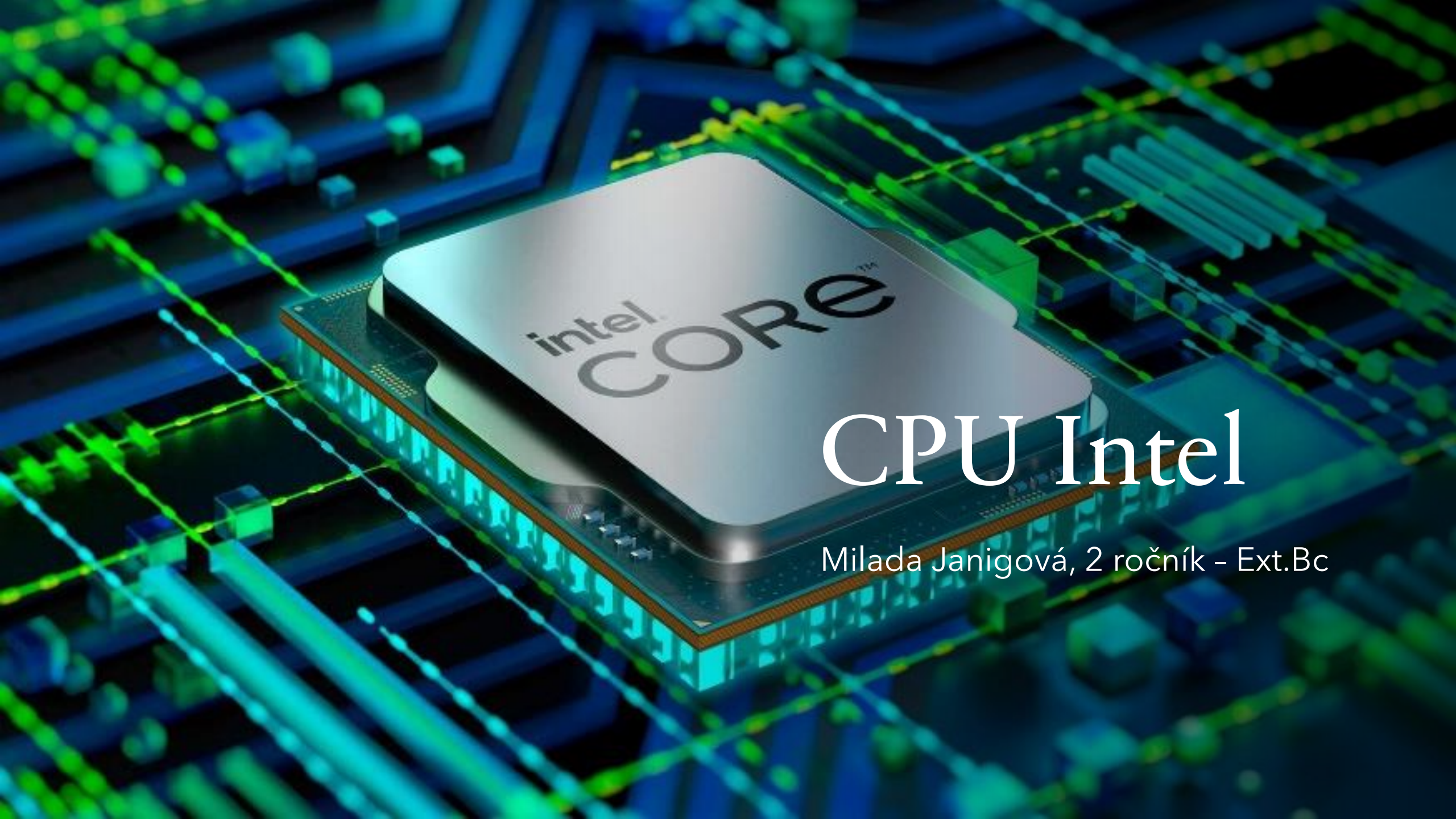


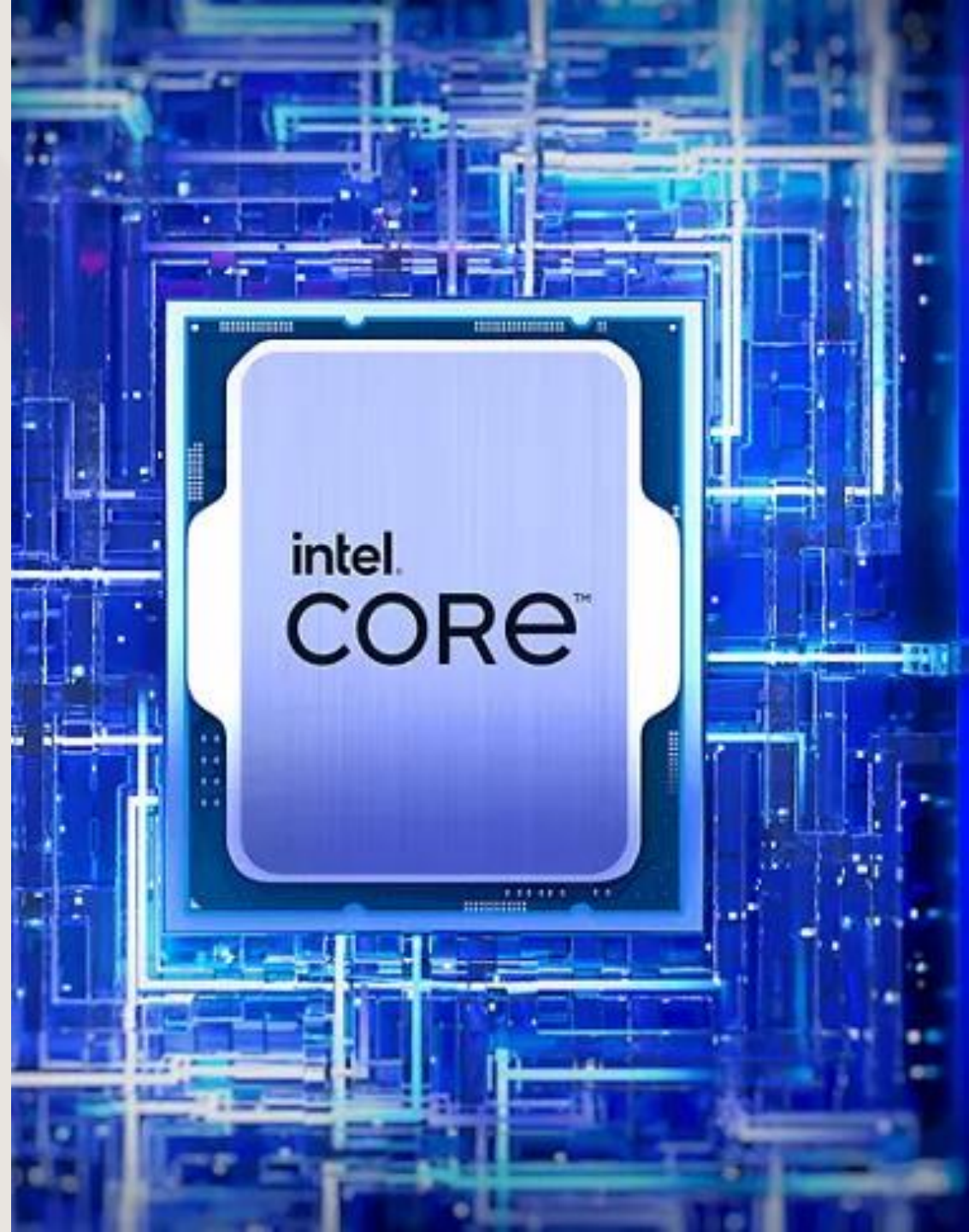


CPU Intel

Milada Janigová, 2 ročník - Ext.Bc

Obsah:

1. Popis CPU
2. Hlavné medzníky vo vývoji CPU Intel
3. Vízie spoločnosti INTEL
4. Diagnostické nástroje, nástroje na správu zariadenia



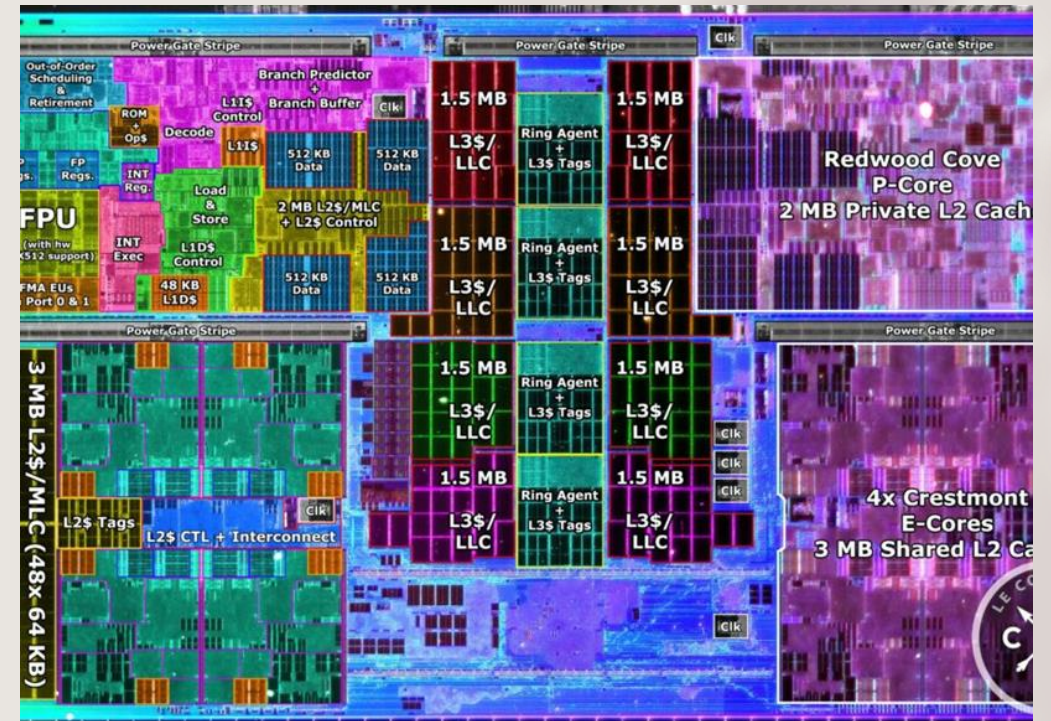
1.1 Čo je CPU Intel?

Definícia procesora z anglickej stránky Wikipédia znie: „**Procesor je hlavná elektronická súčiastka v počítači, ktorá vykonáva inštrukcie počítačového programu tak, že vykonáva základné aritmetické, logické, kontrolné a vstupné/výstupné operácie špecifikované inštrukciami.**”

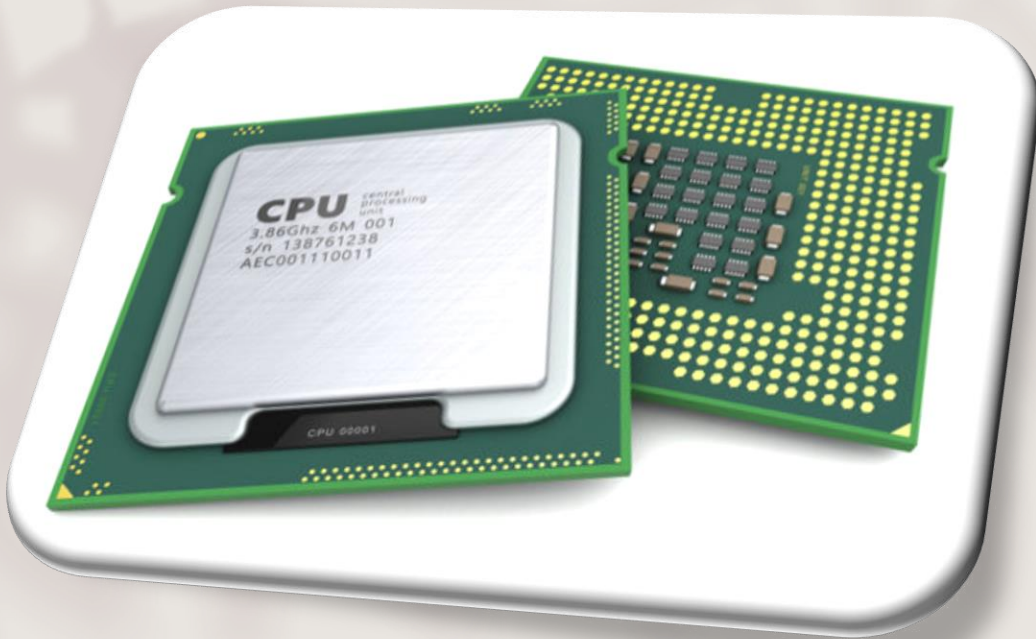
INTEL - spoločnosť, ktorá patrí medzi popredných výrobcov CPU v súčasnosti

1.2 Komponenty CPU

1. Control Unit – Radič
2. ALU – Aritmeticko logická jednotka
3. FPU – Matematický koprocessor
4. Register
5. Cache



1.2.1 Control Unit



Radič CPU je základná súčasť procesora, ktorá riadi vykonávanie inštrukcií tým, že zabezpečuje správne načasovanie a koordináciu operácií.

Funkcie radiča:

- ✓ Riadi tok dát medzi procesorom a ostatnými komponentmi
- ✓ Dekóduje inštrukcie a generuje radiace signály
- ✓ Synchronizuje činnosť ALU, registrov a pamäte
- ✓ Umožňuje sekvenčné vykonávanie programu

Typy radičov:

Mikroprogramový - využíva mikroinštrukcie uložené v pamäti
Hardvérovo riadený - využíva logické obvody pre rýchlejšie spracovanie

Význam:

Radič je **mozgom CPU**, ktorý zabezpečuje správne vykonávanie programu a efektívne spracovanie inštrukcií.

1.2.2 ALU (Aritmeticko-logická jednotka)

hlavná výpočtová súčasť CPU, ktorá vykonáva aritmetické a logické operácie.

Funkcie ALU:

- ✓ Sčíta, odčíta, násobí a delí čísla
- ✓ Vykonáva logické operácie (AND, OR, XOR, NOT)
- ✓ Porovnáva hodnoty (väčšie, menšie, rovné)
- ✓ Pracuje s celočíselnými číslami

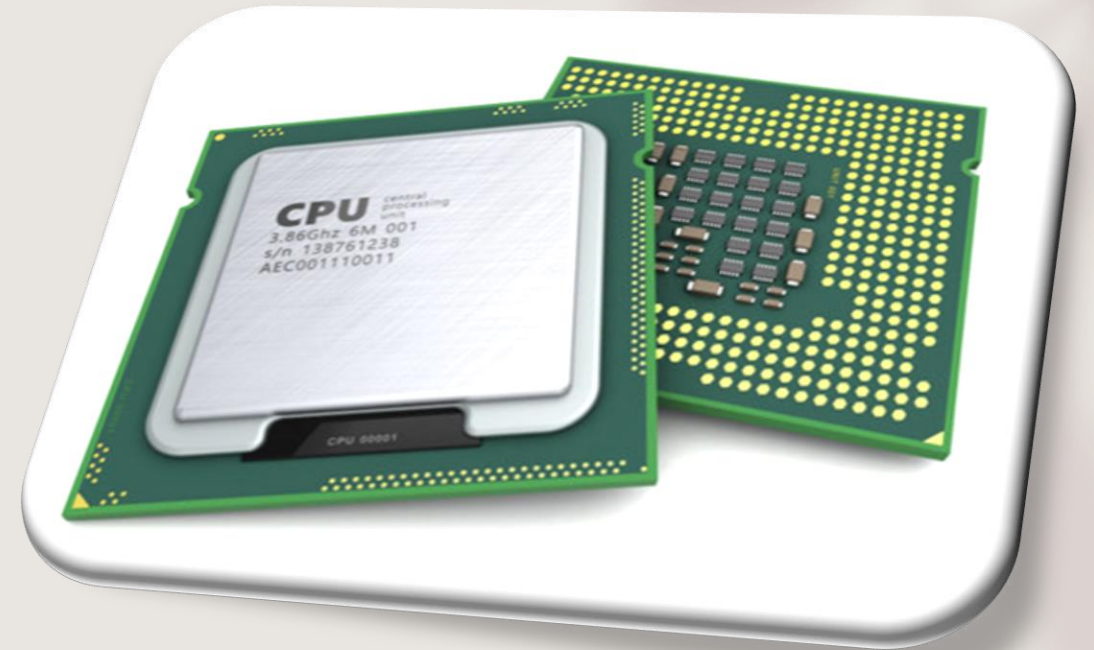
Časti ALU:

Aritmetická jednotka - vykonáva matematické operácie

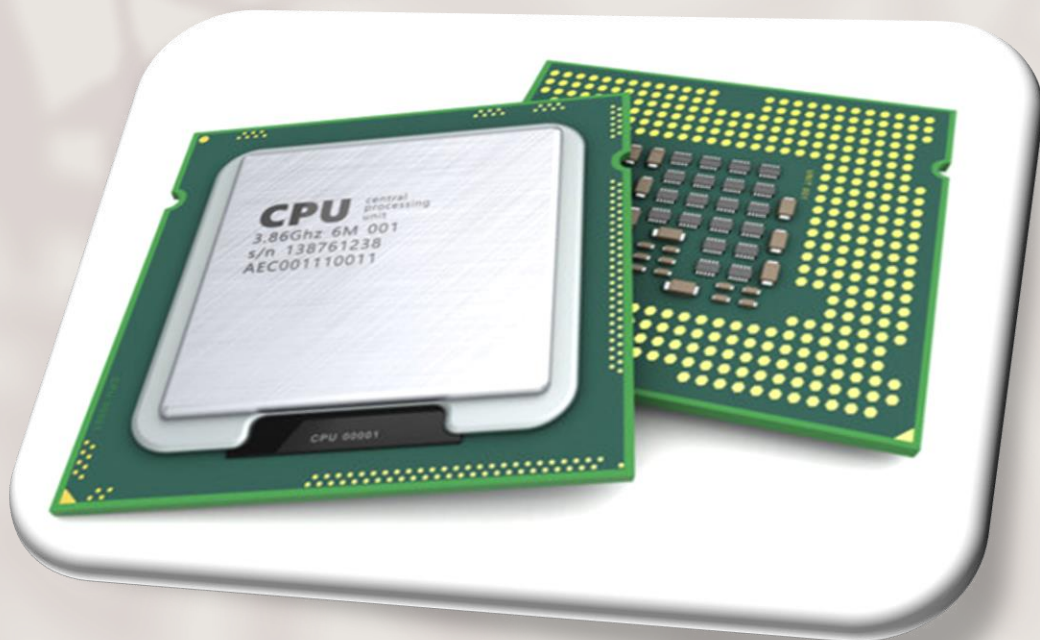
Logická jednotka - spracováva binárne logické operácie

Význam:

ALU je **výpočtové jadro CPU**, ktoré umožňuje spracovanie dát a vykonávanie základných výpočtov potrebných pre beh programov.



1.2.3 FPU – Floating Point Unit



špeciálna jednotka v procesore, na rýchle spracovanie aritmetických operácií, najmä tých s desatinnými (plávajúcou rádovou čiarkou) číslami.

Funkcie matematického koprocessora (FPU):

- ✓ Výpočty s reálnymi číslami – sčítanie, odčítanie, násobenie, delenie
- ✓ Podpora matematických operácií – trigonometria, odmocniny, exponenty
- ✓ Vyššia presnosť a rýchlosť ako klasické celočíselné ALU operácie
- ✓ Paralelné spracovanie výpočtov nezávisle od hlavného procesora

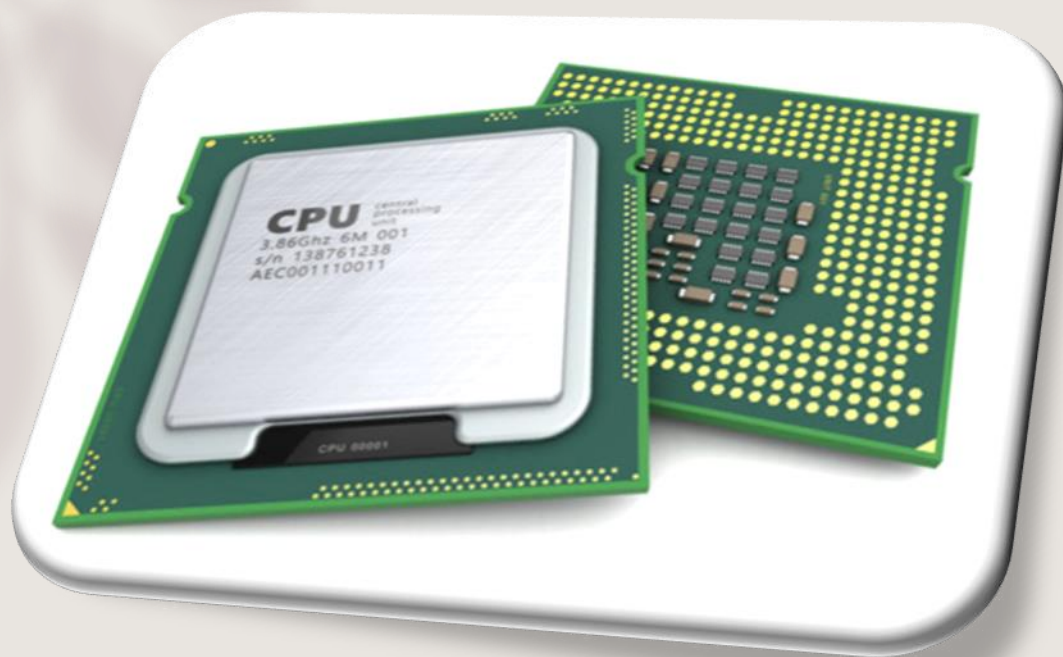
- **Význam:**

Ak program potrebuje vypočítať **5 + 3**, použije **ALU**.

- Ak program potrebuje vypočítať **3.14 × 2.71**, použije **FPU**.

- V **moderných procesoroch** FPU funguje **nezávisle na ALU**, takže CPU môže paralelne vykonávať celočíselné aj desatinné výpočty súčasne.

1.2.4 Registre



Akumulátor (ACC) -

- ✓ Hlavný register na výpočty v ALU, uchováva medzivýsledky operácií a slúži na načítanie a ukladanie hodnôt pri aritmetických a logických operáciách.

Všeobecné registre

- ✓ Používajú sa na dočasné uloženie údajov pri výpočtoch, môžu obsahovať operandy alebo výsledky.

Pomocné registre

- ✓ Podporujú operácie CPU, napríklad pri adresovaní pamäte alebo práci so zásobníkom.

Počítadlo inštrukcií (PC - Program Counter)

- ✓ Uchováva adresu nasledujúcej inštrukcie programu, ktorú má CPU vykonať. V Intel architektúrach sa často označuje ako **IP (Instruction Pointer)** alebo **EIP/RIP** v novších procesoroch.

Registrový ukazovateľ (SP - Stack Pointer)

- ✓ Ukazuje na vrchol zásobníka v pamäti. V 16-bitových procesoroch Intel sa označuje ako **SP (Stack Pointer)**, v 32-bitových **ESP**, v 64-bitových **RSP**.

Register príznakov (FLAGS Register)

- ✓ Uchováva stavové bity, ktoré určujú výsledok poslednej operácie (napr. **nula, pretečenie, prenos, znamienko**). V novších Intel procesoroch sa volá **EFLAGS (32-bit)** alebo **RFLAGS (64-bit)**.

Segmentové registre

- ✓ Používajú sa pri **segmentovom adresovaní pamäte**, hlavne v starších Intel procesoroch.

Význam registrov

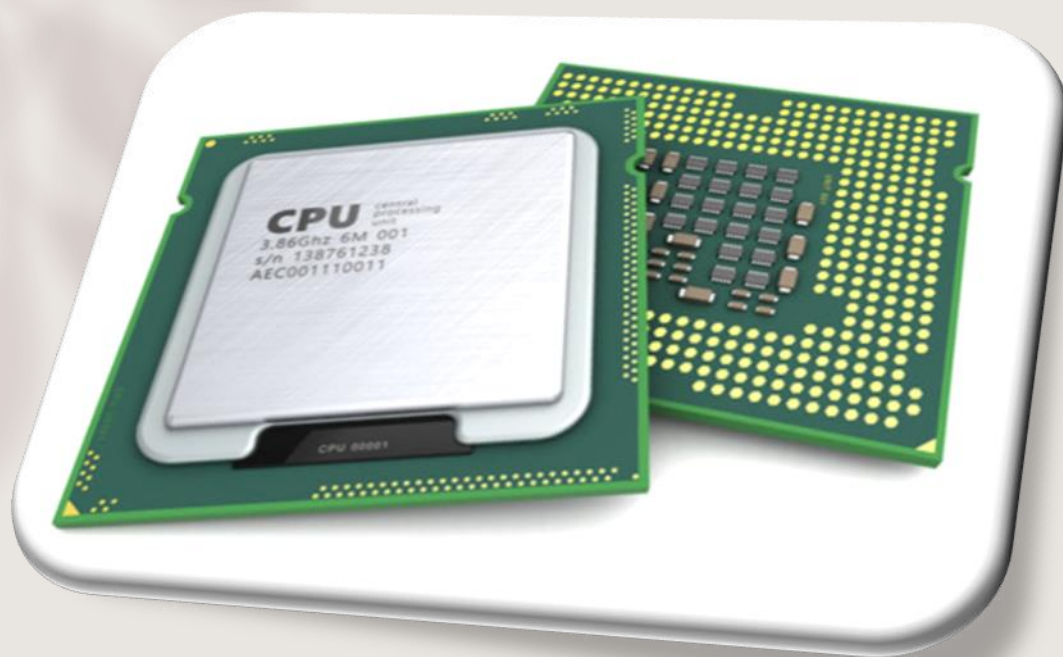
Registre sú **špeciálny typ pamäte v procesore**, ktorý slúži na **extrémne rýchle uchovávanie a spracovanie údajov** počas výpočtov.

Nachádzajú sa **priamo v CPU**, čo im umožňuje **okamžitý prístup k dátam** bez nutnosti načítania z RAM.

- ♦ Používajú sa na **ukladanie inštrukcií, operandov a výsledkov výpočtov**.
- ♦ Sú **najrýchlejšou formou pamäte** v počítači, ale majú **veľmi malú kapacitu**.
- ♦ Pomáhajú **optimalizovať výkon CPU** tým, že minimalizujú prístup do pomalšej operačnej pamäte (RAM).

- Registre sú teda **nevyhnutné pre efektívnu prácu CPU**, pretože umožňujú plynulé a rýchle vykonávanie inštrukcií.

1.2.5 Cache



Cache je **rýchla vyrovnávacia pamäť**.

Ukladá **najčastejšie používané dáta a inštrukcie**, aby sa znížila potreba prístupu do pomalšej RAM.

- ✓ **Zrýchľuje prácu CPU** - umožňuje procesoru rýchlejšie spracovať údaje.
- ✓ **Znižuje latenciu pamäte** - menej prístupu do RAM znamená rýchlejšie vykonávanie programov.
- ✓ **Šetrí energiu** - menej častý prístup do RAM znamená nižšiu spotrebu energie.

Úrovne cache pamäte v Intel CPU:

L1 Cache - Najrýchlejšia, ale najmenšia (16-128 KB na jadro). Nachádza sa v jadre CPU a uchováva dáta a inštrukcie oddelene (L1D - data, L1I - instructions).

L2 Cache - Stredná rýchlosť a kapacita (256 KB - 2 MB na jadro). Nachádza sa v každom jadre CPU a slúži ako vyrovnávacia pamäť medzi L1 a L3.

L3 Cache - Najväčšia, ale najpomalšia (2-64 MB, zdieľaná medzi jadrami). Nachádza sa v rámci CPU čipu a slúži všetkým jadram procesora.

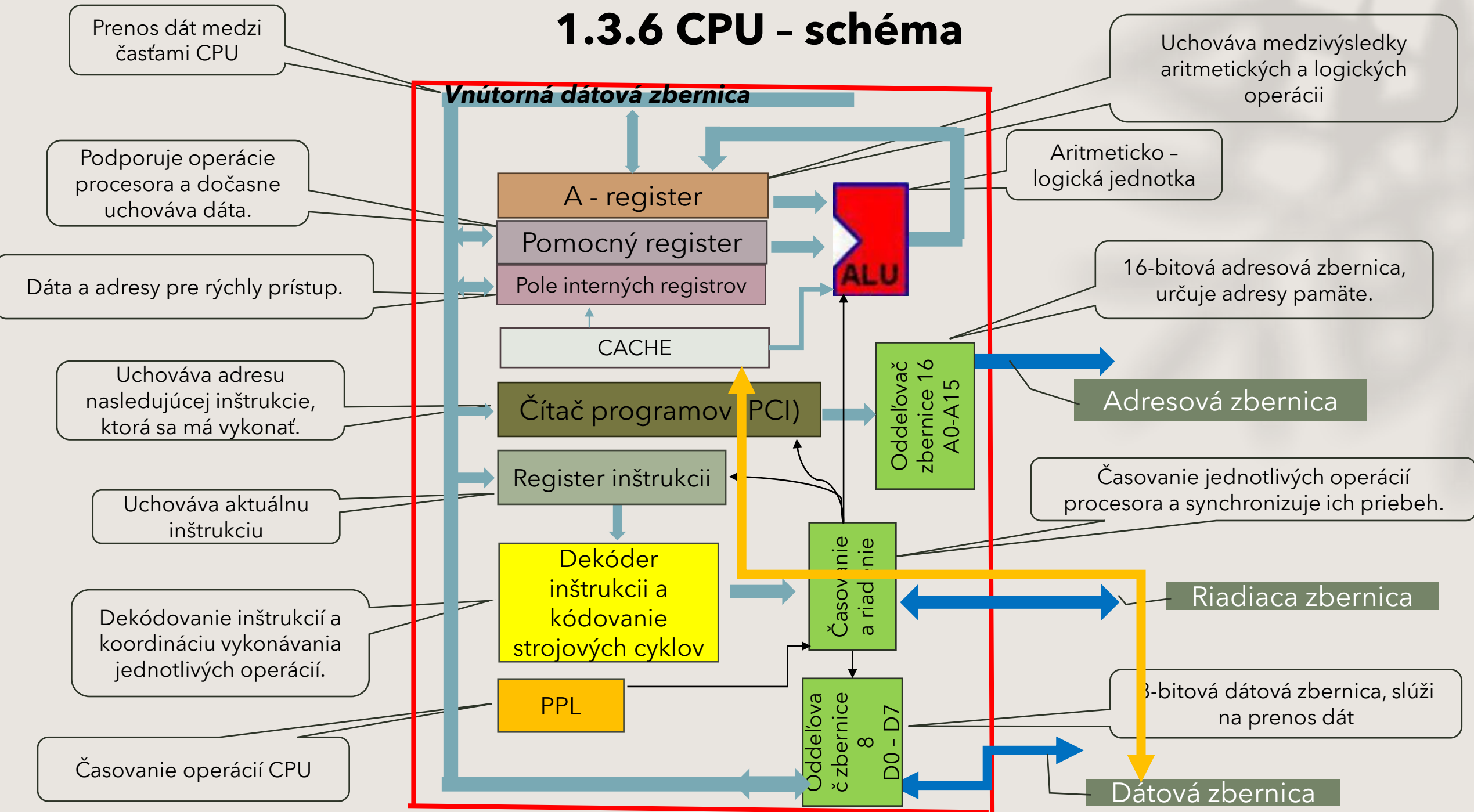
Ako funguje cache?

Keď CPU potrebuje dáta, najprv ich **hľadá v cache**.

Ak sú dáta v cache (**cache hit**) → CPU ich okamžite použije.

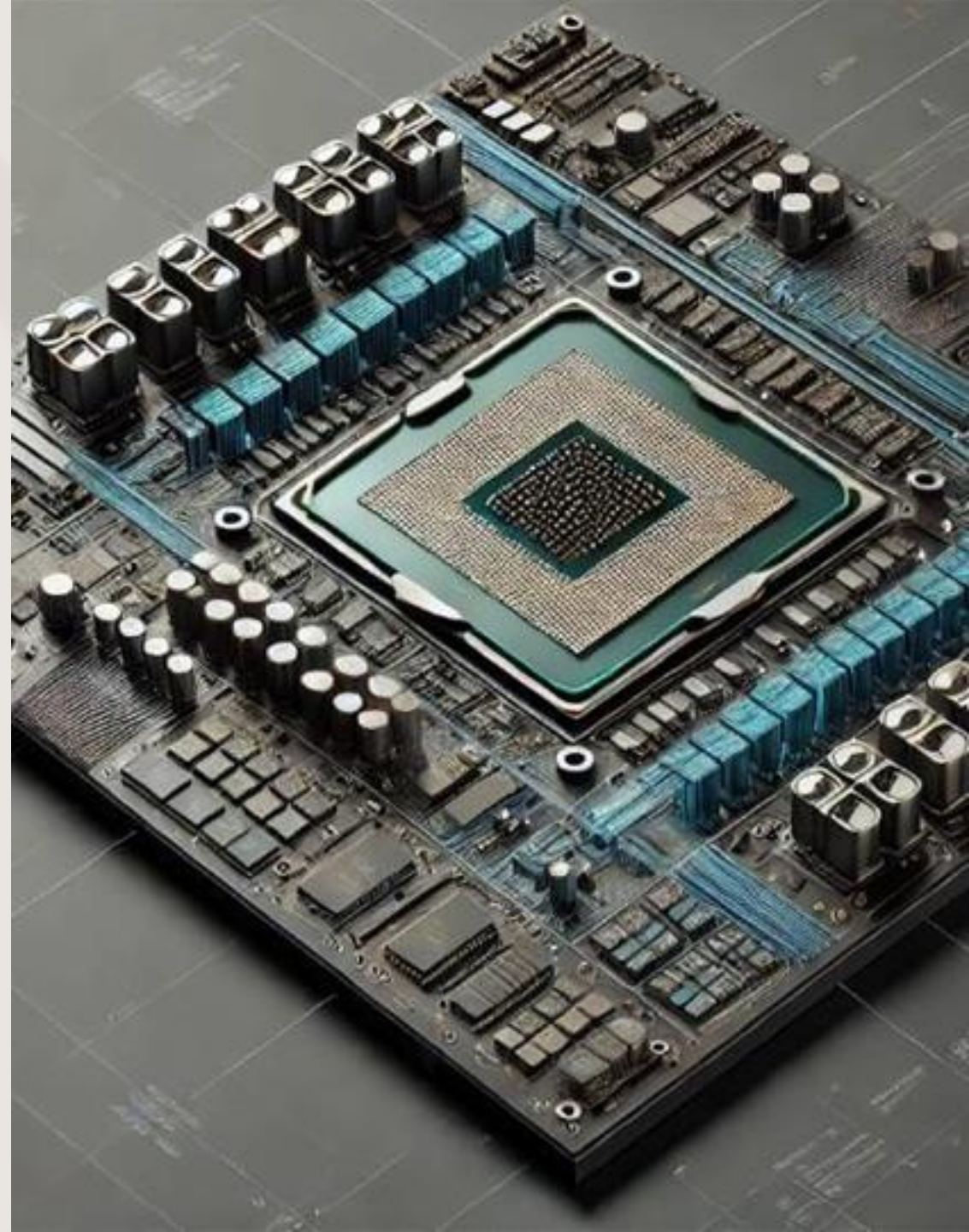
Ak dáta nie sú v cache (**cache miss**) → CPU ich načíta z RAM a uloží do cache na neskoršie použitie.

1.3.6 CPU - schéma



1.3 Architektúra CPU Intel

- Architektúra je návrh a organizácia procesora, ktorá určuje, ako vykonáva inštrukcie, ako spracováva dáta a aké technológie využíva.
- Je to **kombinácia hardvérových a softvérových aspektov**, ktoré ovplyvňujú výkon, energetickú efektivitu a schopnosti procesora.



1.3.1 Hlavné aspekty architektúry CPU

✓ **ISA - Instruction Set Architecture** – pravidlá a príkazy, ktoré CPU dokáže vykonávať (x86-64).

✓ **Organizácia CPU** – spôsob prepojenia jadier, cache pamäte, ALU a ďalších komponentov.

✓ **Výkonové optimalizácie** – napr. pipelining, hyper-threading, viacjadrové spracovanie.

✓ **Výrobné technológie** – veľkosť tranzistorov, energetická efektivita, chladiace riešenia.

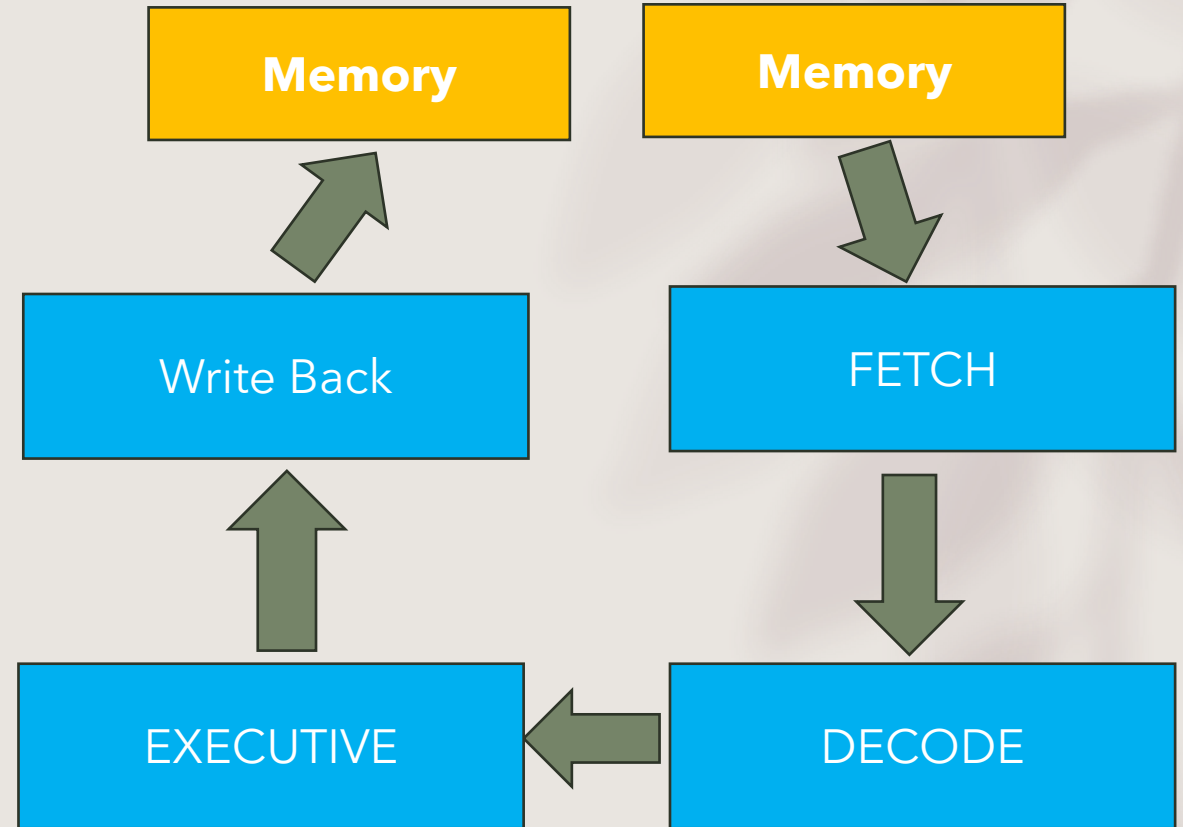


1.4 Ako funguje CPU

CPU vykonáva inštrukcie v cykle:

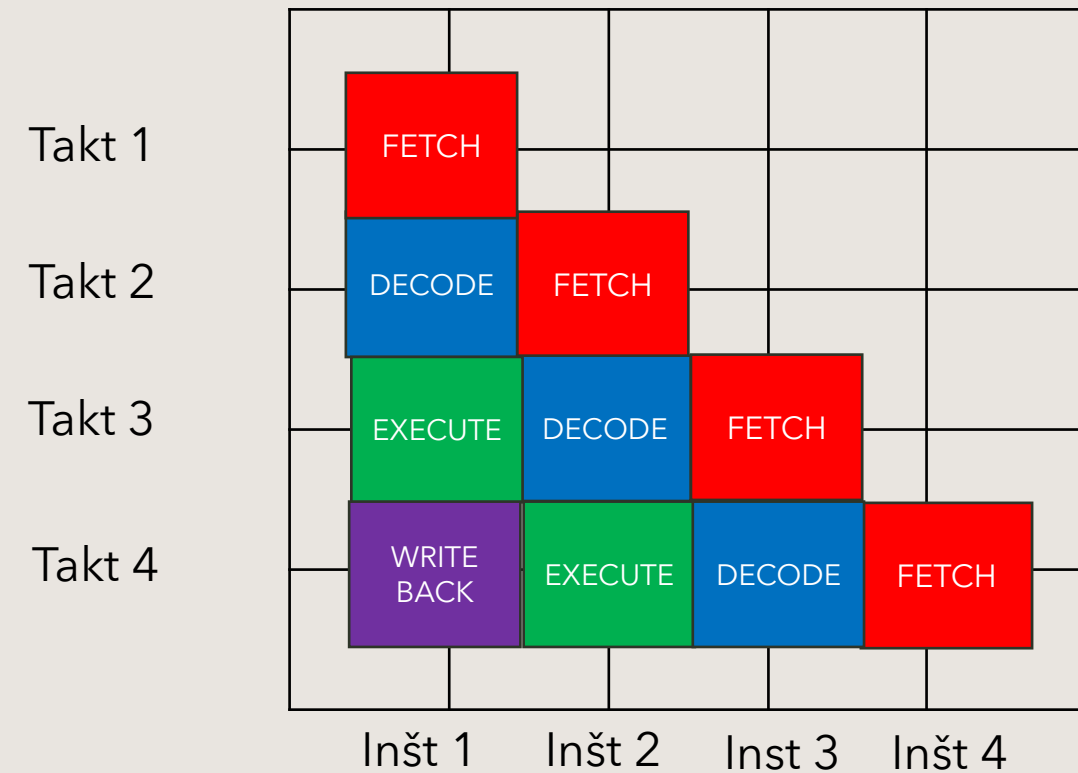
- 1 Načítanie inštrukcie (Fetch) - CPU načíta inštrukciu z pamäte.
- 2 Dekódovanie inštrukcie (Decode) - CPU analyzuje, akú operáciu má vykonať.
- 3 Vykonanie inštrukcie (Execute) - CPU vykoná operáciu, napríklad výpočet.
- 4 Uloženie výsledku (Write Back) - výsledok sa zapíše do pamäte alebo registra.

Tento cyklus sa opakuje nepretržite počas chodu CPU.

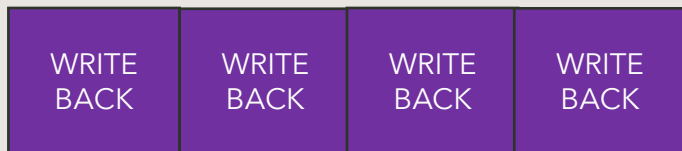


1.4.1 Ako zefektívnilí CPU?

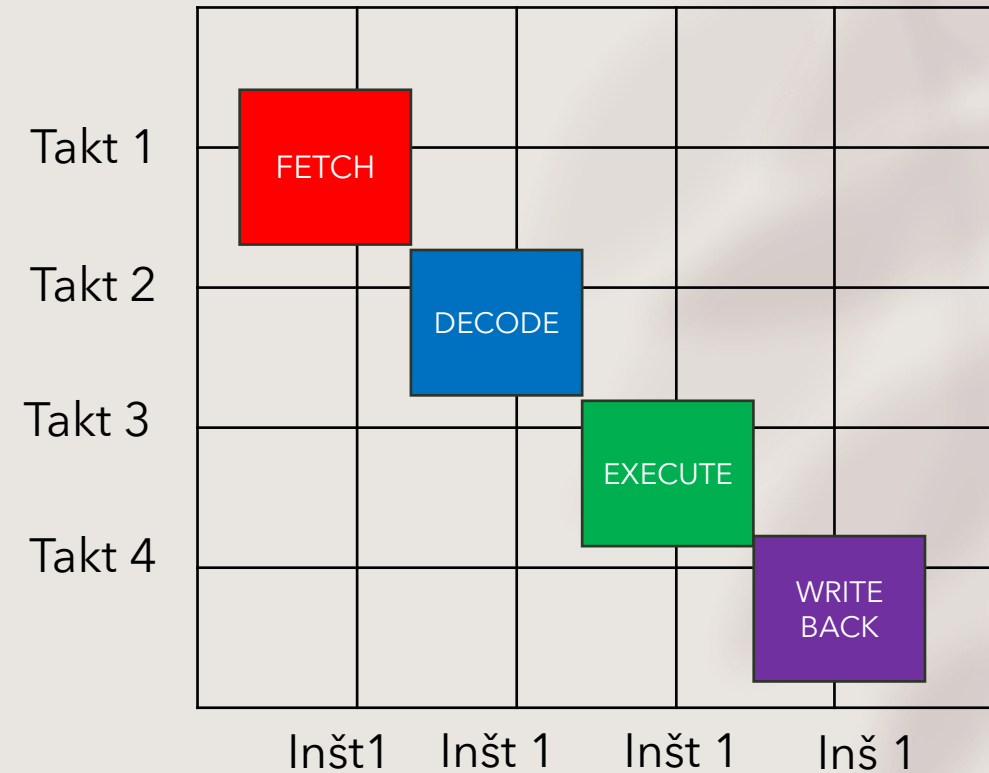
Implementované Pipeline



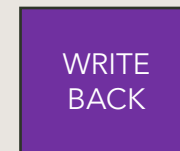
Po naplnení: každý takt - 1 inštrukcia spracovaná



Neimplementované Pipeline

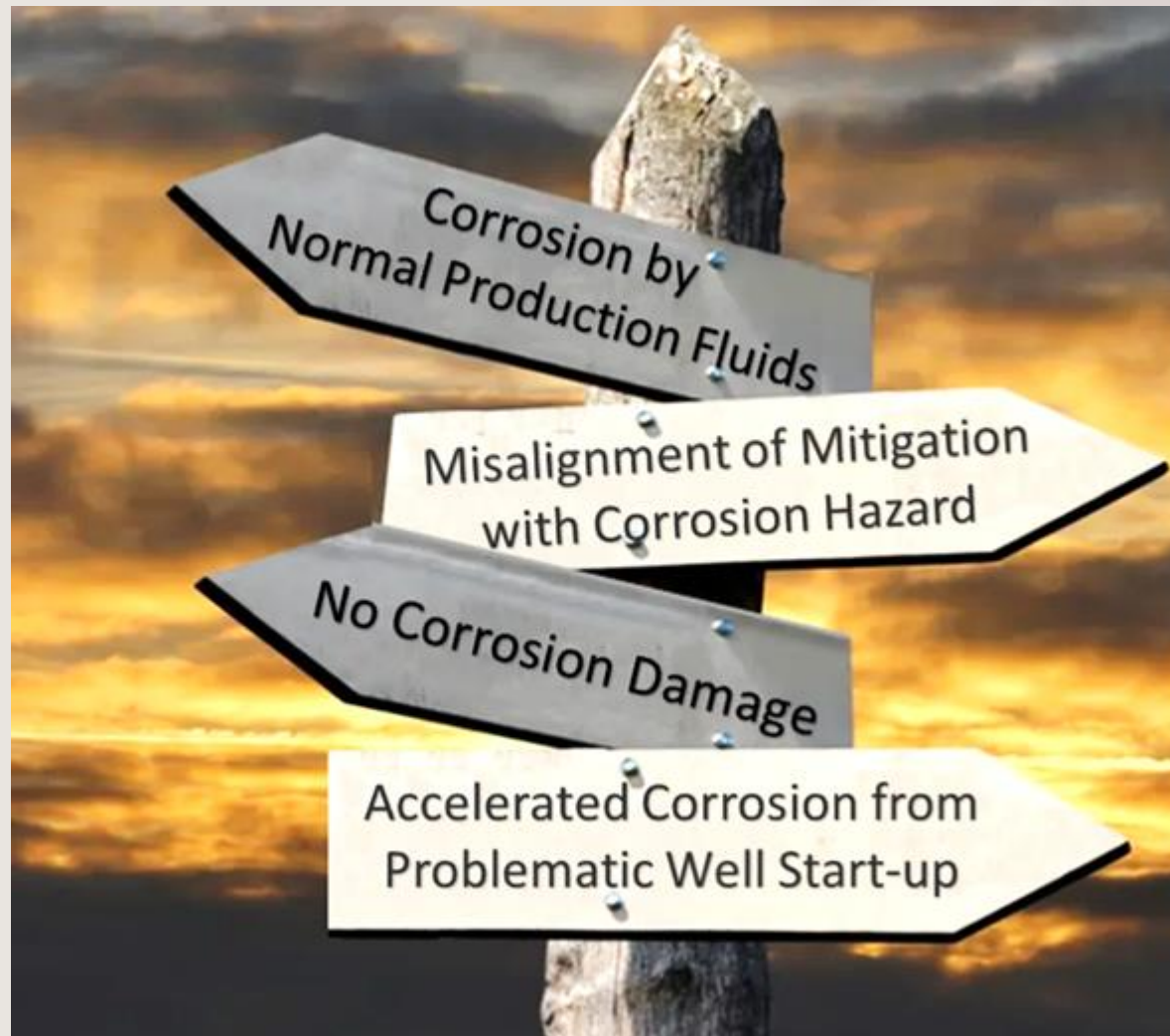


každé 4 takty - 1 inštrukcia spracovaná

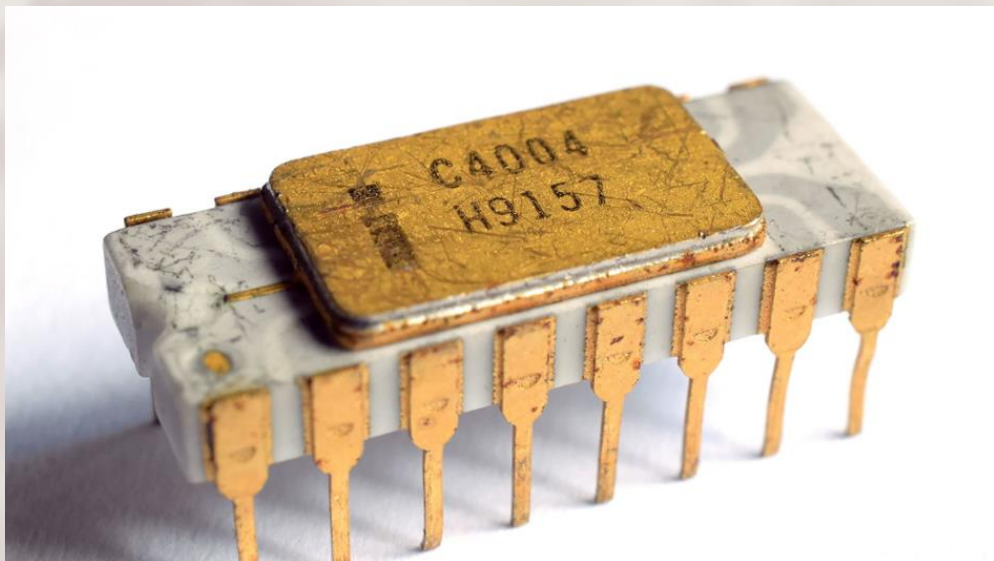


1.4.2 Pipeline hazards!

- **Štrukturálny hazard** – Dve inštrukcie súčasne potrebujú rovnaký hardvérový prostriedok (napr. pamäť alebo ALU).
- **Dátový hazard** – Jedna inštrukcia závisí od výsledku predchádzajúcej, ktorý ešte nie je pripravený.
- **Riadiaci hazard** – Keď procesor predčasne načíta nesprávnu inštrukciu kvôli skoku v programe (napr. podmienky, vetvenie kódu).



2. 1 Prvý výskyt



Spoločnosť **Intel Corporation** bola založená 18. júla **1968** v **Mountain View**, Kalifornia, USA. Zakladateľmi boli **Robert Noyce** a **Gordon Moore**

Processor Intel 4004

Intel 4004 bol prvým mikroprocesorom na svete, ktorý bol uvedený na trh v roku 1971. Bol to prelomový vynález, ktorý zmenil smerovanie vývoja počítačov.

Základ x86 architektúry

Architektúra x86 bola predstavená s procesorom 8086 a stala sa základom moderných počítačov. Jej dizajn umožnil široké využitie v rôznych aplikáciách.

2. 2 Hlavné medzníky

Počiatky a rozvoj (1971 - 2000)

1. Prvé mikroprocesory (1971 - 1980)

- **Intel 4004 (1971)** – prvý komerčný mikroprocesor (4-bit, 740 kHz)
- **Intel 8080 (1974)** – základ pre prvé osobné počítače
- **Intel 8086 (1978)** – prvý 16-bitový procesor, základ x86 architektúry

2. Éra osobných počítačov (1980 - 2000)

- **Intel 80286 (1982)** – prvý procesor s chráneným režimom
- **Intel 80386 (1985)** – prvý 32-bitový procesor
- **Intel Pentium (1993)** – masová popularizácia výkonnejších CPU
- **Intel Pentium III (1999)** – zavedenie SSE inštrukcií pre multimédiá



Earl Whetstone, Intel Field Sales Engineer

2.3 Hlavné medzníky

Viacjadrové a efektívne procesory (2000 - 2020)

1. Výkonnejšie CPU a viac jadier (2000 - 2015)

- **Intel Pentium 4 (2000)** - vysoké frekvencie, ale vysoká spotreba
- **Intel Core 2 Duo (2006)** - prechod na viacjadrové CPU
- **Intel Core i7 (2008)** - Nehalem architektúra s Hyper-Threadingom
- **Intel Atom (2008)** - procesory pre netbooky a mobilné zariadenia

2. Moderné CPU a 10 nm technológia (2015 - 2023)

- **Intel Core 10. generácie (2019)** - prechod na 10 nm výrobný proces
- **Intel Alder Lake (2021)** - hybridná architektúra P-core + E-core
- **Intel Raptor Lake (2022 - 2023)** - vyšší výkon a efektivita



2. 4 Hlavné medzníky

Nová éra - AI a čipletový dizajn (2023 - 2025)

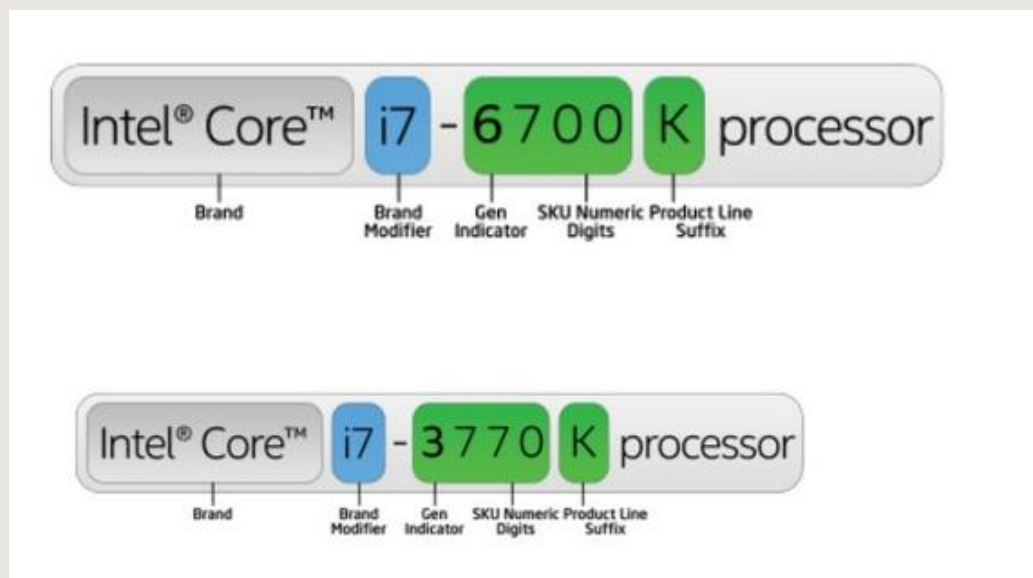
Intel Core Ultra 1. generácie (2023 - 2024)

- Založený na architektúre Meteor Lake / Lunar Lake
- Prvý Intel čipletový dizajn (Foveros 3D packaging)
- Zabudovaná AI akcelerácia (NPU - Neural Processing Unit)
- Vyššia energetická efektívnosť - ideálne pre ultratenké notebooky (napr. Microsoft Surface Laptop 6)
- Podpora PCIe 5.0, LPDDR5x a AV1 enkódingu



2.5 Značenie CPU

- Rozdelenie do rodín:
- **Intel Core** – hlavná séria pre spotrebiteľské notebooky a desktopy (i3, i5, i7, i9)
- **Intel Core Ultra** – nová séria od 14. generácie Meteor Lake
- **Intel Atom** – ultra-nízkonapäťové procesory pre minipočítače a IoT
- **Intel Xeon** – serverové procesory a pracovné stanice



Písmeno	Význam
K	Odomknutý (možno pretaktovať)
KF	Odomknutý, ale bez integrovanej grafiky
F	Nemá integrovanú grafiku
T	Úsporná verzia pre desktopy
H	Výkonný procesor pre notebooky
HK	Výkonný a odomknutý pre notebooky
HX	Extrémne výkonný mobilný CPU
U	Energeticky úsporný notebookový CPU
P	Vyvážený výkon pre notebooky
E	Ultraúsporné procesory (Edge computing)

3. Vízie INTEL CPU

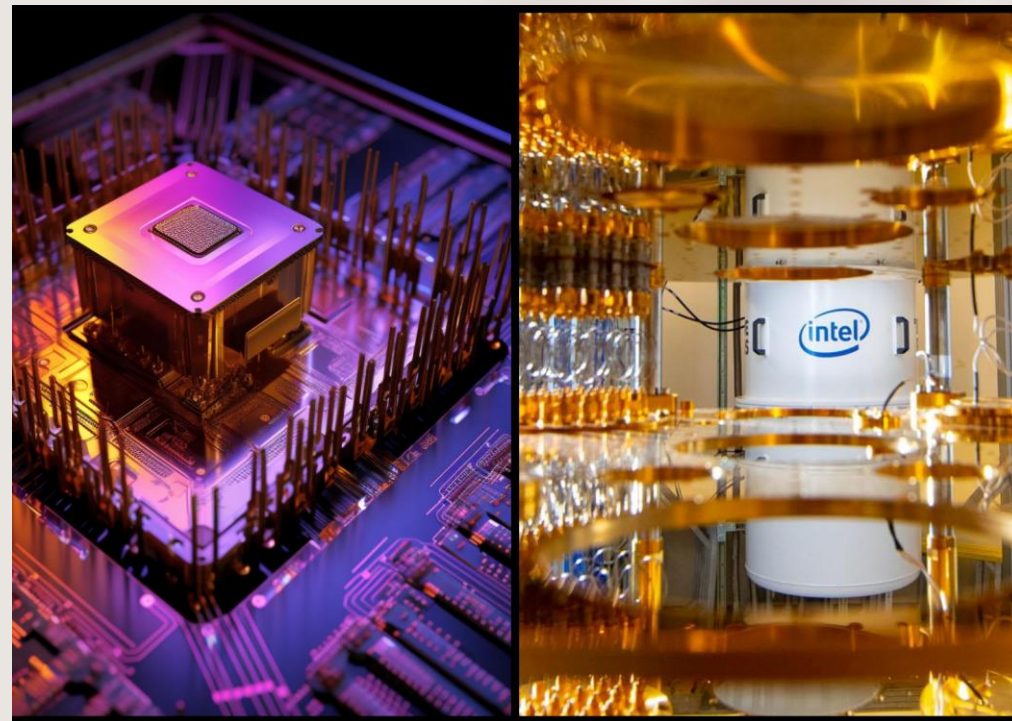
Pod-1nm výrobný proces a prechod na nové materiály.

Modulárna čipletová architektúra pre extrémnu flexibilitu.

AI-first CPU s výkonom presahujúcim 100+ TOPS.

Energetická revolúcia – uhlíkovo neutrálne procesory.

Kvantové výpočty ako súčasť budúcich CPU.



4. 1 Diagnostické nástroje CPU

Intel® Processor Diagnostic Tool (IPDT) – overuje funkčnosť a výkon CPU

- Intel® Extreme Tuning Utility (XTU) – testovanie stability a pretaktovanie

- Intel® Performance Maximizer – automatické ladenie výkonu

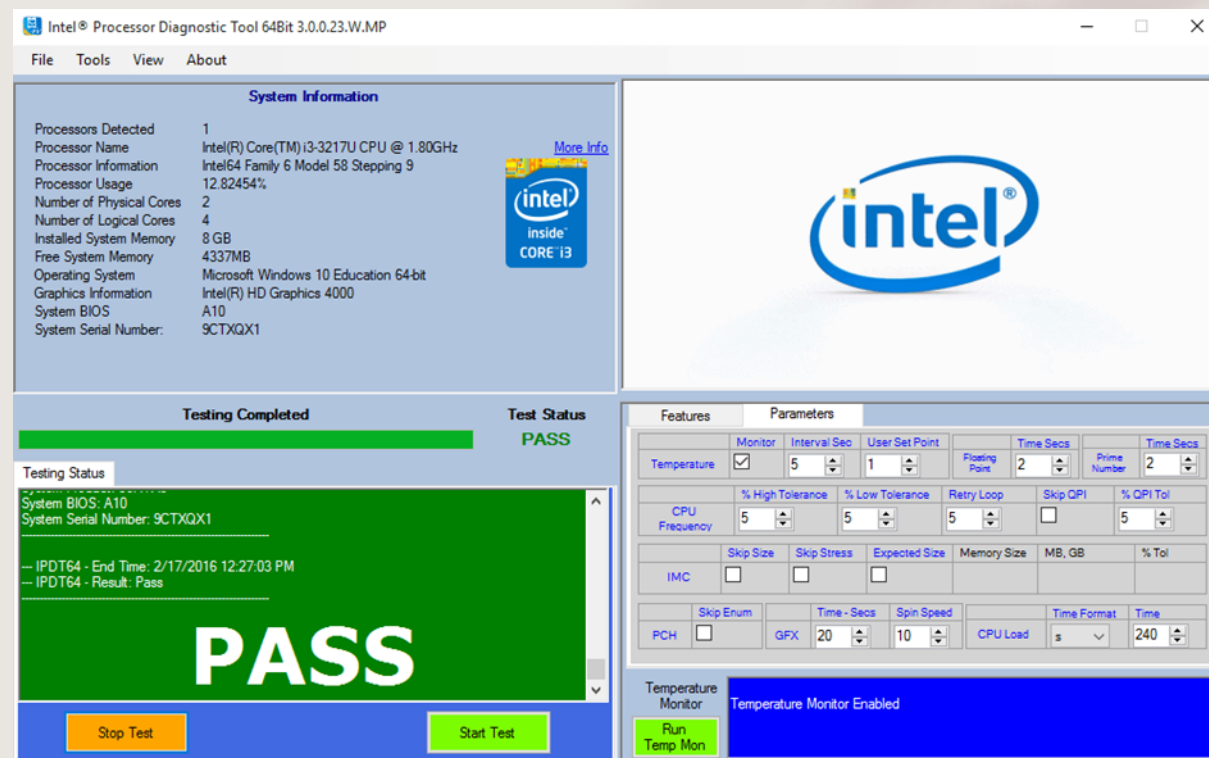
- Intel® VTune Profiler – analýza výkonu aplikácií

Výhody:

- ✓ Kontrola špecifikácií a teploty procesora
- ✓ Identifikácia chýb a problémov s výkonom
- ✓ Pomoc pri diagnostike nestabilného systému
- ✓ Optimalizácia výkonu a energie

Nevýhody:

- ✗ Nie všetky testy sú presné – môžu vynechať niektoré typy zlyhaní
- ✗ Pokročilé nástroje (XTU) môžu pri nesprávnom použití poškodiť systém
- ✗ Niektoré nástroje sú obmedzené len na Intel procesory



4. 2 Nástroje na správu CPU

- Intel® Active Management Technology (AMT) – vzdialená správa a diagnostika

- Intel® Endpoint Management Assistant (EMA) – cloudová správa koncových bodov

- Intel® Driver & Support Assistant – automatické aktualizácie ovládačov

Výhody:

- ✓ Centrálna a vzdialená správa IT infraštruktúry
- ✓ Rýchlejšie riešenie problémov a nižšie náklady na údržbu
- ✓ Zabezpečenie a monitoring zariadení
- ✓ Optimalizácia ovládačov a firmvéru

Nevýhody:

- ✗ Niektoré riešenia (napr. Intel AMT) vyžadujú špeciálne čipsety a podporu v BIOS-e
- ✗ Bezpečnostné riziká – ak nie je správne nastavené, môže byť zneužitý (napr. Intel AMT bolo v minulosti cieľom hackerov)
- ✗ Obmedzenia v kompatibilitate – niektoré staršie zariadenia nepodporujú moderné nástroje

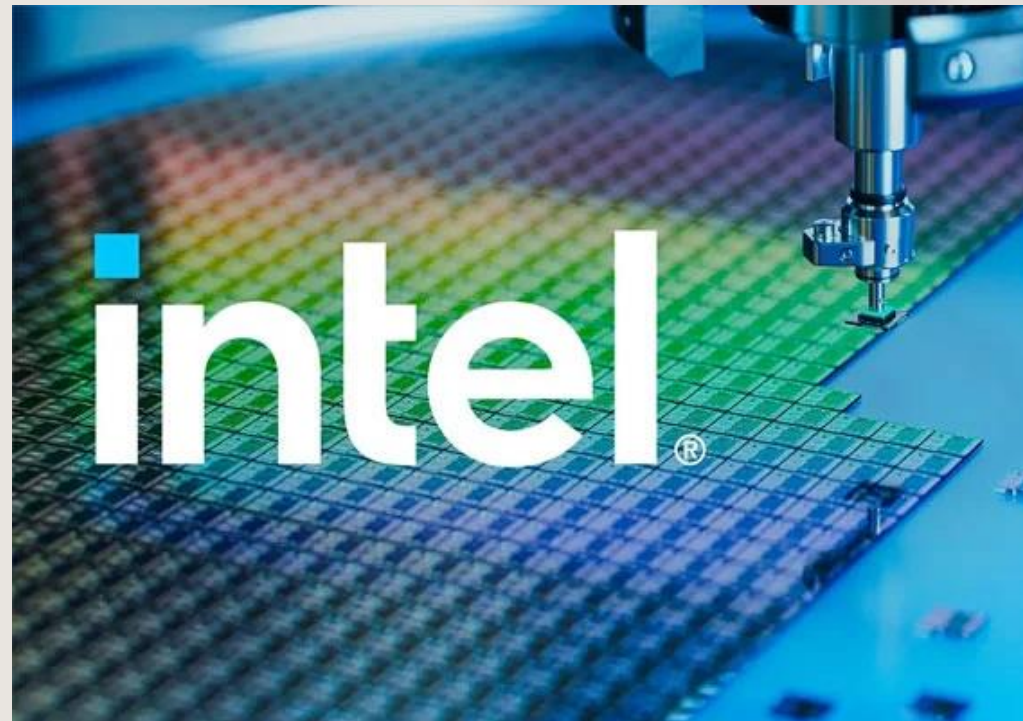
Intel® Active Management Technology	
Computer: PVR	
System Status Hardware Information System Processor Memory Disk Event Log Remote Control Network Settings User Accounts Update Firmware	Memory Information
	Module 1
	Manufacturer 0x0000000000000000
	Serial number 0x030EDD23
	Size 512 MB
	Speed 667 MHz
	Form factor DIMM
	Type DDR2
	Type detail Synchronous
	Asset tag Unknown
	Part number 0x4D332037385436353533435A332D43453720
	Module 2
	Manufacturer 0x0000000000000000
	Serial number 0x00053A79
	Size 512 MB
	Speed 667 MHz
	Form factor DIMM
	Type DDR2
	Type detail Synchronous
	Asset tag Unknown
	Part number 0x4D3320373854363435334847302D43453620

4.3 Nastavenia v BIOSe

Možnosti nastavenia :

- Frekvencia procesora (Multiplier, Base Clock)
- Napätie CPU (Vcore, Offset, Adaptive mode)
- XMP profily pre RAM
- C-States a Power Management
- Hyperthreading a Virtualizácia

Dôležitosť správneho nastavenia pre stabilitu a výkon



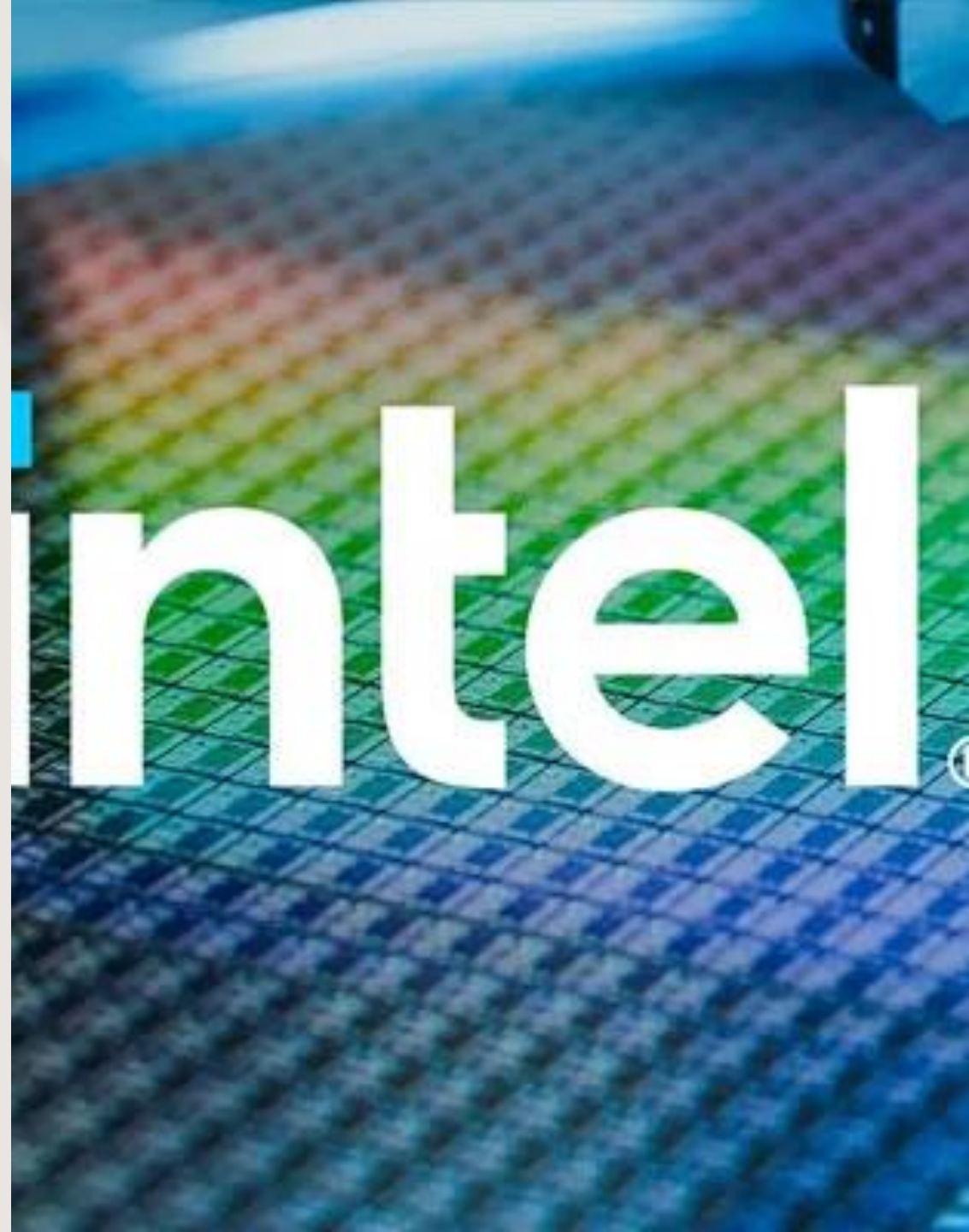
4.4 Firmware

- Dôležitosť aktualizácií firmwaru pre bezpečnosť a stabilitu
- Intel Management Engine (Intel ME)
- BIOS/UEFI aktualizácie a ich vplyv na kompatibilitu
- Mikrokód CPU: ako ovplyvňuje výkon a opravy chýb (Spectre, Meltdown)



4. 5 Testovanie stability

- Nástroje na testovanie stability CPU
 - Prime95 (stress test CPU)
 - AIDA64 (diagnostika a stabilitný test)
 - Intel Extreme Tuning Utility (XTU)
- Znaky nestabilného systém: BSOD, zamrznutie, reštarty



4. 6 Možné poškodenia a servis CPU

- Prehriatie a jeho vplyv na CPU (thermal throttling, degradácia)
- Poškodenie vplyvom vysokého napätia
- Elektrické skraty, zlomenie pinov, fyzické poškodenie
- RMA a servisné možnosti pri Intel CPU



Zoznam zdrojov:

1. WCCFTECH. *Intel 14th Gen Meteor Lake CPU Die Shot: Redwood Cove, Crestmont Cores, Compute Tile* [online]. Dostupné na: <https://wccfttech.com/intel-14th-gen-meteor-lake-cpu-die-shot-redwood-cove-crestmont-cores-compute-tile/>
2. SLIDEPLAYER. *Prezentácia: CPU* [online]. Dostupné na: <https://slideplayer.cz/slide/14829625/>
3. LED-DIODE. *CPU Design Principle and Manufacturing Process* [online]. Dostupné na: <https://sk.led-diode.com/info/cpu-design-principle-and-manufacturing-process-36150027.html>
4. WIKIPEDIA. *Intel 4004 - obrázok procesora* [online]. Dostupné na: https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_4004#/media/File:Intel_C4004.jpg
5. INTEL. *The 8086 and the IBM PC* [online]. Dostupné na: <https://www.intel.com/content/www/us/en/history/virtual-vault/articles/the-8086-and-the-ibm-pc.html>
6. A7LA-HOME. *Top Windows Diagnostic Tools* [online]. Dostupné na: <https://sk.a7la-home.com/top-windows-diagnostic-tools>
7. FONTECH. *Kvantový čip šokuje: Najlepší PC sveta predbehol o 9000 rokov* [online]. Dostupné na: <https://fontech.startitup.sk/kvantovy-cip-sokuje-najlepsi-pc-sveta-predbehol-o-9000-rokov/>
8. ITNETWORK. *Hardvér - Stavba PC: Procesor (CPU)* [online]. Dostupné na: <https://www.itnetwork.cz/hardware-pc/stavba-pc/hardware-stavime-si-pocitac-procesor-cpu-1>
9. CSBIO UNC. *Lecture 21 - Computer Architecture* [online]. Dostupné na: <https://www.csbio.unc.edu/mcmillan/Comp311F22/Lecture21.pdf>
10. ENERGYNOW. *Triage Pipeline Integrity: Risk-Optimized Maintenance* [online]. Dostupné na: <https://energynow.ca/2021/02/traige-pipeline-integrity-hazard-classification-mitigation-guidance-risk-optimizes-oil-gas-maintenance-costs/>
11. INTEL. *Processor Numbers Overview* [online]. Dostupné na: <https://www.intel.com/content/www/us/en/processors/processor-numbers.html>
12. LEVNAPC. *Značenie procesorov Intel* [online]. Dostupné na: <https://www.levnapc.cz/znaceni-procesoru-intel.html>



Ďakujem za Vašu pozornosť

Milada Janigová, 2 ročník - Ext.Bc