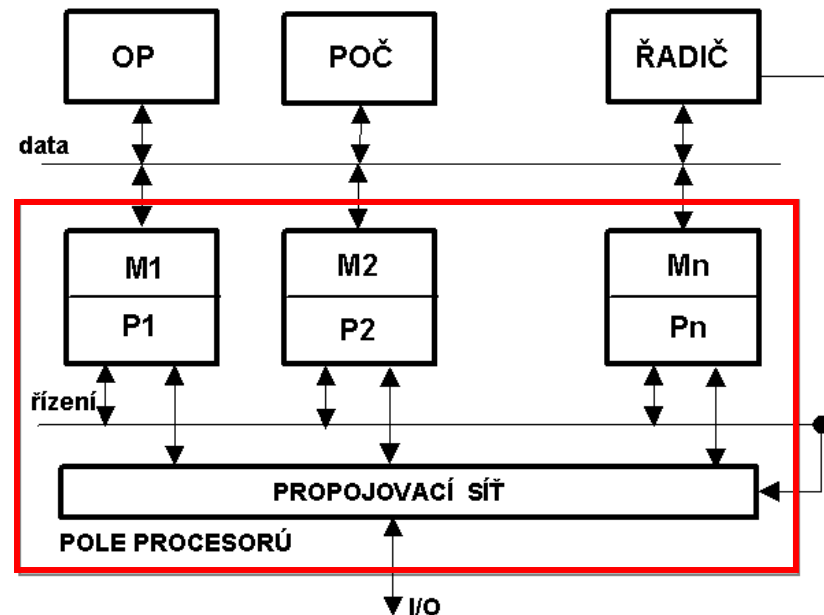
SIMD – maticové procesory

Paralelní systémy SIMD - maticové procesory

- větší počet prvků se zpracovává současně (řádek, sloupec),
- pole procesorů, synchronně provádějí tutéž operaci
- řízení společným řadičem
- aplikace: matice, lin. program., meteorologie, zprac. obrazů

Systémy SIMD s lokál. pamětí

- procesor. pole řídí univ. poč.
 - řeší nadřízený program
 - rozhoduje o maticových úl.
 - zabezpečuje přesun dat
- řadič (procesor)
 - skalární a řídicí instr. sám
 - vektor. instr. procesor. poli
 - spouští oper. pro procesory
- každý proc. má pam.operandů
- procesory si posílají data
- strukt. určuje úloha (128x128)



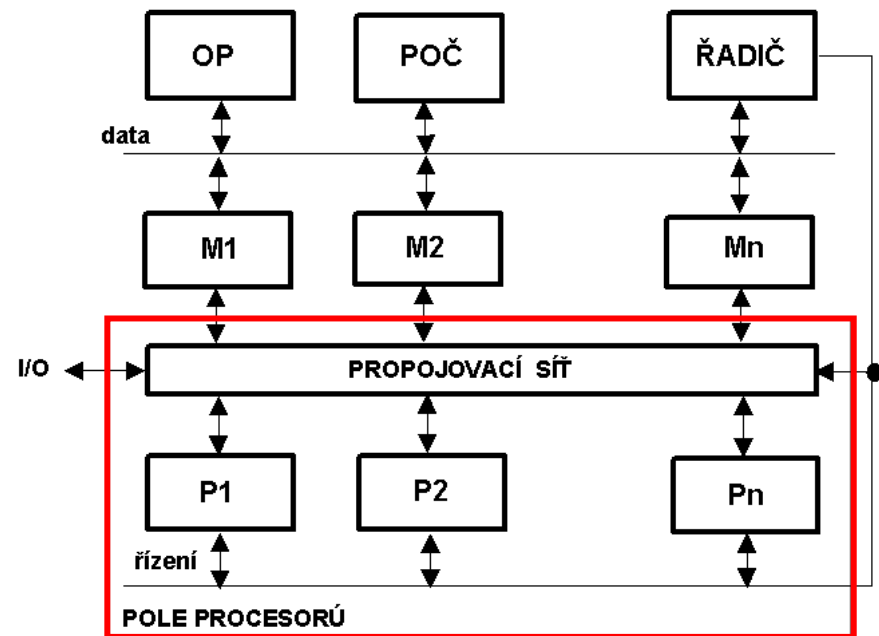
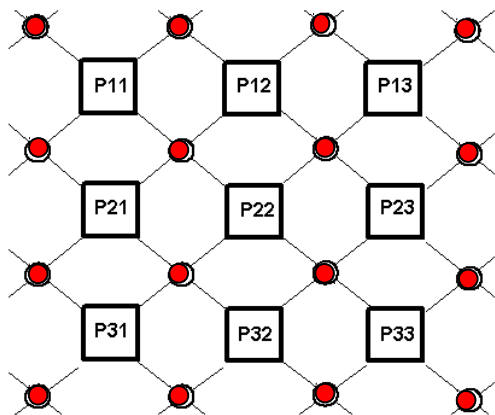
SIMD s lokální pamětí

Systémy SIMD se sdílenou pamětí

- procesory od pamětí odděleny (komunikace přes propoj.sít')
- počet paměťových modulů jiný, než počet procesorů
- základní distribuci dat do pam. modulů zajišťuje řadič
- místo adr. výb. dat asoc.

X strukt. s lokál.pam.

- spinače (prop.sít')

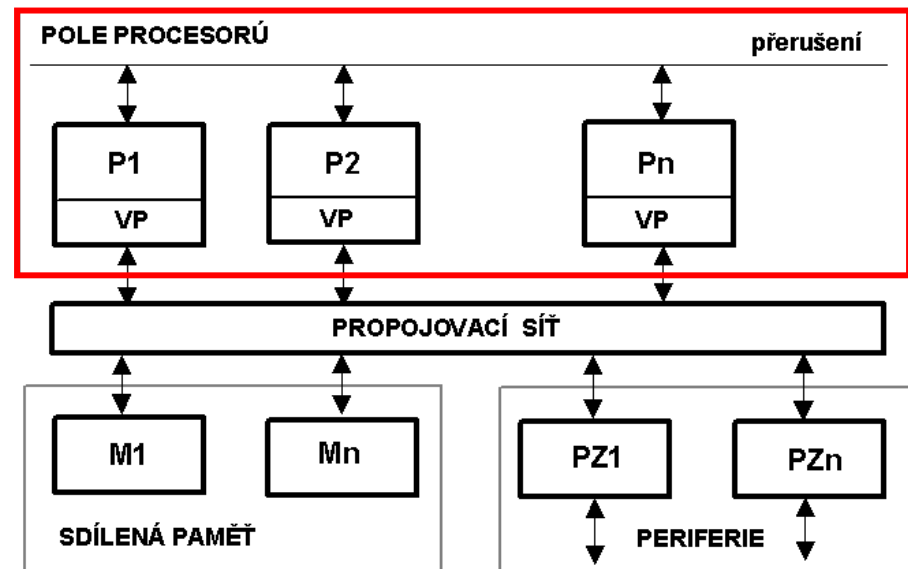


Paralelní systémy MIMD - multiprocessorové systémy

- každý procesor zpracovává data svého vlastního programu
 - zvýšení výkonnosti
 - zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti (zálohování)
- dělení
 - **těsně vázané** (společná paměť)
 - **volně vázané** (vlastní paměť)

Těsně vázané multiproc. systémy

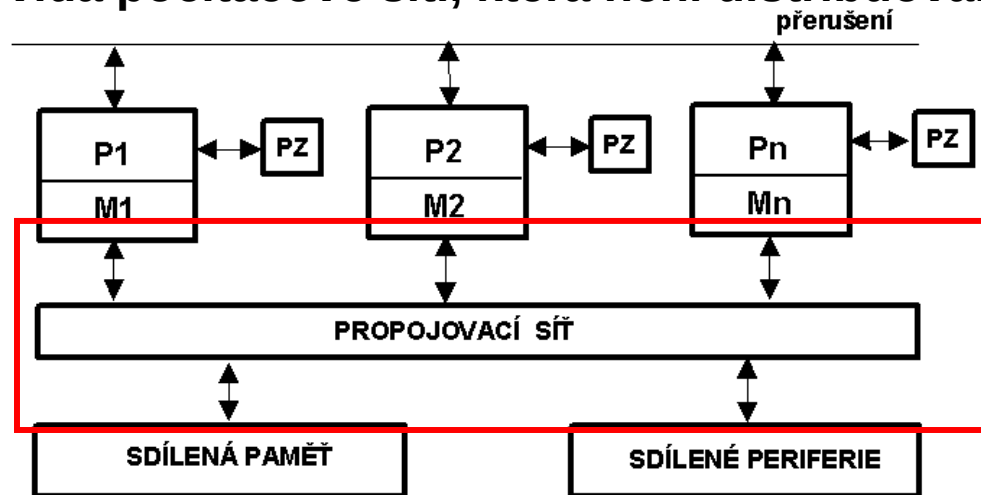
- malá vyr. pam. pro data
- procesory sdílejí spol. OP
- perif. mají malou autonomii
- propoj. síť umožňuje lib. propojení (P -> M, PZ)



Volně vázané MIMD a NUMA

Volně vázané multiprocesorové systémy

- procesory s velkou lokál. pamětí a vlastními periferiemi
- značný stupeň autonomie
- lokální paměť obsahuje program i data
- odpovídá počítačové síti, která není distribuována



NUMA (Non-Uniform Memory Access)

- těsnější vazba více CPU v uzlu, ty propojené do větších celků, přitom paměťový subsystém nabízí plnou adresovatelnost (Single Memory Image System)

Volně vázané MIMD - shrnutí

Volně vázané multiprocessorové systémy

propojovací síť - bývá statická.

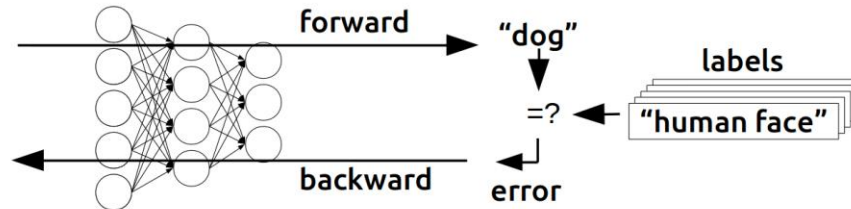
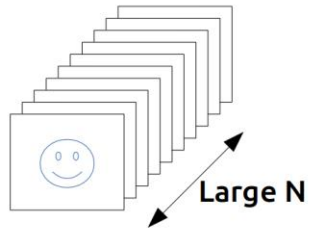
- **hierarchická organizace sběrnic**
 - nejnižší úrov.- procesory a pam. seskupeny do **clusterů**
 - clustery přes kom.moduly připoj. na sběr. vyšší hierarchie
 - struktury - od jednotek až po desítky tisíc procesorů
- do **n-rozměrné krychle** (nebo mřížce).
 - každý proc. modul má 8 kom. procesorů pro připojení
 - části krychle - využít pro různé úlohy a dyn. přidělovat
 - vyžaduje vždy nadřazený (hostitelský) počítač

vlastnosti:

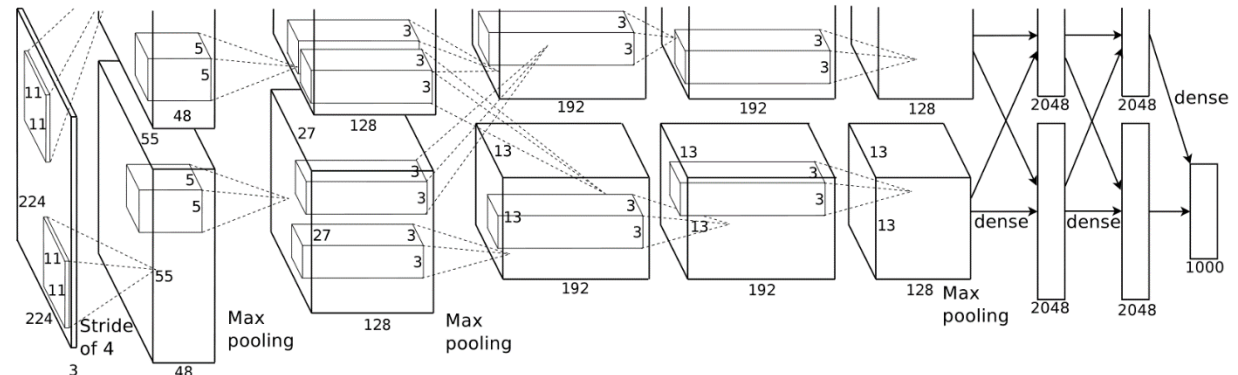
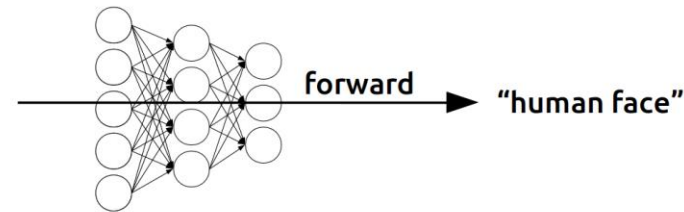
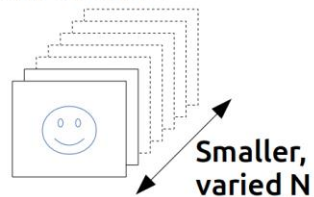
- řízení je mnohem složitější než u těsně vázaných
- systémy odolné vůči poruchám
- použití zejména ve vojenství, letectví, kosmonautice a pod.
- zdvojení nebo ztrojení výpočtů (dynamicky podle potřeby)

Komplexní expertní systémy, umělá inteligence

Training



Inference



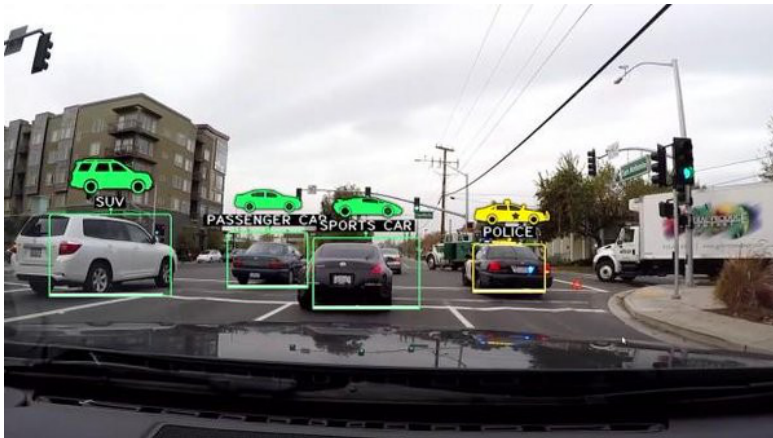
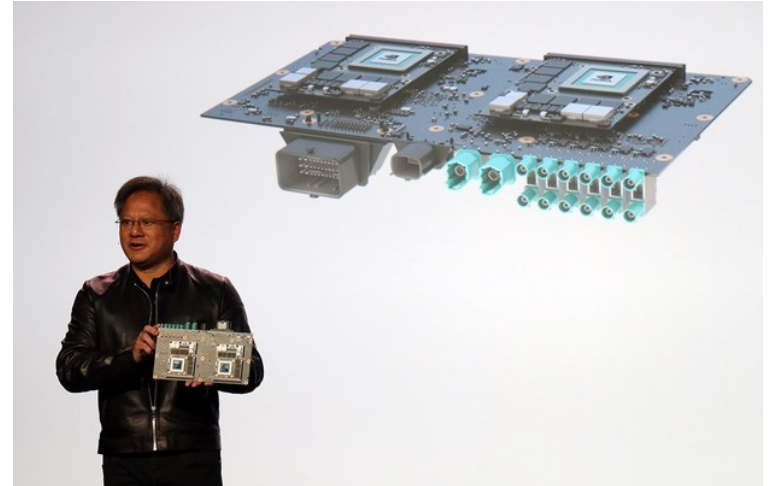
Zdroj: Nvidia: GPU-Based Deep Learning Inference: A Performance and Power Analysis

Příští generace mozků autonomních automobilů

Nvidia Drive-PX2: Open Platform for Driver Assistance

Embedded Super-Computer: 42 TOPS

– (=150 Macbook Pros)

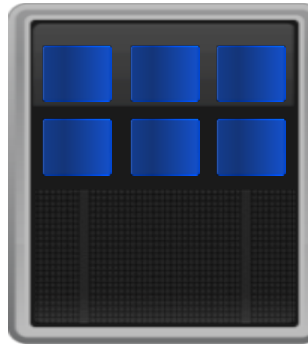


Zdroj: <http://yann.lecun.com>: Deep Learning

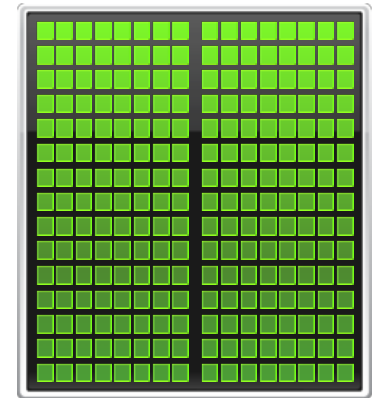
NVIDIA Volta

- expected maximum memory capacity to 64GB (4096bit)
- ~2018 for mass market
- ~2017 for first supercomputer
 - the Summit from Oak Ridge National Laboratory
 - Sierra from Lawrence Livermore National Laboratory.
 - Both of these supercomputers will feature several next generation IBM POWER9 CPUs and also several NVIDIA Volta GPUs.

CPU
Optimized for
serial tasks



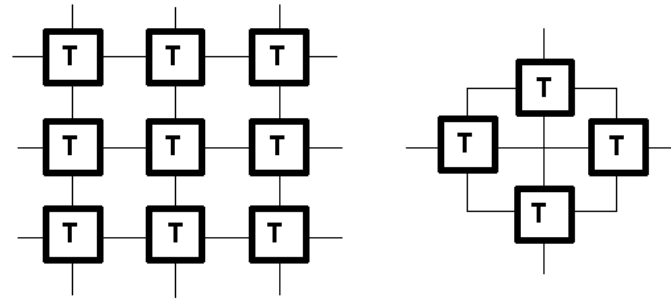
GPU Accelerator
Optimized for
Parallel Tasks



Na přechodu od MIMD k síti počítačů

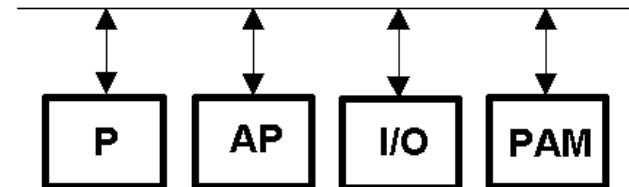
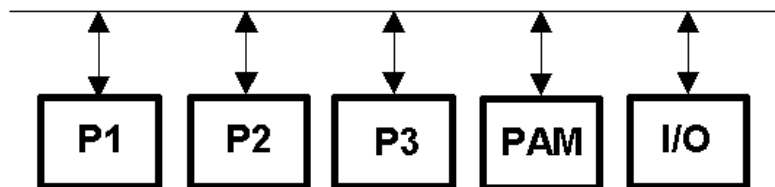
Transputerové systémy

- 16 až 32 bit. počítač na čipu
- 4 ser. kom. adaptéry pro styk
 - dvourozměrná mříž
 - polygonální spojení čtyř



Multiproc. systémy pro řídicí aplikace

- mezistupeň mezi těsně a volně váz. systémy, **jeden proc. řídicí** (distr.)
 - s ident. procesory - **multiprocessorové** (spolehlivost)
 - s distrib. inteligencí - **polyprocessorové** (rychlost, menší spolehl.)
- lokální paměť (program a data), sdílejí také spol. paměť a periferie



Vícepočítačové systémy - síť počítačů

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

Dovolují zajistit

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

Způsob spolupráce v síti:

- služby mezi **klientem** a **serverem**. **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).

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 buď na sdíleném mediu (koaxiál, optika, dvoudrát) nebo dnes častěji propojené hvězdy (přepínače, switche), protokoly.
- rychlosti přenosu 4Mb/s až 10Gb/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 10Gb/s, zpoždění desítky ms

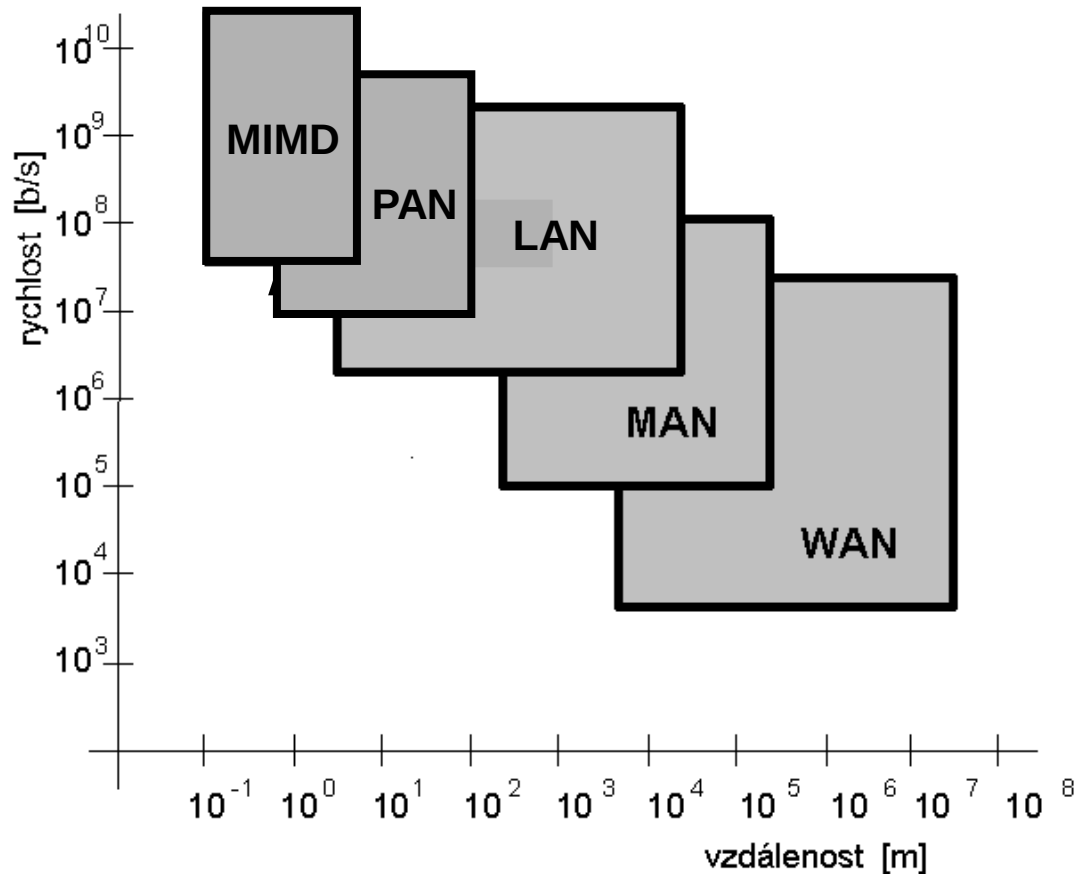
WAN (Wide Area Networks)

- 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 Gb/s, zpoždění stovky ms.

Průmyslové a řídicí sítě - „CAN“ (Control Area Networks)

- různé topologie a technologie spíše na kratší vzdálenosti
- specifické požadavky na spolehlivost a zaručené časy doručení

Základní vlastnosti počítačových sítí



Topologie a propojení různých úrovní sítí

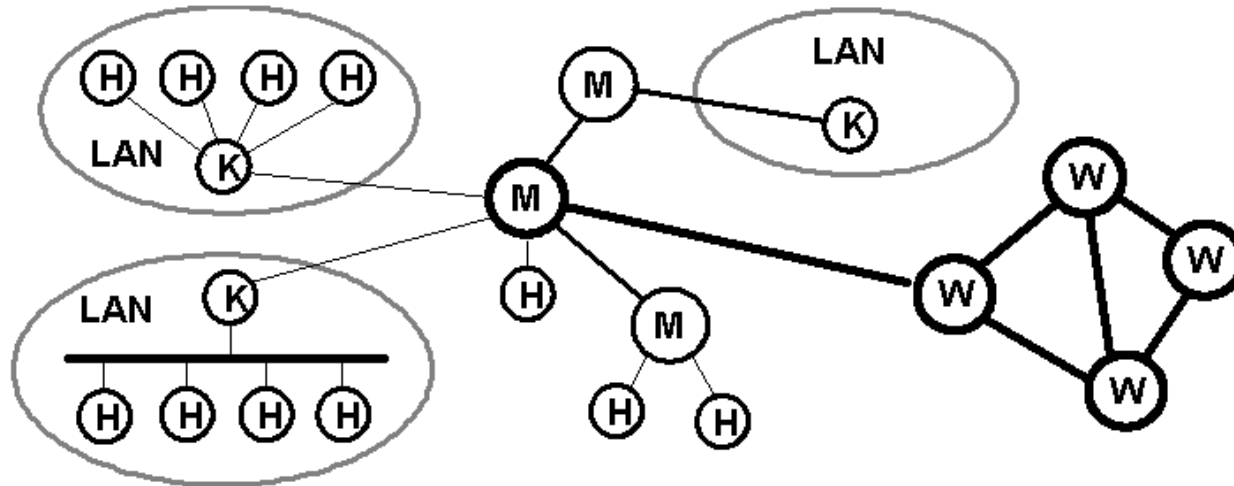
Příklad propojení sítí různých typů

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

K - komunikační počítač (procesor, komunikační kanál)

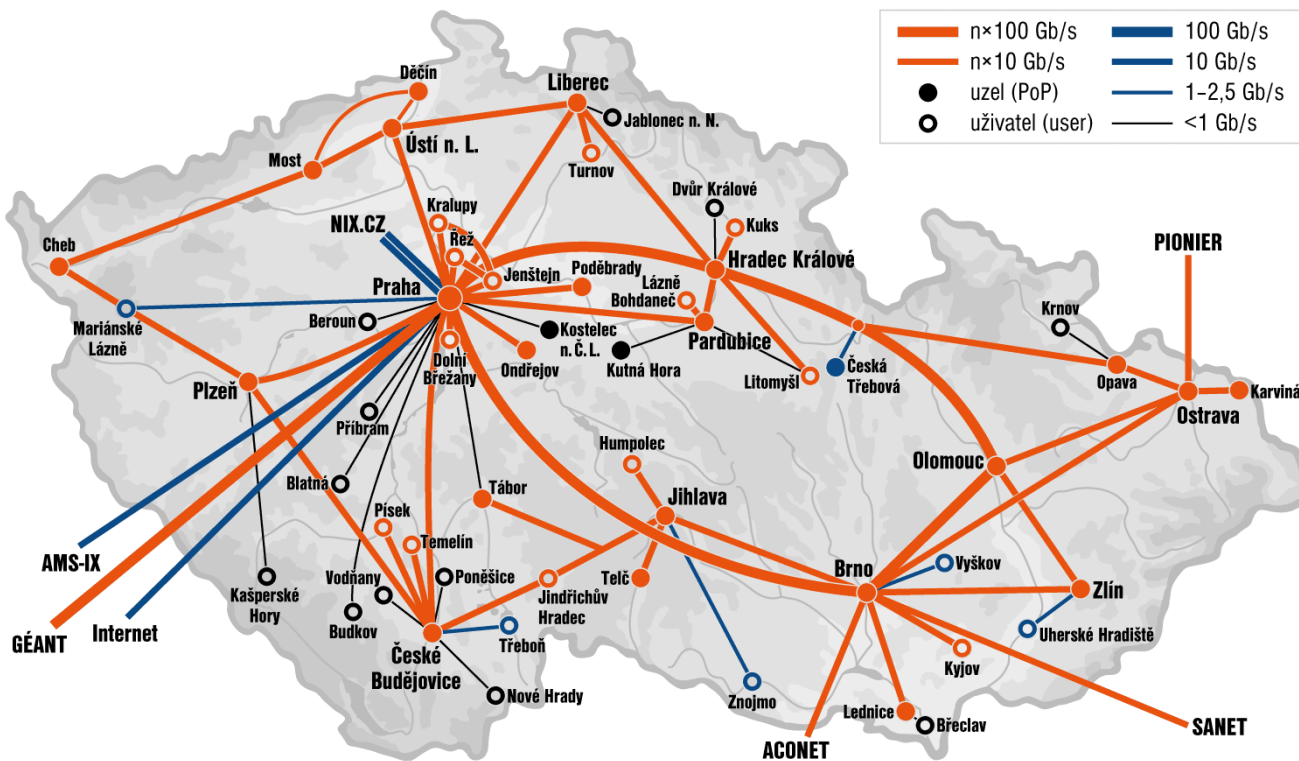
M - uzlový počítač nadřazené sítě MAN

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



CESNET - Česká akademická síť

Založily vysoké školy a Akademie věd České republiky v roce 1996



<http://www.cesnet.cz/>

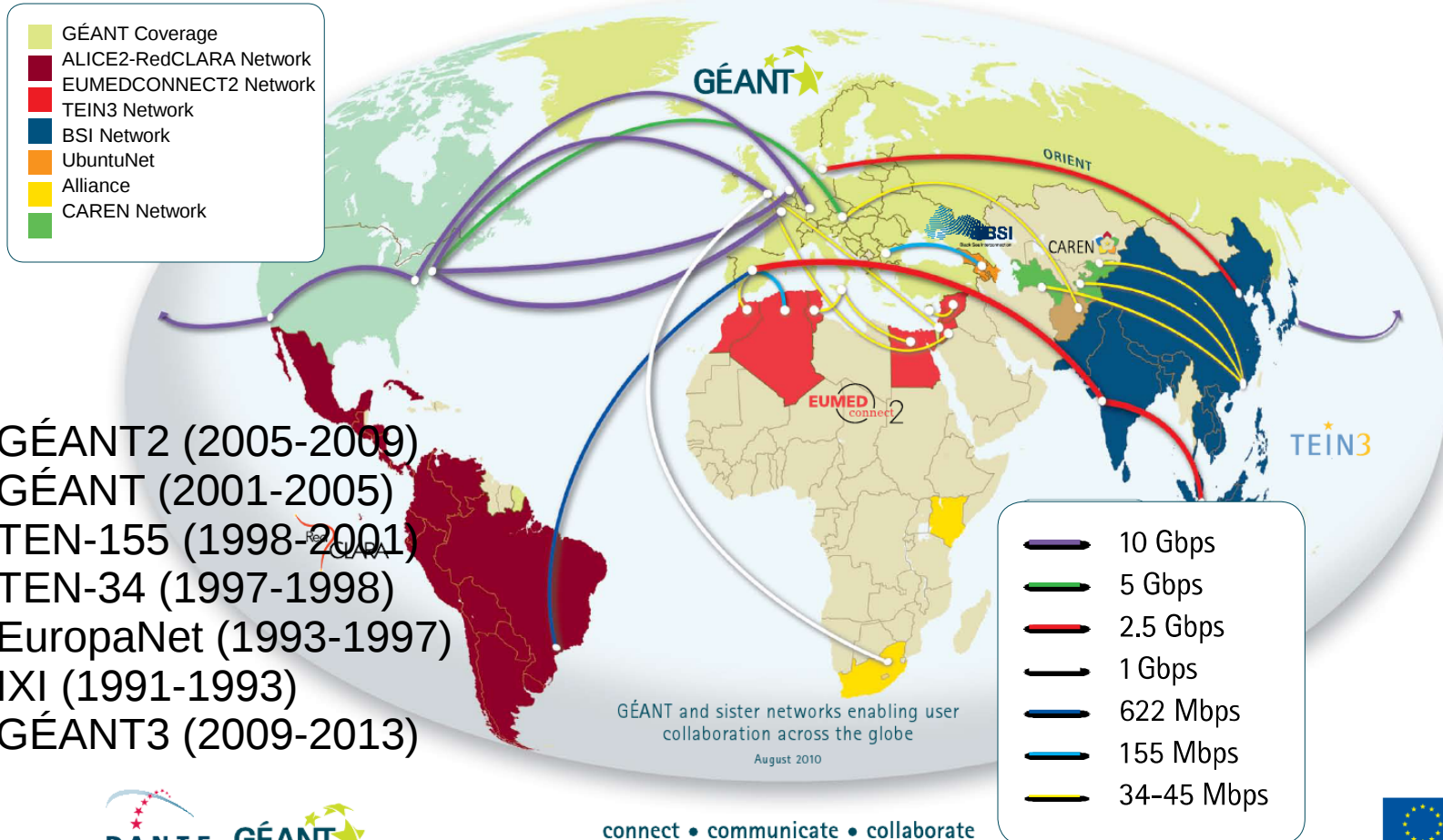
<http://www.ces.net/>

DWDM – Dense Wavelength-division multiplexing 40 až 100 Gb/s (CzechLight)

- Okolo 1550 nm, od 8 do 128 kanálů
- Dnes i plnohodnotná 100 Gb/s na jednom kanálu (QPSK ve dvou polarizacích – DP \Rightarrow symbol rate 25 G/s)

Světová akademická síť

GÉANT At the Heart of Global Research Networking



connect • communicate • collaborate

GÉANT is co-funded by the European Commission within its 7th R&D Framework Programme. This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of DANTE and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union.

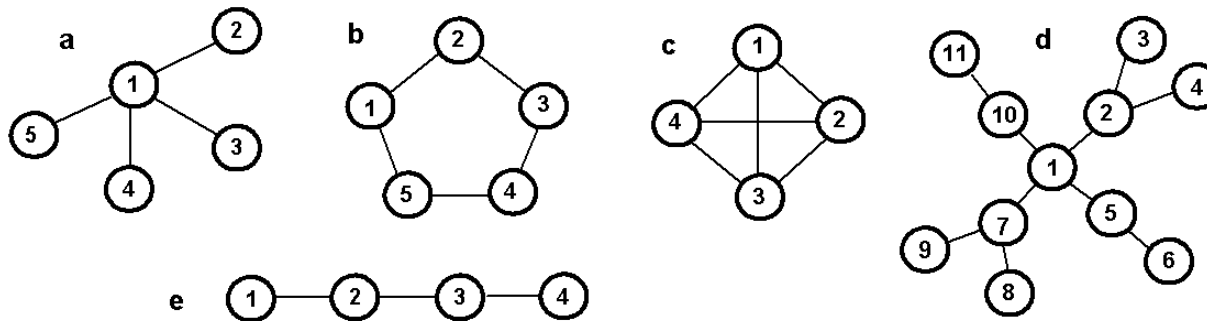


Propojovací struktury - topologie sítí

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:

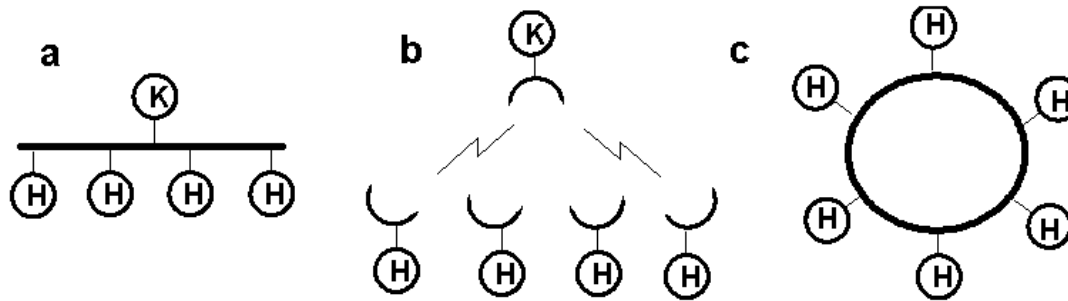
- **průchodnost** sítě - závislá na počtu seriových spojů (min)
- **spolehlivost** sítě - možnost vybrat alternativní cestu při poruše (max)
- **přizpůsobení procesu** (výpočetnímu nebo řízení technologie).

hierarchické řízení: - stromová struktura.

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

Vícebodové propojovací struktury (broadcast)

- sdílené medium (**arbitr** přístupu - centrální/distribovaný)
- 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)

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)

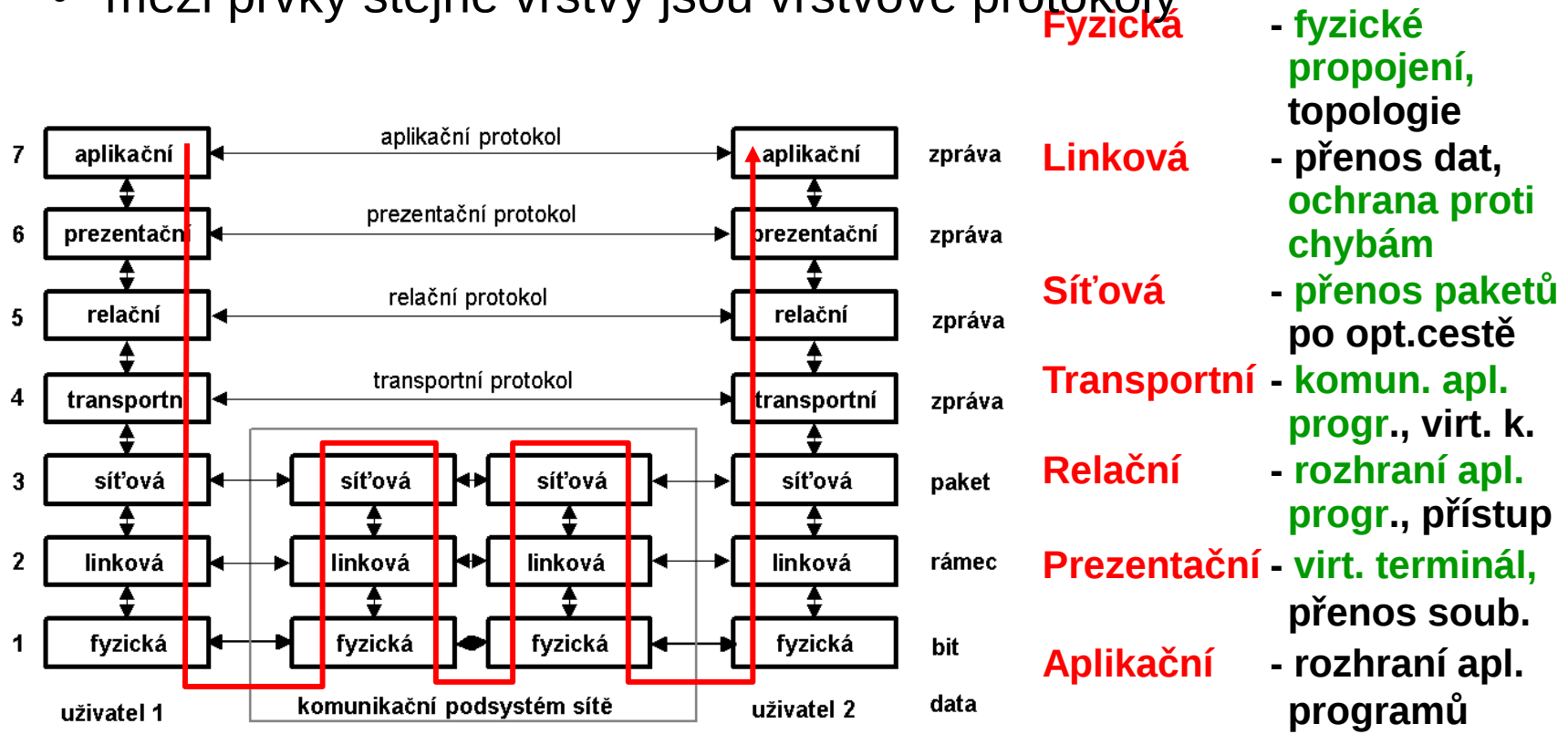
- paket - část zprávy - pevná max. délka (data, adr.příjemce, služ. údaj)
- zjedn. práce průchozích uzlů, větší propustnost sítě
- složitější práce koncových stanic (rozklad/složení)

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

ISO/OSI síťový 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 mezivrstevové protokoly
- mezi prvky stejné vrstvy jsou vrstevové protokoly



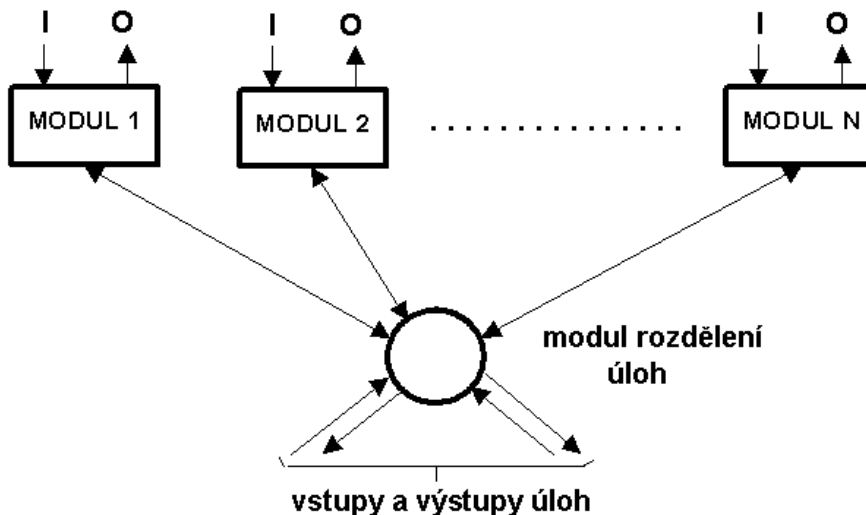
Počítačové sítě typu LAN

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:

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

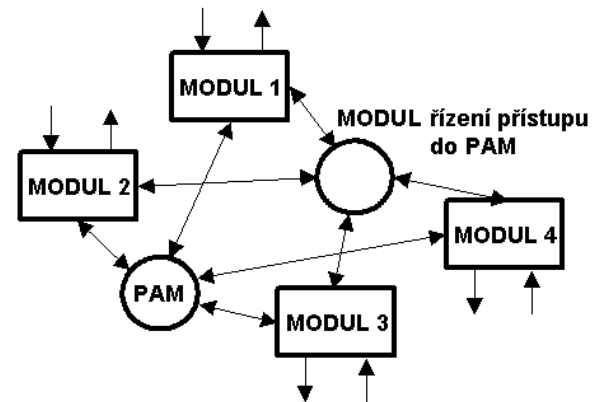
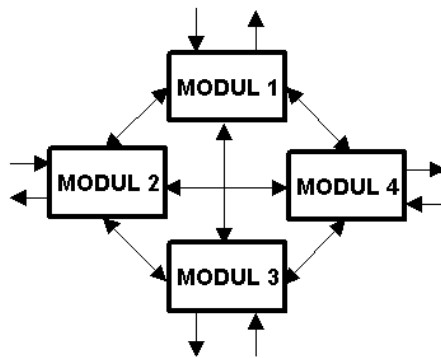
Počítačové sítě typu LAN – Logická topologie

Logická topologie

uspořádání systémů na základě vzájemné spolupráce:

1. s rovnocennými moduly - modul rozdělení úloh je distribuován

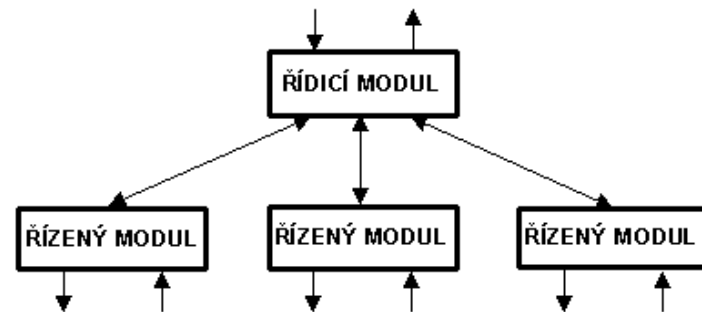
s volnou
vazbou
(přenos
dat)



s těsnou
vazbou
(sdílení
dat)

2. s jedním řídicím a několika podřízenými

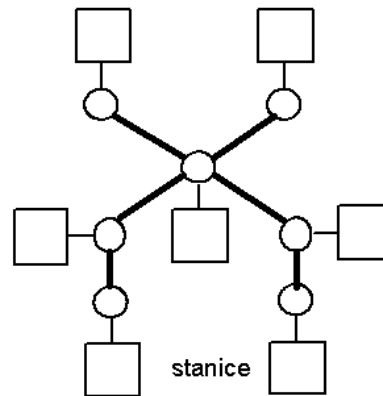
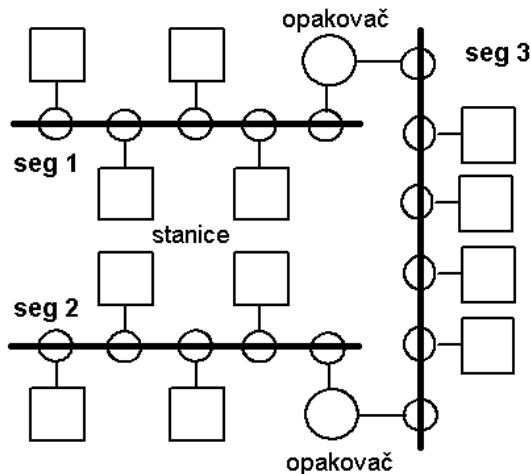
- modul rozdělení úloh
je centrální (řídicí modul)
hierarchická struktura



Počítačové sítě typu LAN – Fyzická topologie

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
- vícebodové spoje
sběrnice, kruh (sběrnice)

Signály

- kódovány
- modulovány

Přenosové medium

- kroucený dvoudrát (300 až 10 Gb/s), symetr., RS-422, RS-485
- koax. kabel (max100Mb/s), nesymetr
- optická vlákna (max 10Gb/s)

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
- **vícetbodová 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 sběrníc** počítače
- **distribuované řízení** - řídicí stanice distribuována k uživatelům
 - stanice se samy hlásí (požadavky mají náhodný charakter)
 - komunikační řadiče/procesory stanic rozhodují na základě:
 - **deterministických** metod přidělování
 - **neterministických** metod přidělování.

Počítačové sítě typu LAN – Přidělování média

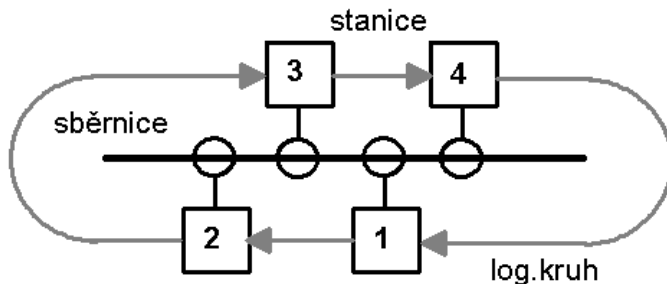
Deterministické metody

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
 - odvíjí datový paket
 - nebo spec. paket s **token**

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

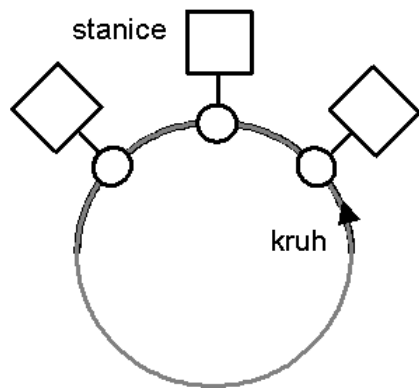
- **nová stanice:** výzva stanicím s adr. mezi aktivní a následnou
- **vyřazení stanice:** stanice žádá o vyjmutí / nehlásí se v čas.limitu

Počítačové sítě typu LAN – Přidělování média

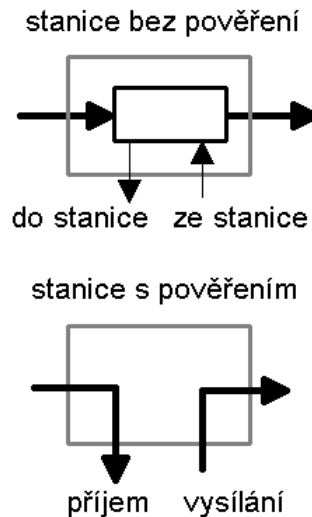
Token ring

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

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



stanice bez pověření - posluchač
stanice s pověřením - vysílač



- 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 – Přidělování média

Nedeterministické metody

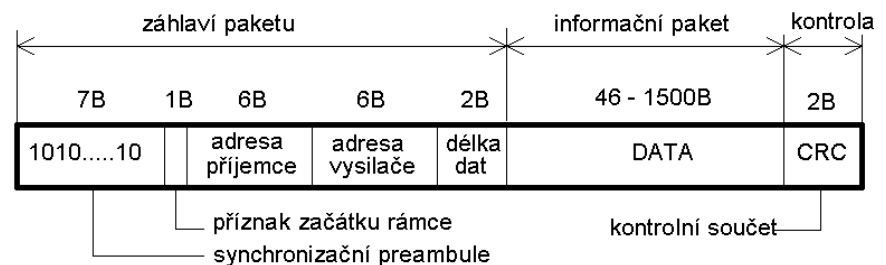
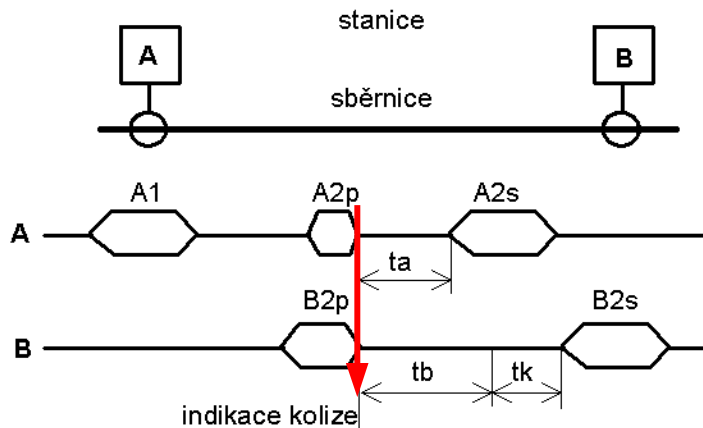
přístup na základě pozorování provozu pro topologie **broadcast** - sběrnice

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 (**nenaléhaví** CSMA)
 - čeká se na dokončení relace (**naléhaví** CSMA).

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

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



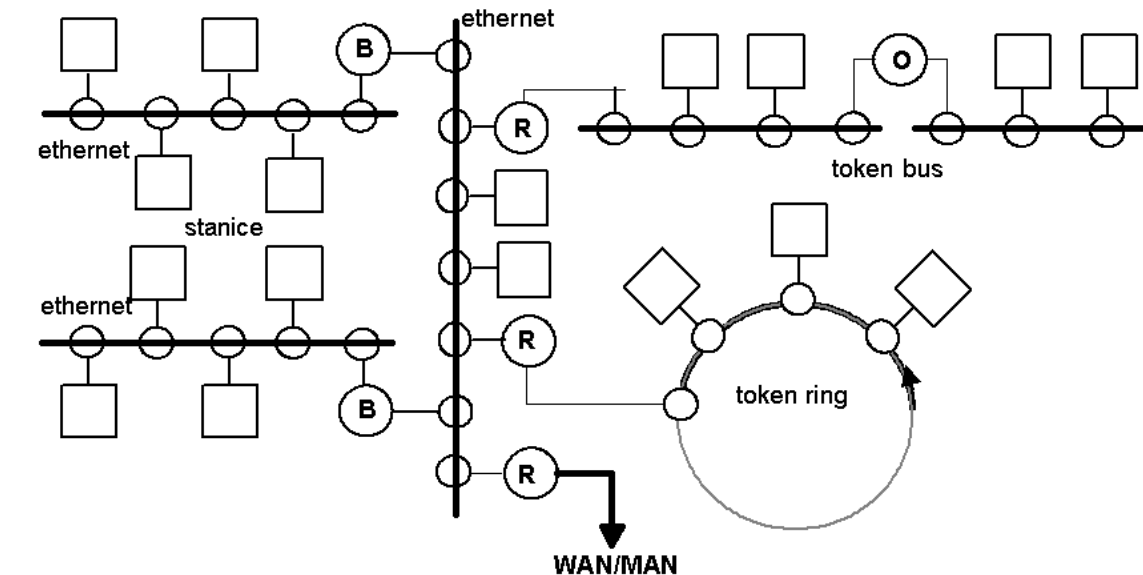
Propojování sítí

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)

Rozsáhlé sítě - WAN

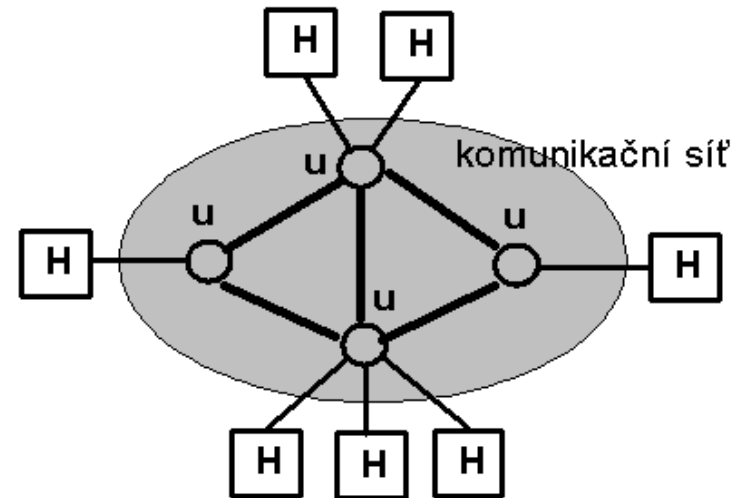
WAN

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
- rádiová síť
- družicové spoje



u - uzel - komunik. proc./počítač, (router, gateway)
H - uživatel. počítač nebo síť nižší úrovně

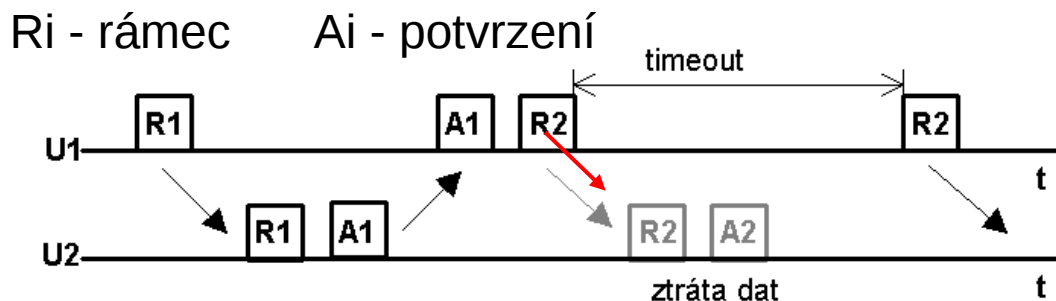
Počítačové sítě typu WAN

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)



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

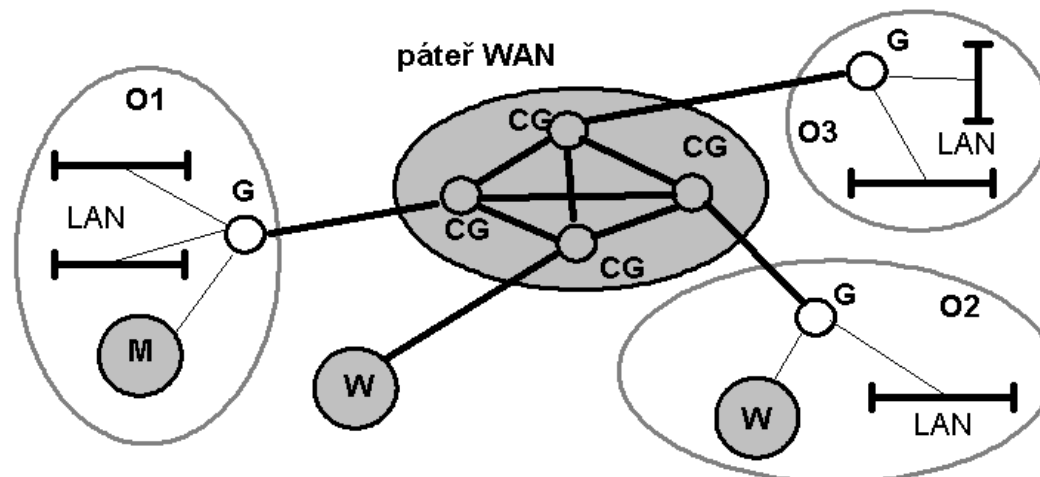
Sítě typu WAN

Internet

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

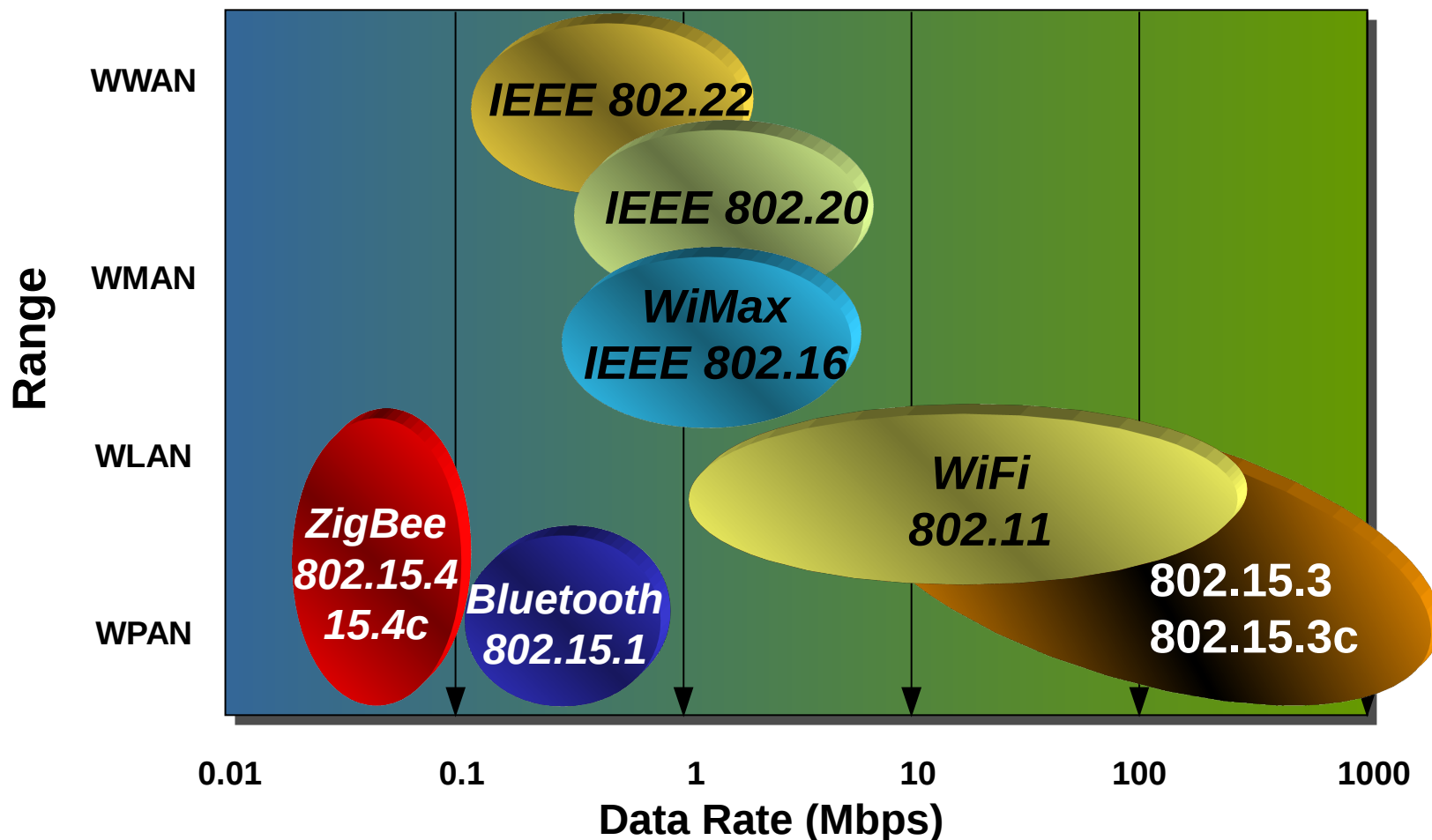
Realizována jako:

- **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. tabulky

The IEEE 802 Wireless Space



Bezdrátové počítačové 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 dodržáním globálního cíle
- **budování shora dolů** - realizace globálního cíle řízení jako nové úlohy vyžaduje dekompozici systému i globál. cíle

jak dekomponovat:

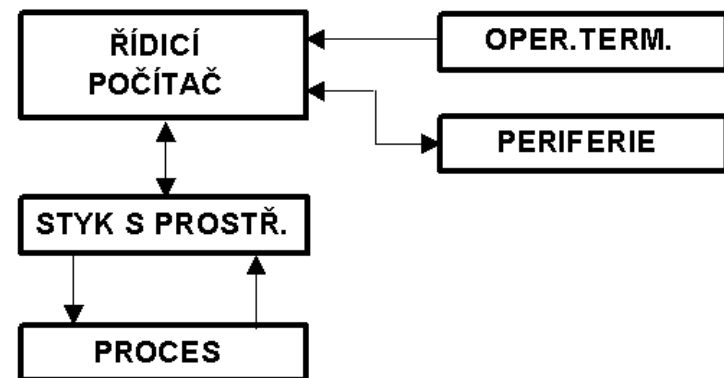
- **decentralizované řízení** - rozložení výpočetní kapacity centrálního procesoru na několik procesorů nebo počítačů bez topologické dislokace
- **distribuované řízení**, - distribuce řídicích počítačů k řízené technologii se současnou distribucí algoritmu řízení a souborů dat pro řízení

vlastnosti:

- vícestupňové, distr./decentr.říz.
- větší počet říd. zásahů souč.
- menší zranitelnost než centr.říz.
- větší spolehlivost, zálohování
- ekonomická hlediska (kabeláž)

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

Klasický způsob využití: řízení je centra

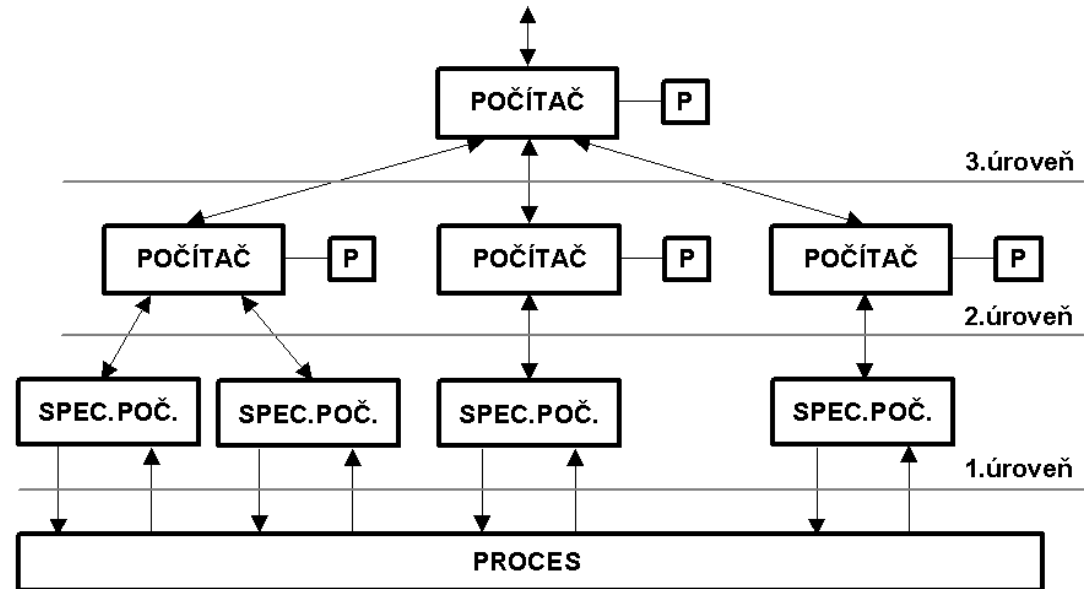


Sítě řídicích počítačů

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 periferií (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)

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

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.).