

# Počítačové systémy

## 6 Síť procesorů

# Sítě procesorů

**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:

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.

# Sítě procesorů

## Proudové zpracování informace (pipeline)

krok	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.instr	VI	DI	VA	VO	PO				
2.instr		VI	DI	VA	VO	PO			
3.instr			VI	DI	VA	VO	PO		
4.instr				VI	DI	VA	VO	PO	
5.instr					VI	DI	VA	VO	PO

1. VI - výběr instrukce, inkrement PC
2. DI - dekódování instr.
3. VA - výpočet adr. operandu
4. VO - výběr operandu z pam.
5. PO - provedení operace

## předvýběr instrukcí do fronty FIFO

krok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.instr	VI	DI	VA	VO	PO												
2.instr		VI				DI	VA	VO	PO								
3.instr			VI							DI	VA	VO	PO				
4.instr				VI										DI	VA	VO	PO

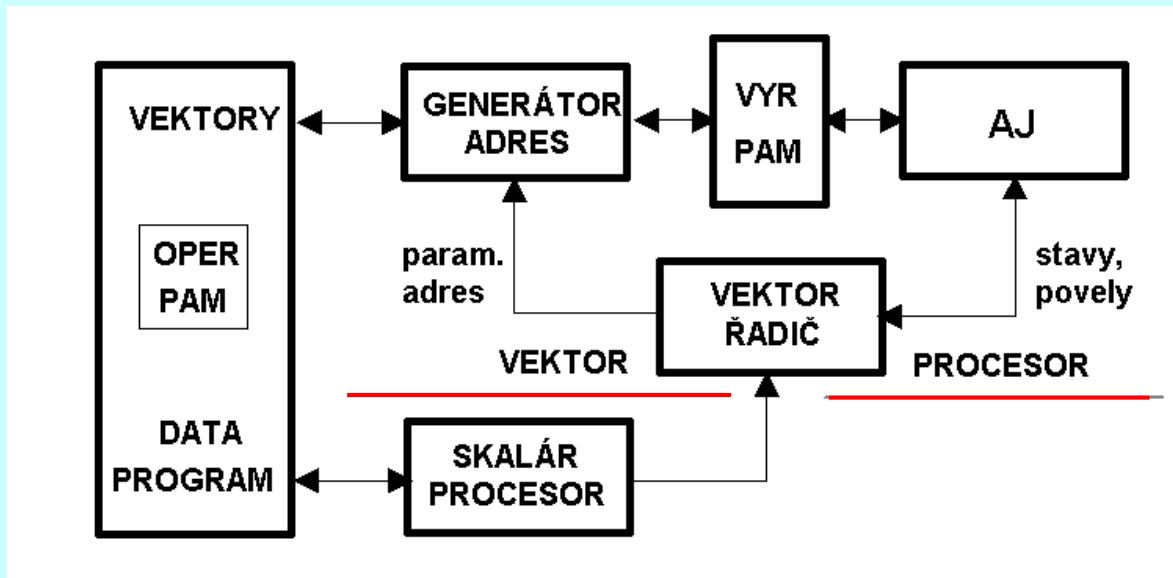
## proudově pracující ALU

- synchronní činnost, mezipaměť mezi jednotlivými řády
- postup od nižšího řádu, výsledek do mezipaměti, řád se uvolní
- 16-ti bit ALU může současně zpracovávat 15 operandů.

# Sítě procesorů

## 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)

## Sítě procesorů

### Procesory RISC

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

### procesory používají pipeline

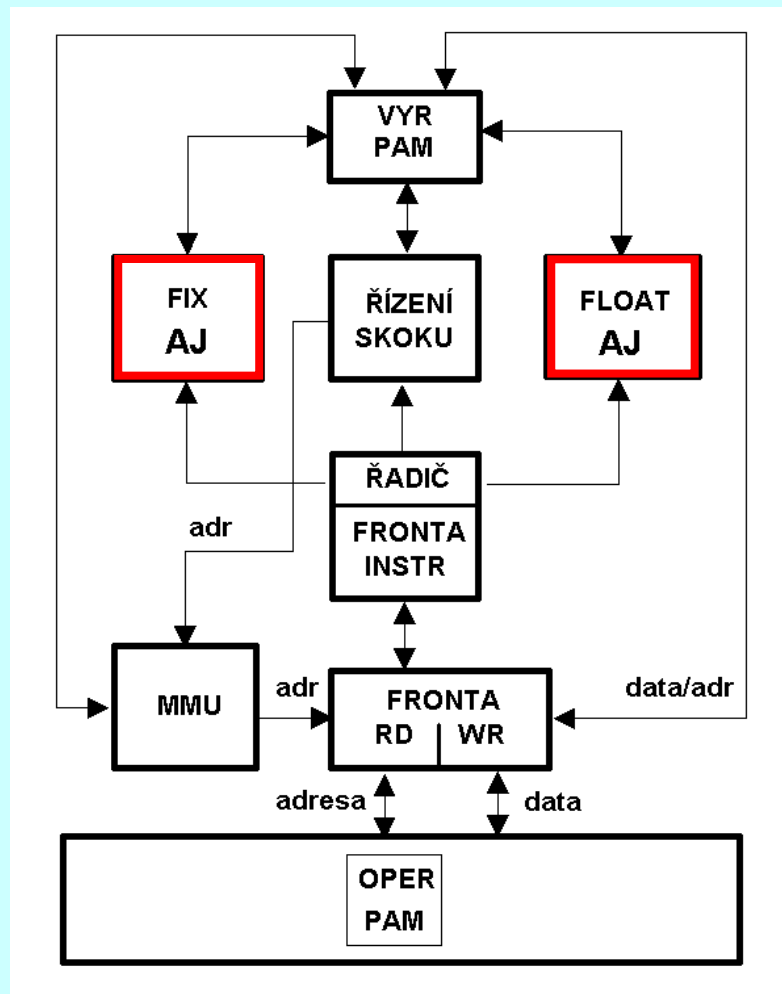
- čtení instr. do fronty přednahr.
- překrývání výkonu instrukcí (proudové zprac. po sekcích)

### 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)

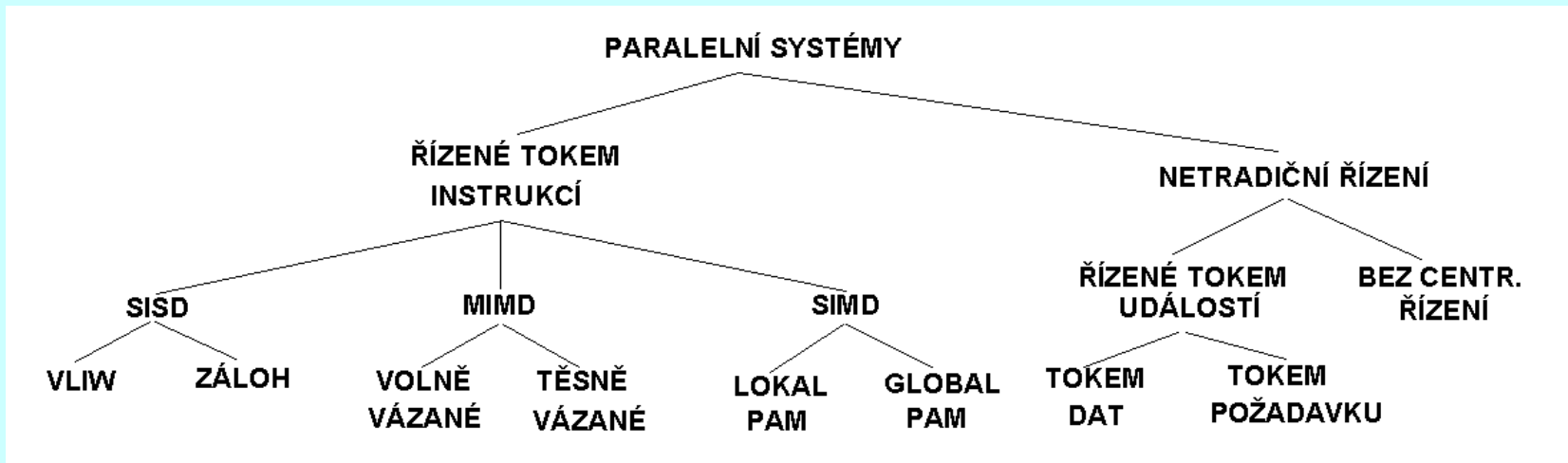


# Sítě procesorů

## 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)

# Sítě procesorů

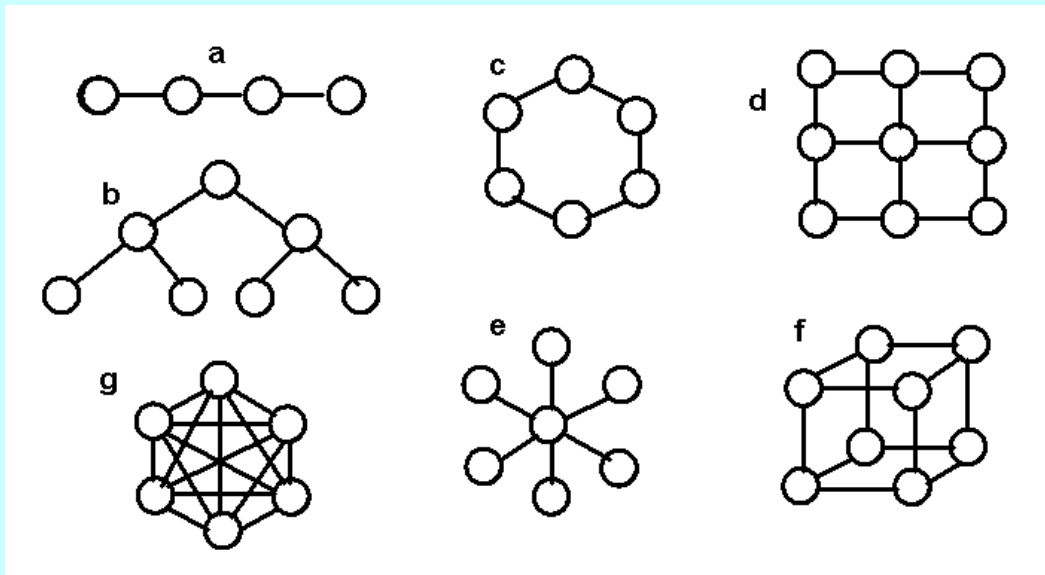
**Propojovací sítě** - zajišťují propojení a komunikaci mezi procesory

- **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)

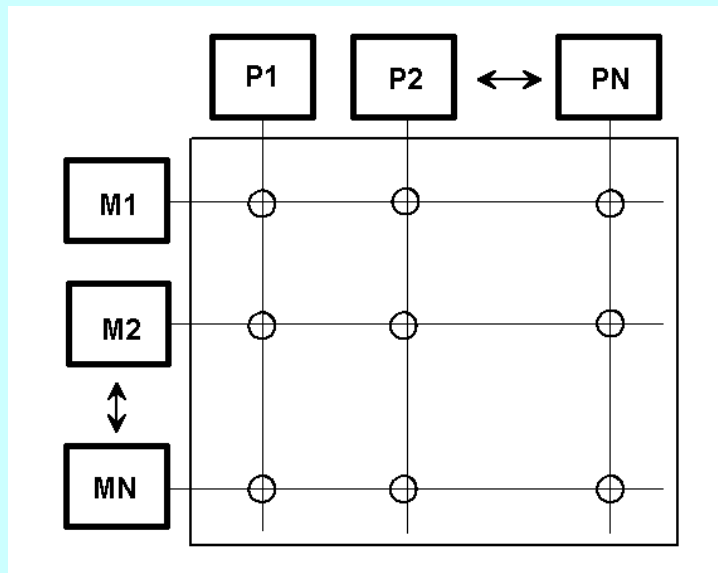
krychle (f)

polygonální (g)

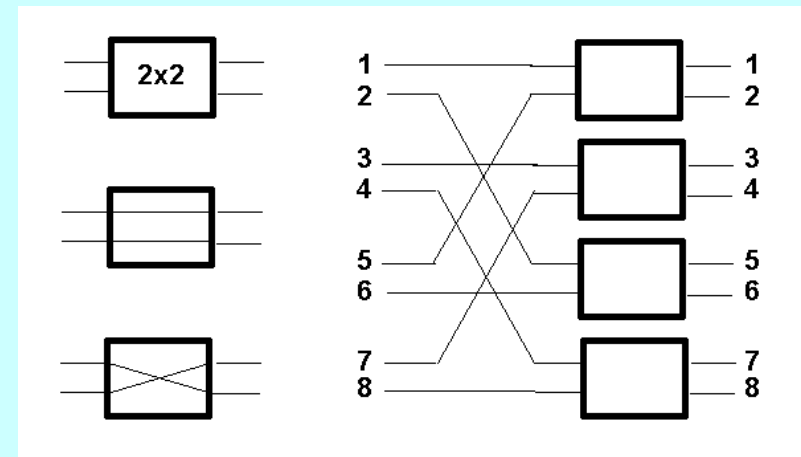
# Sítě procesorů

## Dynamické propojovací síť

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)



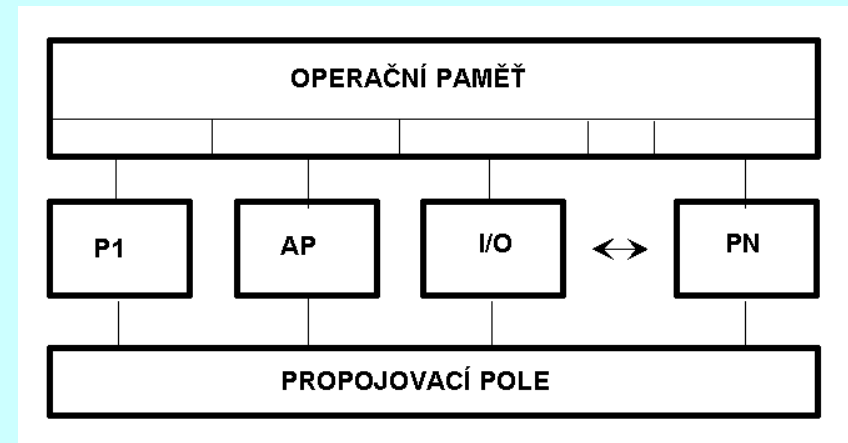
# Sítě procesorů

## Paralelní systémy SISD

- systémy VLIW
- zálohové systémy
- systémy používající pipelining.

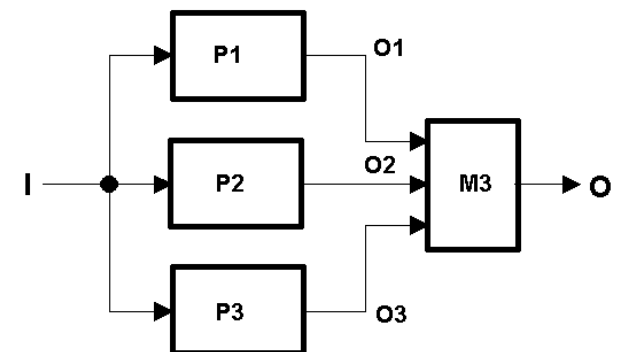
## Systémy VLIW

- 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.



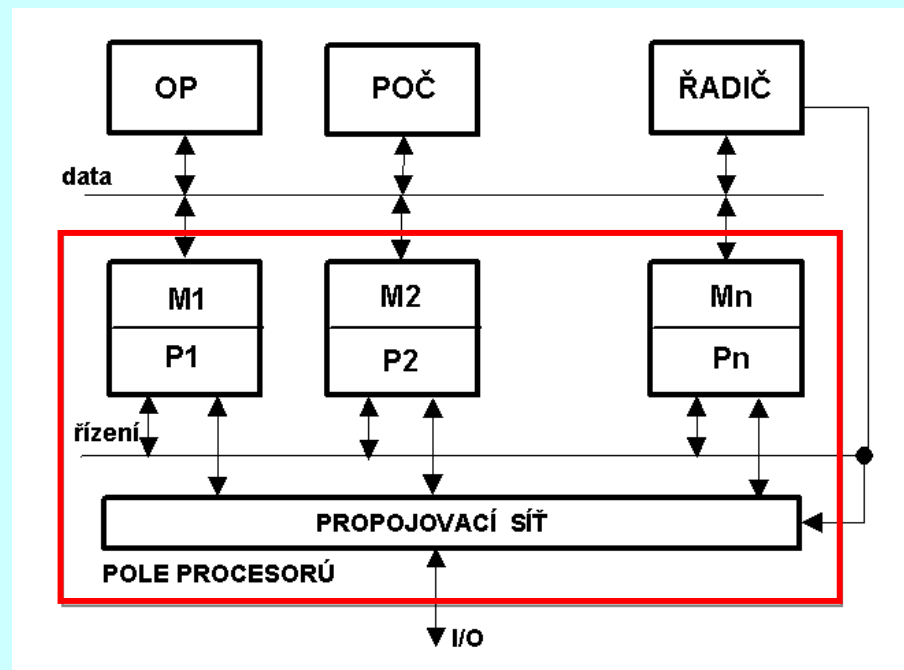
# Sítě procesorů

## 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. paměť

- procesor. pole řídí univ. poč.
- řeší nadřazený 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)



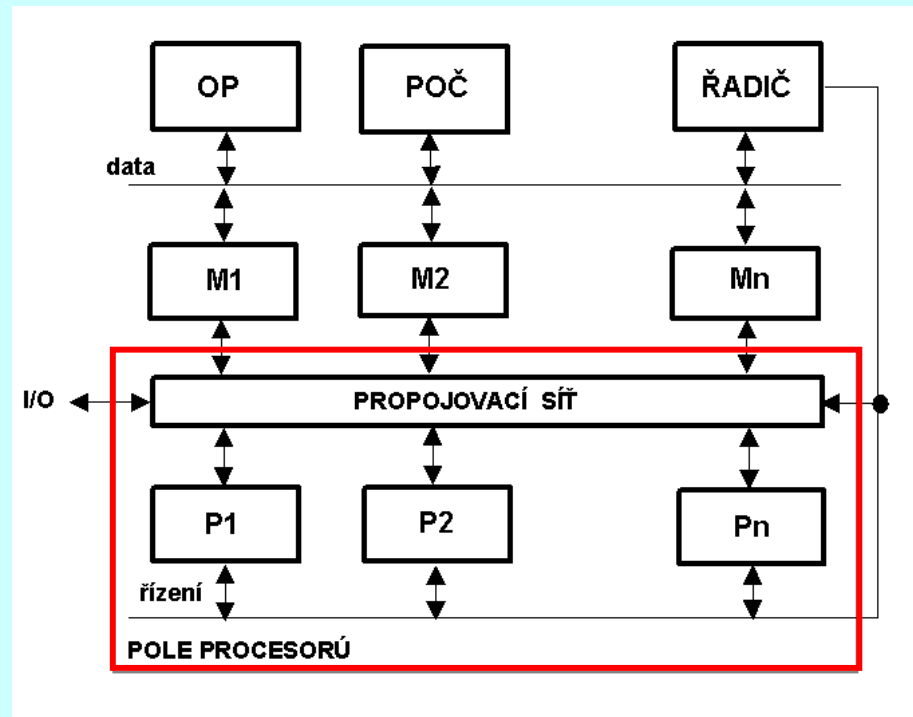
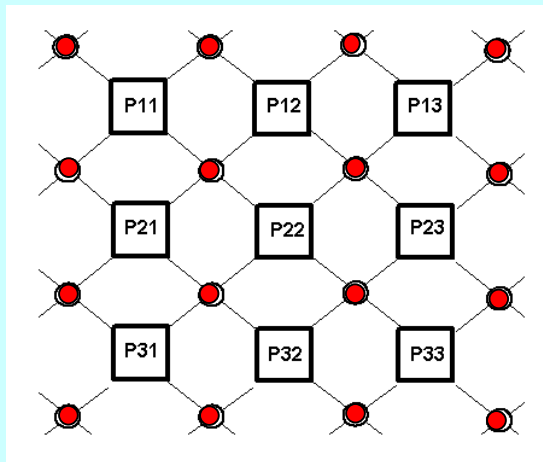
# Sítě procesorů

## Systemy SIMD se sdílenou pamětí

- procesory od paměti 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')



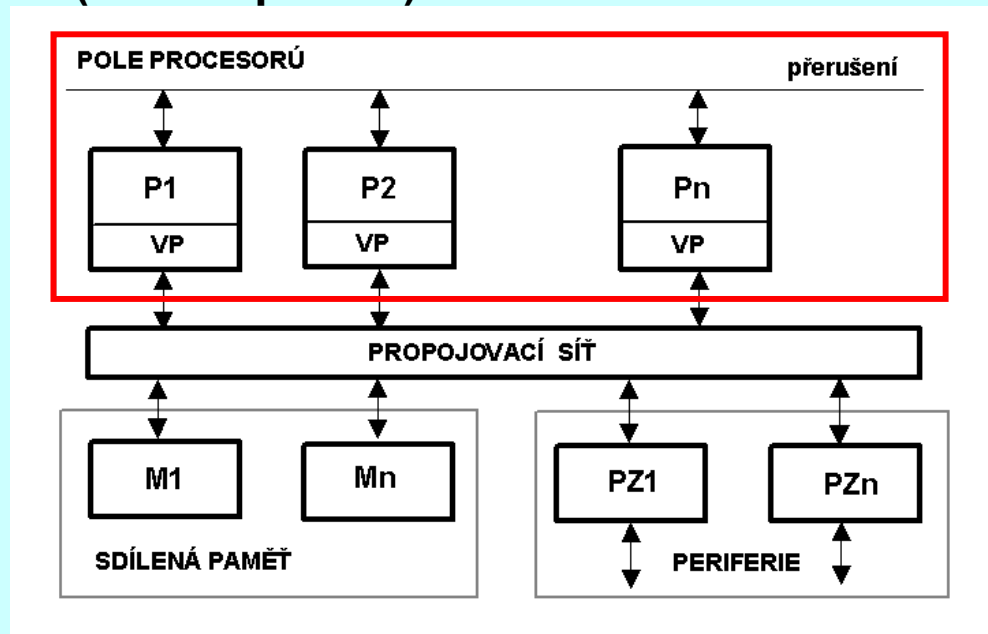
# Sítě procesorů

## 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

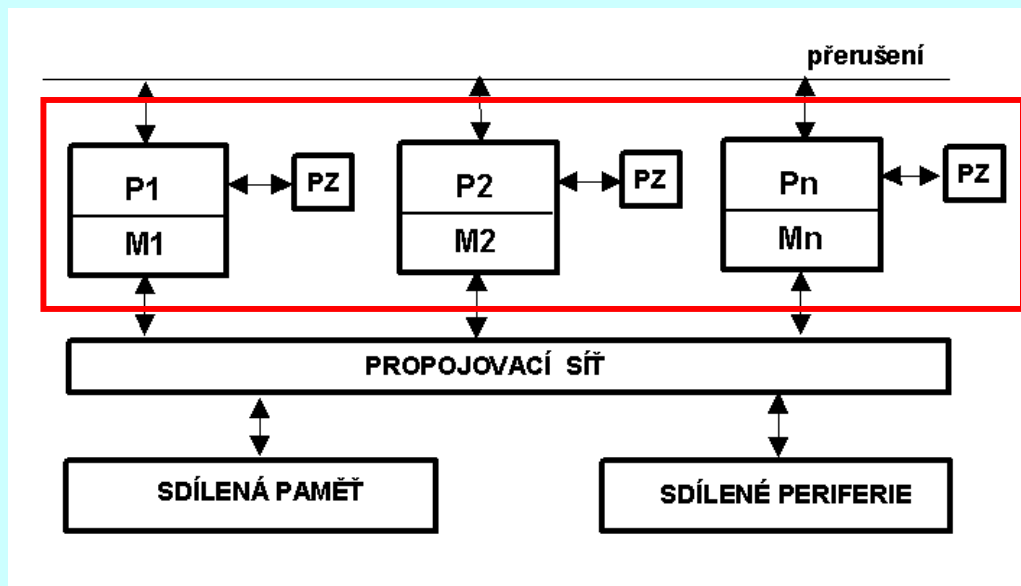
- malá vyr. pam. pro data
- procesory sdílejí spol. OP
- perif. mají malou autonomii
- propoj. síť umožňuje lib. propojení (P -> M, PZ)



# Sítě procesorů

## 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



# Sítě procesorů

## Volně vázané multiprocesorové 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 mříže).
  - každý proc. modul má 8 kom. procesorů pro připojení
  - části krychle - využít pro různé úlohy a dyn. přidělovat
  - vyžaduje vždy nadřazený (hostitelský) počítač

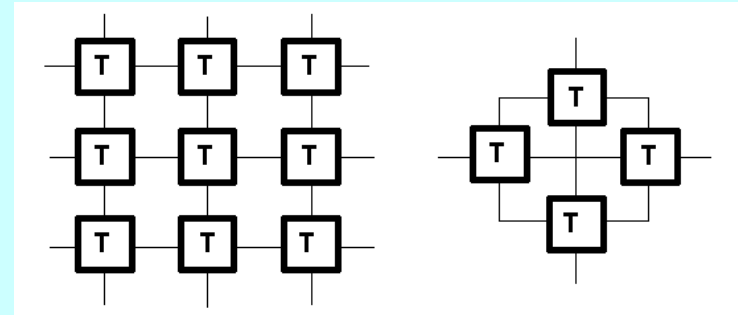
### vlastnosti:

- 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)

# Sítě procesorů

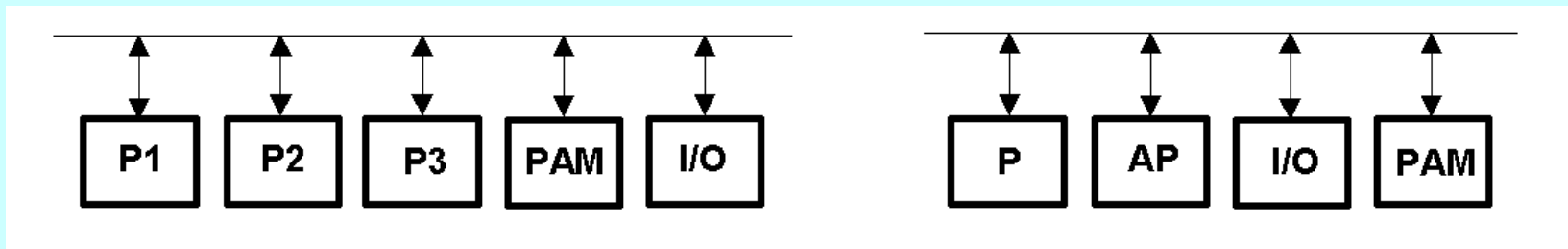
## Transputerové systémy

- 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 - **polyprocesorové** (rychlost, menší spolehl.)
- lokální paměť (program a data), sdílejí také spol. paměť a periferie



# Sítě procesorů

## Počítače s netradičním řízením

- **tradiční řízení** - řízení pomocí instrukcí sekv. uspořádané v programu
- **netradiční řízení** - řídí výkon programu počítače na základě
  - toku dat,
  - toku požadavků programu
  - nepoužívají centrální řízení (systolické sítě)

## Počítače řízené tokem dat (data flow)

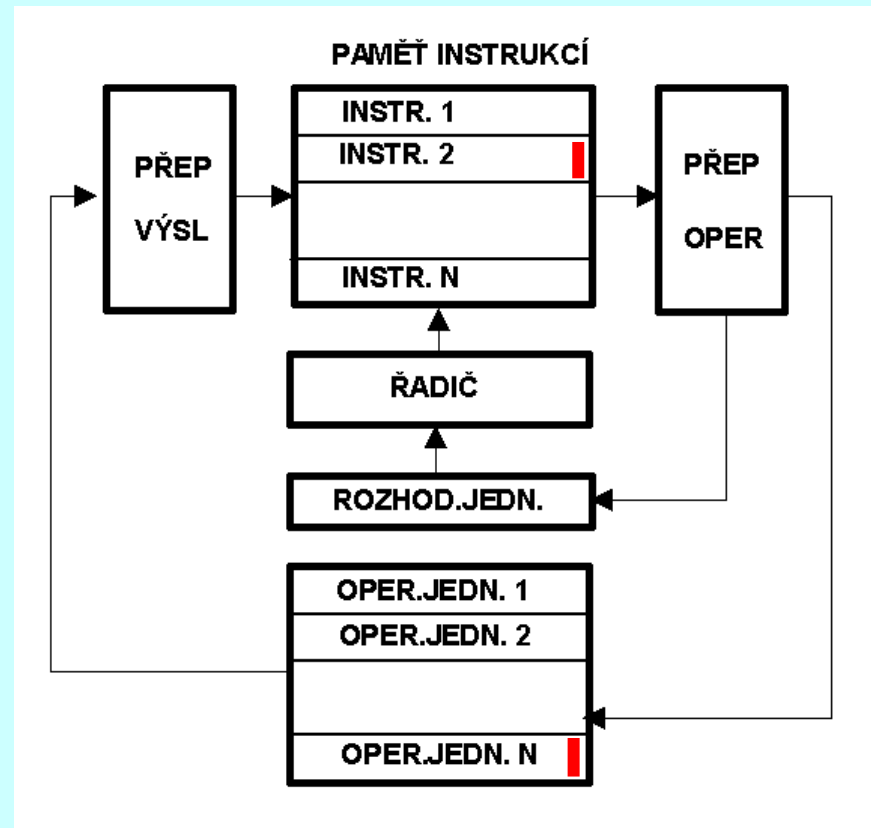
- spuštění instrukce - jsou k dispozici všechny **potřebné operandy**
- nemají čítač instrukcí
- ke konstrukci programů se používají speciální jazyky
- dělí se na:
  - **jednoučelové** (strukturu nelze měnit - kopie vývoj. diagr. výpočtu)
  - **univerzální** - flexibilní použití
    - **statický** počítač
    - **dynamický** počítač



# Sítě procesorů

## Statický počítač

- **nerozlišuje příslušnost** operandů k různým úlohám
- na vstup oper. jednotky pouze sobě odpovídající operandy
- paměť instrukce obsahuje
  - operační kód
  - data
  - stav. sign., platnost
  - adr. umíst. výsledku
- zapsány všechny inf. -> hlásí se o přidělení oper. jednotky (procesoru)



# Sítě procesorů

## Dynamický počítač

- operandy vybaveny příznakem příslušnosti k úloze
- lze zprac. několik souborů operandů z různých úloh bez kolizí
- výb. oper. se stejným přízn.
- výsledek zpět do fronty

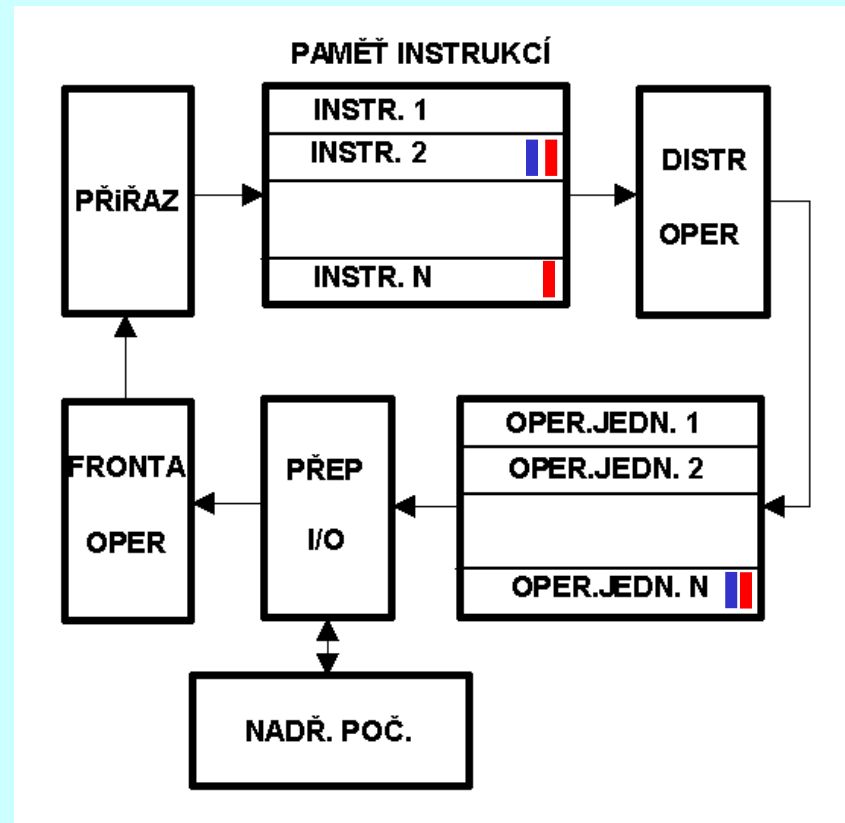
*Počítače řízené tokem dat vlastnosti:*

**Výh.** - úlohy aritmetické povahy

- menší prostoje paral. prac.
- proc. při sekv. řešení úlohy

**Nev.** - jiný přístup k programování

- speciální jazyky
- velký rozsah pam. prgm



# Sítě procesorů

## Počítače řízené tokem požadavků

- odstraňují nevýhodu počítačů řízených tokem dat (vytvářejí výsledky bez ohledu na jejich okamžitou potřebu)
- každý mezivýsledek se počítá ve chvíli, kdy je požadován -> **redukční počítače**, (výpočet jako postupná redukce programu)
- při redukci programu se nahrazují vypočtené operace jejich výsledkem (struktura programu se stále zjednodušuje)
- v každém kroku zjednodušení dostáváme informace následně požadovaném výpočtu
- počítač vyžaduje spec. jazyk i větší rozsah datových informací

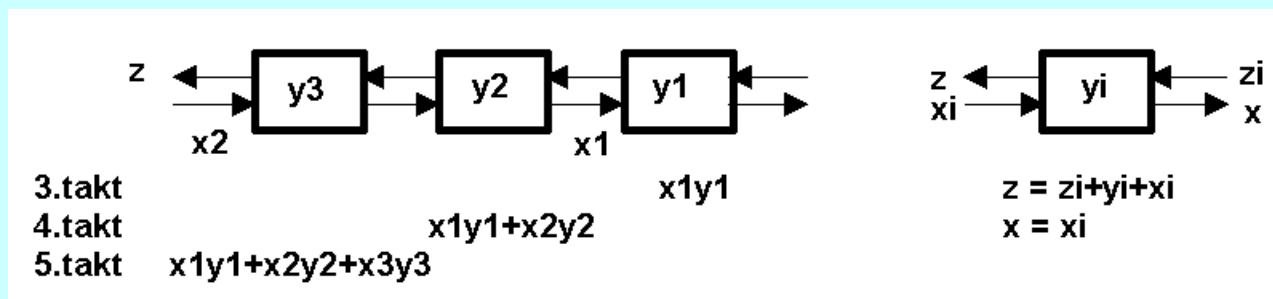
# Sítě procesorů

## Systolické systémy (sítě)

- pevná síť oper. jedn., **alg. výpočtu dán obvod.poj.** (není třeba řídit)
- jednotky všechny stejné, síť řízena synchro.signálem – výkon, přesun
- použití pro: filtraci, korelaci, interpolaci, FT, násob. polynomů
- realizují se jako
  - **jednorozměrné** (polynom)
  - **vícerozměrné** (matice)
- rychlost omezena zpožděním v oper. jedn., vhodné pro obvody VLSI.

### lineární systolická síť - řešení polynomu

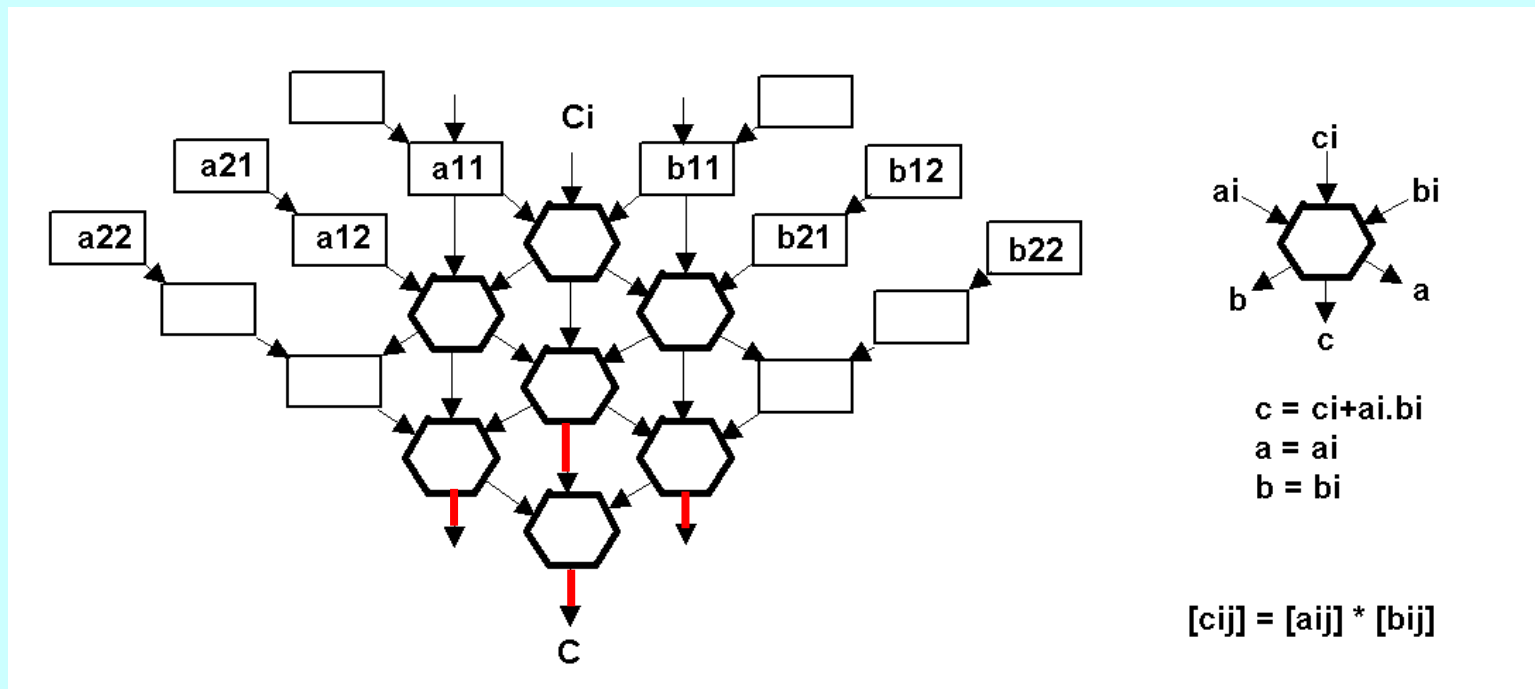
- pohyb hodnot **z** a **x** je protisměrný,  **$y_i$**  v oper.jedn. jako konstanta
- proměnné  **$x_i$**  s poloviční rychlostí než je takt synchronizace
- v 5.taktu je na výstupu **z** (pro 3 členy) žádaný výsledek.



# Sítě procesorů

## Systolická síť pro násobení matic

- fronty koeficientů matic tvoří synchronní posuvné registry
- na svislé ose se objeví prvý součin po 5-ti taktech sítě

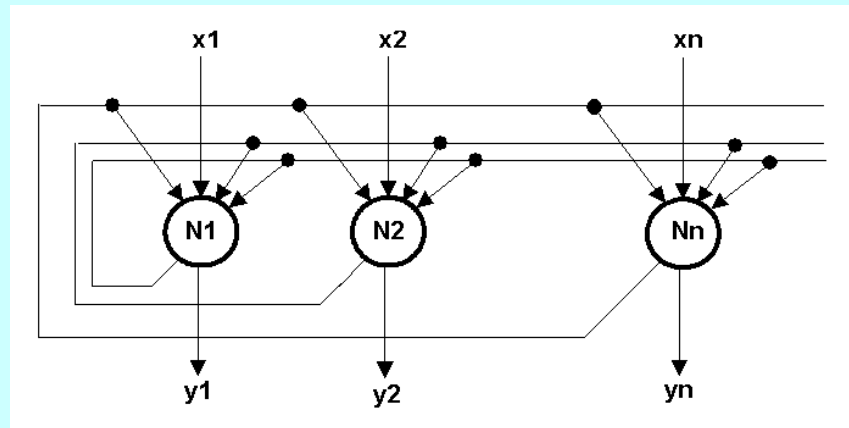


# Sítě procesorů

## Neuronové počítače

- zákl. prvkem je **neuron**, realizačním ekvivalentem je **prahový log. obvod**
- neurony propojeny do sítě (pracuje jako paralel. dynam. systém)
- dvě fáze činnosti:

- **učení** - nastaví se na pož. chování (váhy, práh neuronů na zákl. přiřazení vzor.vst. k požad.odezvě sítě)
- **aktivní činnost sítě** - podle naučeného chování



- Vlastn.:**
- schopnost realizovat **libovolné zobrazení** vstupních dat
  - nemusí se programovat (**sít' se sama učí**), odolná poruchám
  - **schopnost zobecnění** (reaguje na třídu prvků s podob. vlastn.)

- Použití:**
- v případech, kdy nelze získat exaktní popis algoritmu
  - při korekci, rekonstrukci a interpretaci vstupních dat
  - vyhledávání shody, podobnosti, závislosti dat a j.