

C2115

Praktický úvod do superpočítání

XIII. lekce / Modul 1

Petr Kulhánek

kulhanek@chemi.muni.cz

Národní centrum pro výzkum biomolekul, Přírodovědecká fakulta,
Masarykova univerzita, Kotlářská 2, CZ-61137 Brno

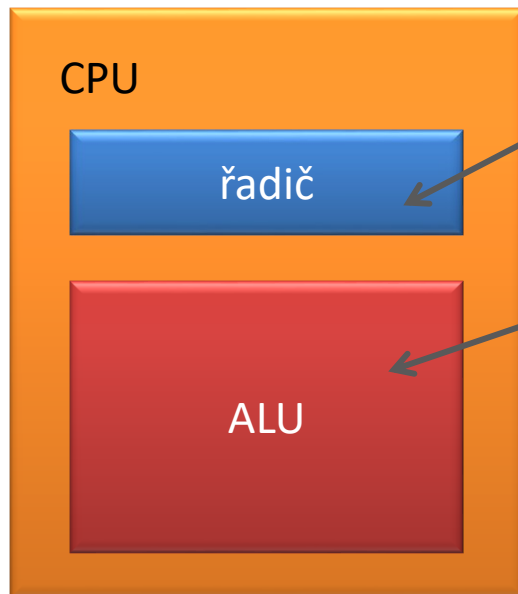
Architektura počítače

Navyšování výpočetního výkonu

CPU

Procesor též **CPU** (anglicky **Central Processing Unit**) je základní součástí počítače; jde o velmi složitý sekvenční obvod, který **vykonává strojový kód** uložený v operační paměti počítače. Strojový kód je složen z jednotlivých strojových instrukcí počítačových programů nahraných do operační paměti.

www.wikipedia.org



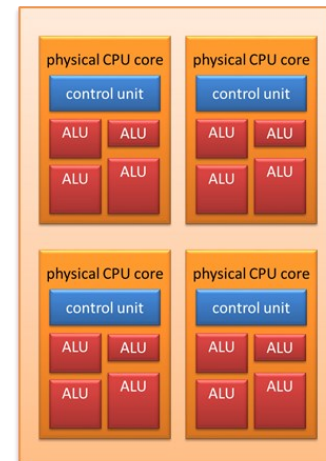
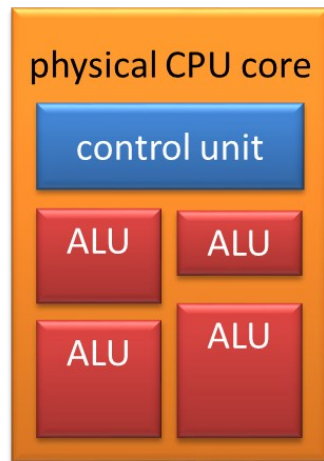
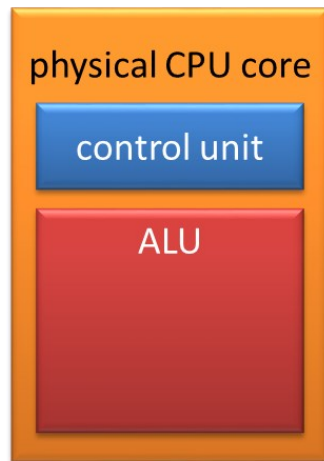
načítá strojové instrukce a data a připravuje jejich zpracování v ALU

ALU (arithmetic and logic unit), vykonává aritmetické operace, vyhodnocuje podmínky

sekvenční zpracovávání strojových instrukcí je řízeno vnitřním hodinovým taktem

Jakým způsobem CPU (ALU) pracuje s číselnými hodnotami?

Zvyšování výpočetního výkonu



hyperthreading

multi-core processor

Strategie:

- **zvyšování frekvence**
 - fyzikální limitace (přehřívání), řešení: miniaturizace, snižování napětí
- **navyšování počtu ALUs** a jejich specializace (out-of-order execution, speculative execution, vector instructions)
 - účinnost dle vykonávaného kódu
- **sdílení ALU více instrukčními řadiči** (vlákna, hyperthreading)
 - účinnost dle vykonávaného kódu
- **více jaderné procesory**
 - účinnost dle vykonávaného kódu

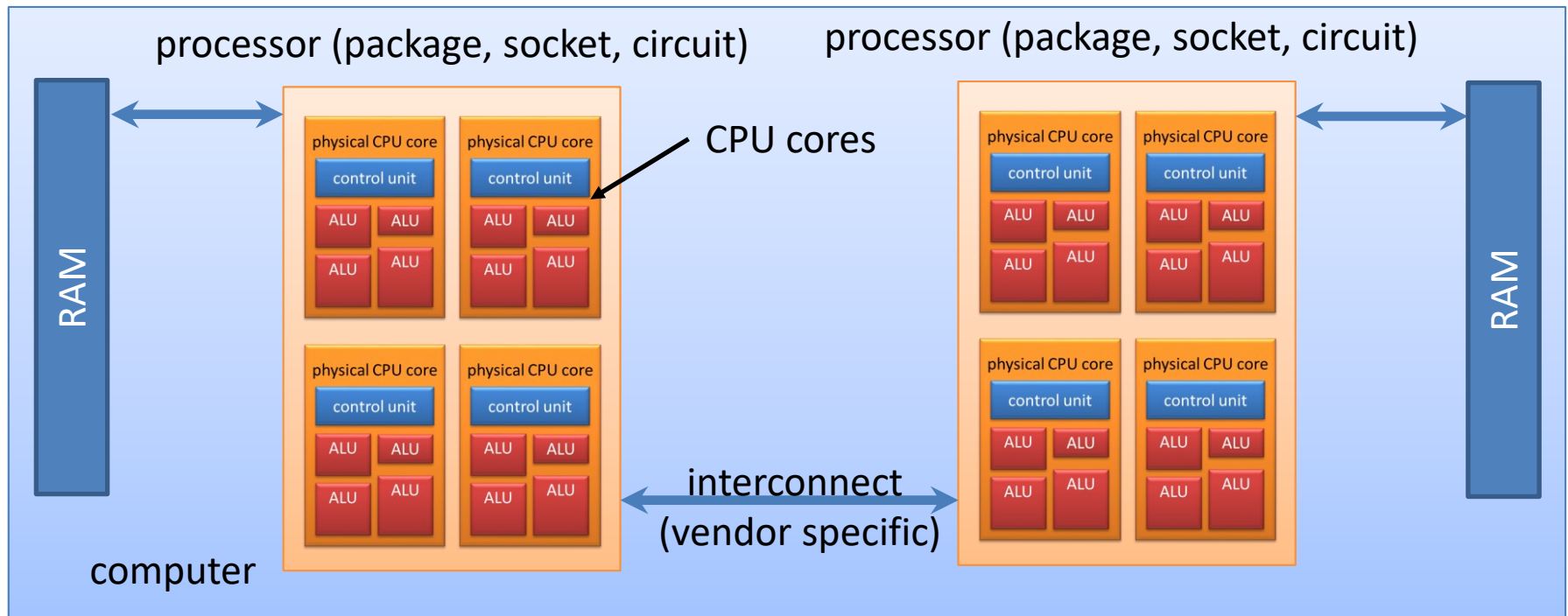
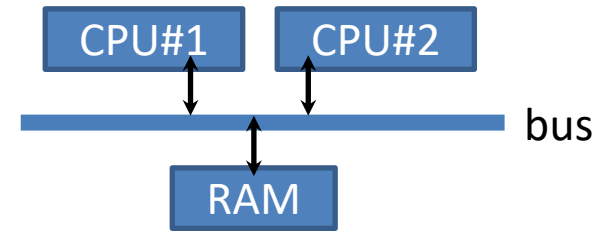
**optimalizace software
nebo
nové algoritmy**
jsou zapotřebí k
zúžitkování výpočetního
výkonu

Symetrický multiprocessing (SMP)

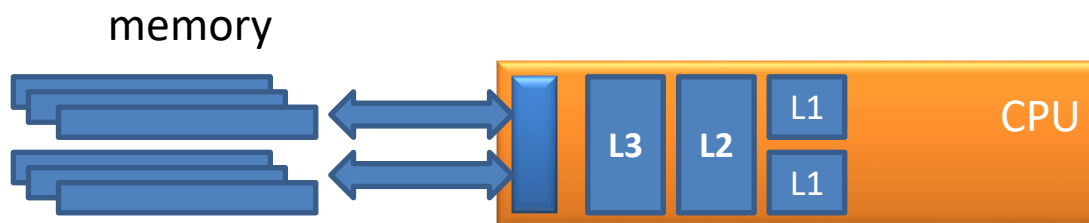
Symetrický multiprocessing (Symmetric multiprocessing) představuje systémy obsahující **identické** CPU se sdílenou pamětí.

Využití více CPU navyšuje výpočetní výkon systému.

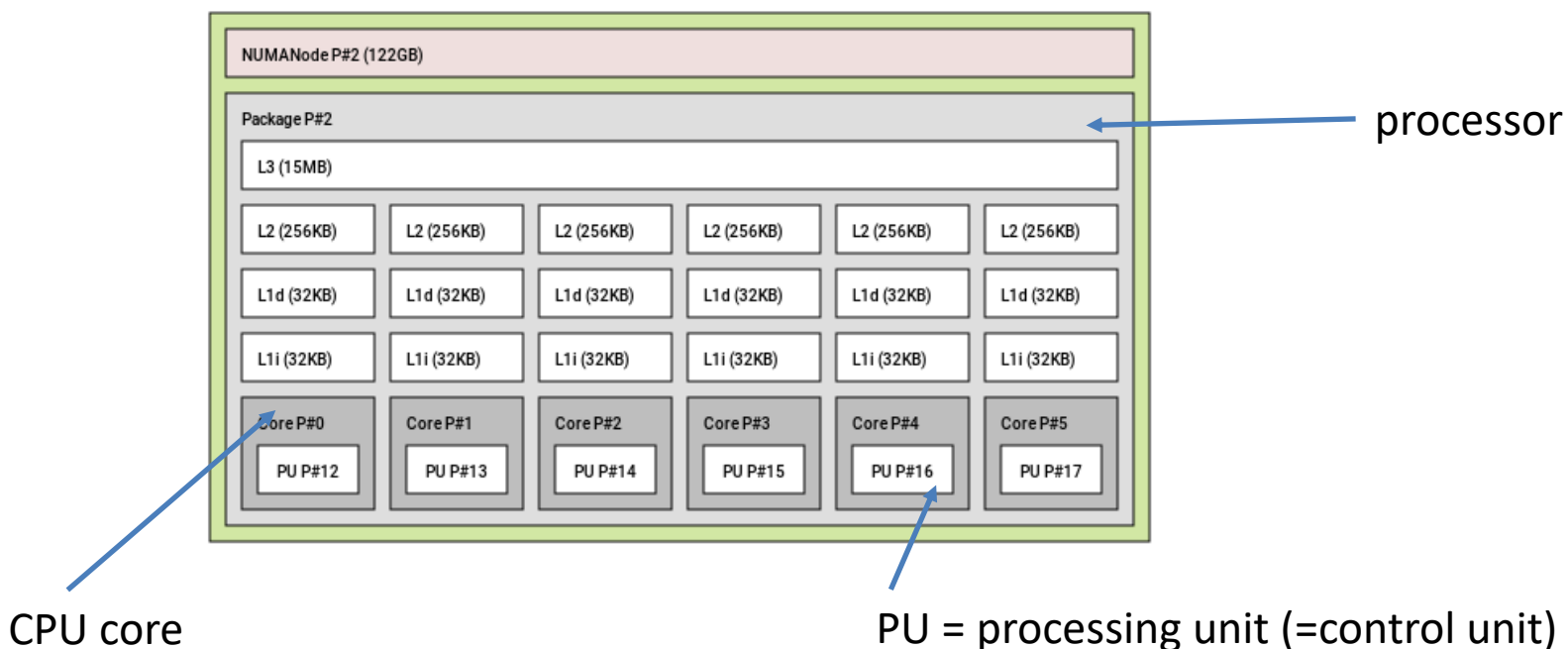
nové algoritmy jsou zapotřebí k zužitkování výpočetního výkonu



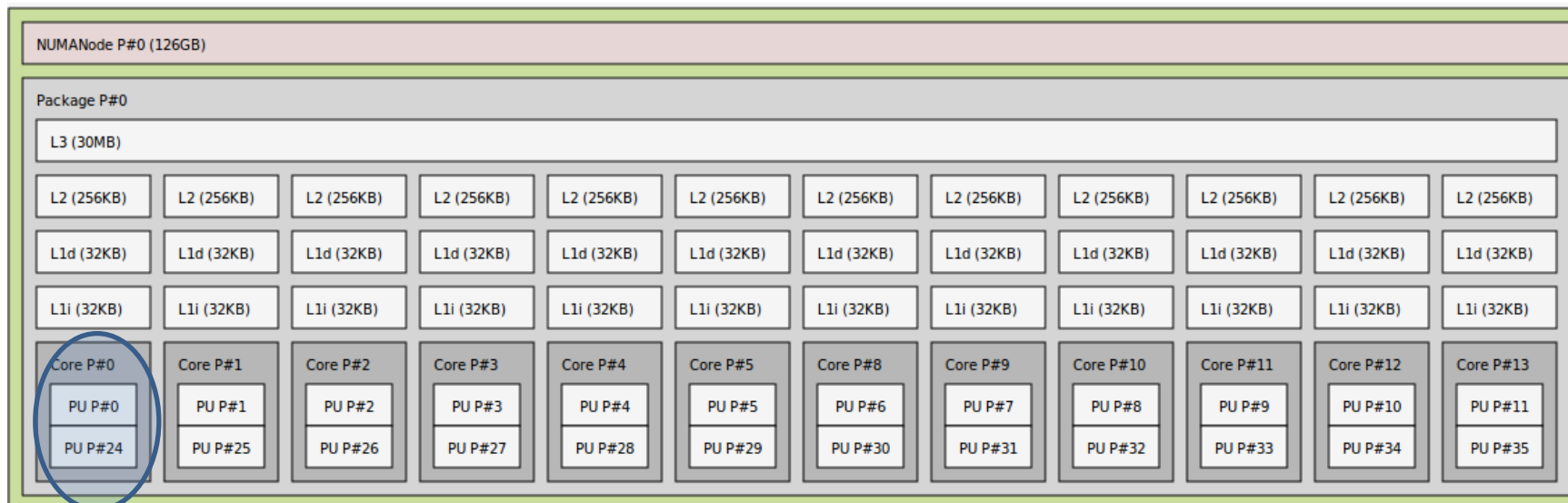
Vyrovnávací paměť CPU (CPU Cache)



Vyrovnávací paměť značně navyšuje účinnost přístupu CPU do centrální paměti (latenci a propustnost).



Vyrovnávací paměť CPU (CPU Cache)

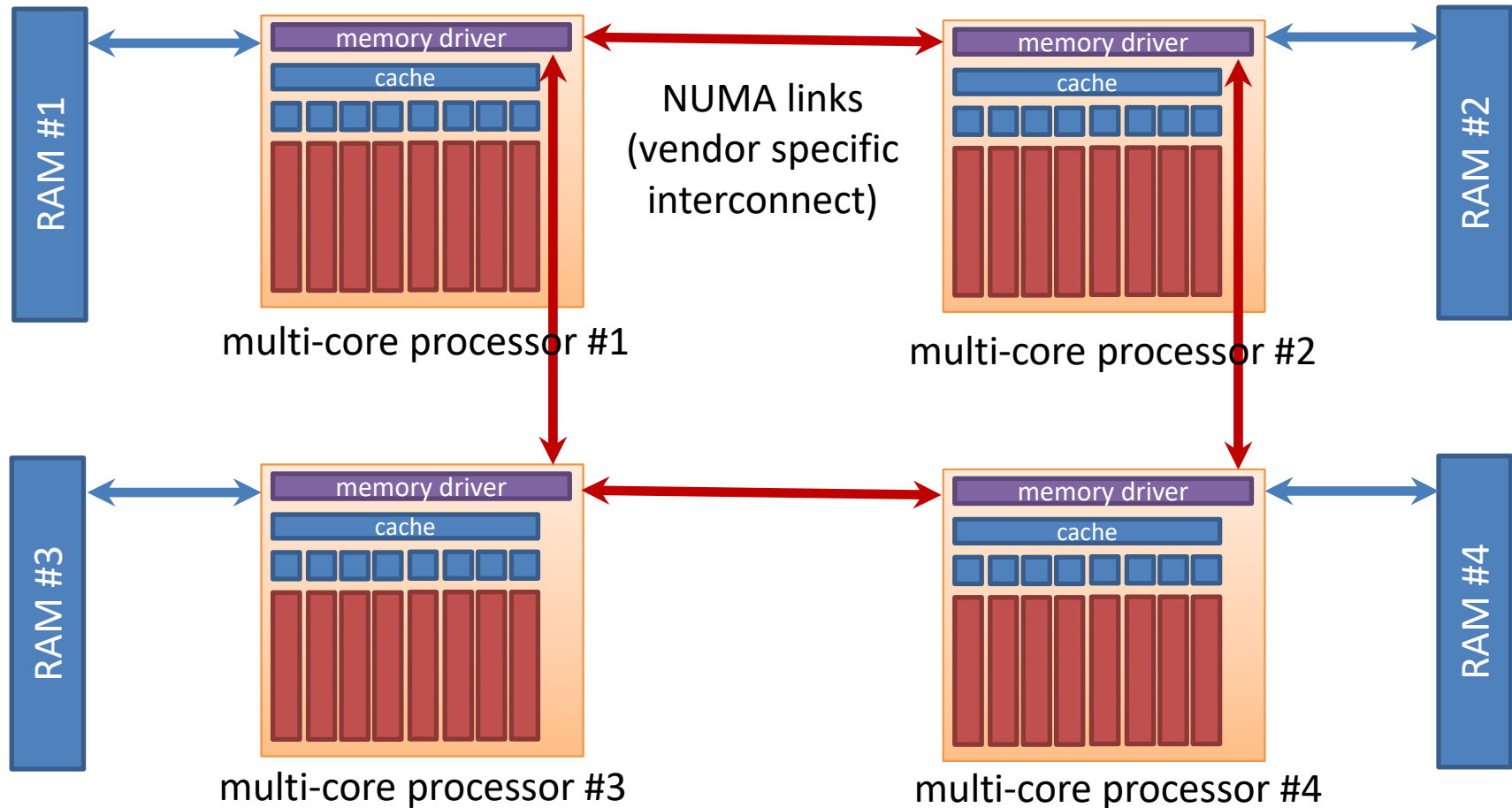


dvě výpočetní jednotky (processing units) na CPU jádro (hyperthreading)

L1i – instrukční vyrovnávací paměť
L1d – datová vyrovnávací paměť
L2, L3 – ostatní vyrovnávací paměti

Rychlost:
L1d, L2d >> L2 > L3

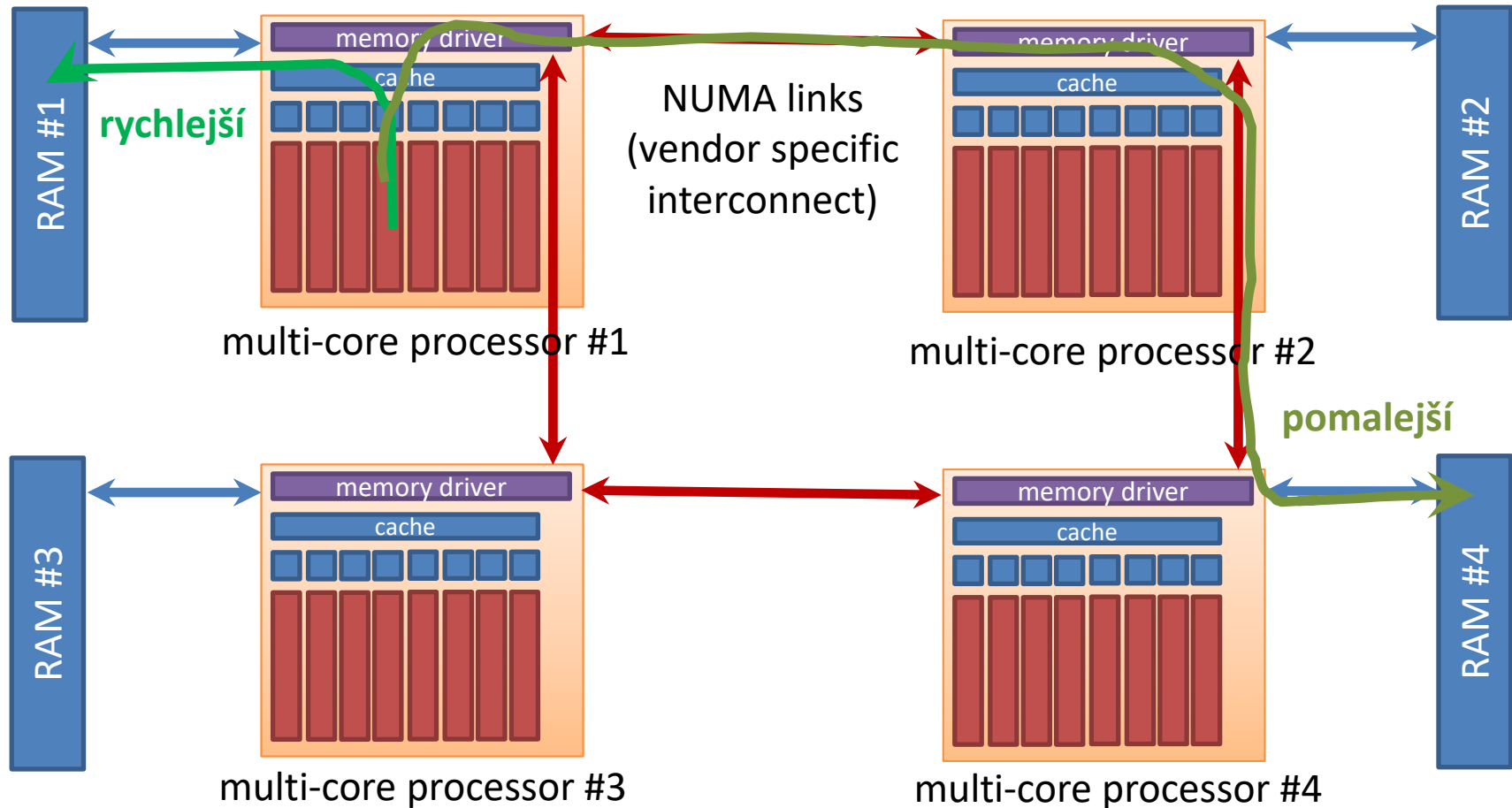
NUMA (Nonuniform Memory Access)



Srovnej komunikaci mezi CPU#1 <> RAM#1 a PCPU#1 <> RAM#4.

NUMA spoje mohou mít rozdílnou topologii pro urychlení přístup CPU do centrální paměti.

NUMA (Nonuniform Memory Access)



Srovnej komunikaci mezi CPU#1 <> RAM#1 a PCPU#1 <> RAM#4.

NUMA spoje mohou mít rozdílnou topologii pro urychlení přístup CPU do centrální paměti.

Cvičení M1.1

1. Určete typ a parametry CPU na vaší pracovní stanici (příkaz `lscpu`, soubor `/proc/cpus`).
2. Určete typ NUMA topologie na vaší pracovní stanici (příkaz `lstopo`, module `hwloc`).
3. Podporuje CPU na vaší pracovní stanici hyperthreading?
4. Co je to proces?
5. Jaký je rozdíl mezi CPU a datově intenzivní úlohou?
6. Paralelní úloha je datově intenzivní, přičemž každý její proces pracuje s vlastními daty. Která s níže uvedených strategií povede k lepšímu využití HW prostředků?
 1. Zdvojnásobení počtu CPU jader na jednom fyzickém CPU.
 2. Zdvojnásobení počtu fyzických CPU.

Užitečné příkazy:

```
$ lscpu
$ lstopo          # module add hwloc
$ cat /proc/cpuinfo
$ ams-host       # Infinity
```