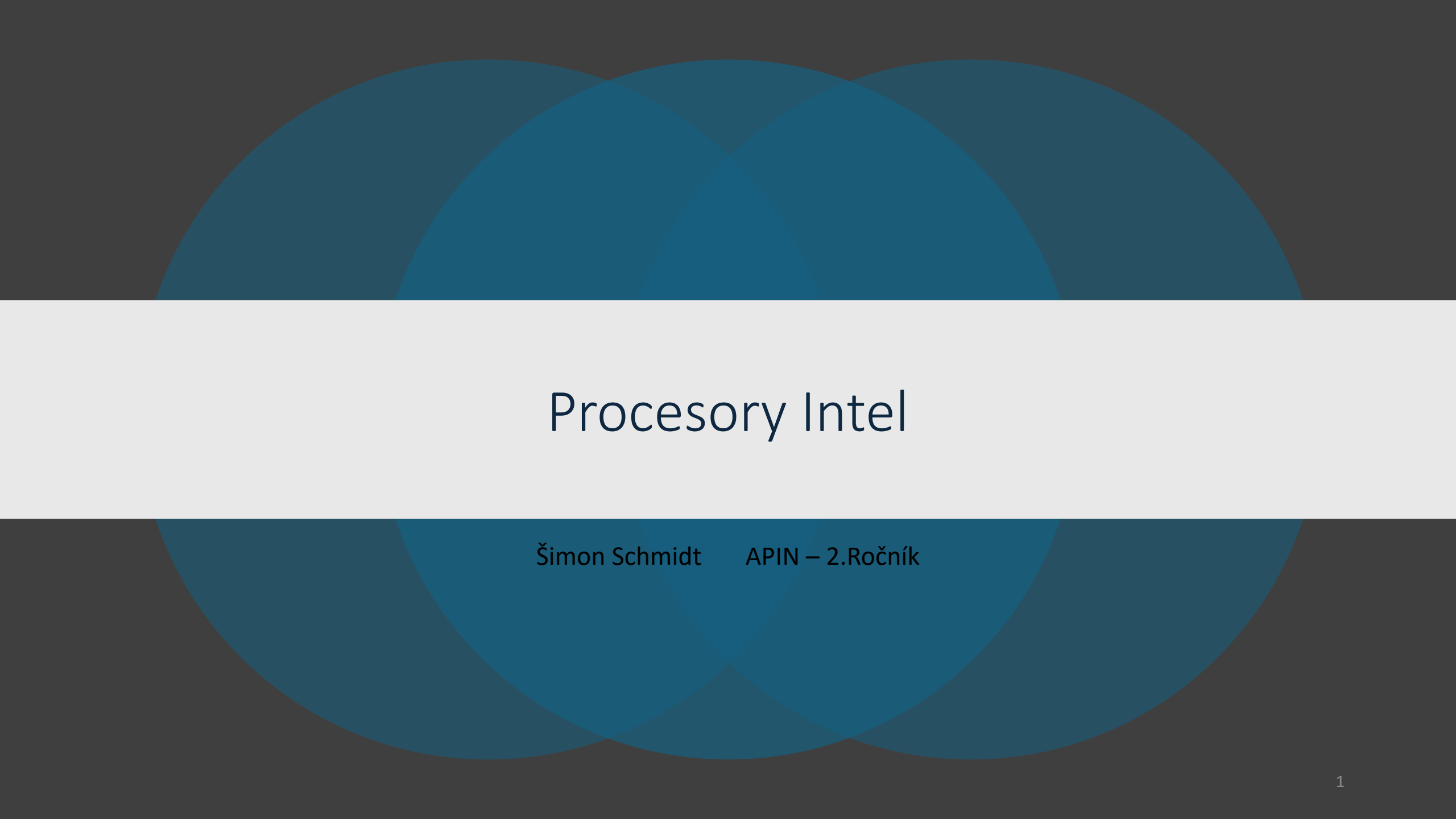




Procesory Intel

Šimon Schmidt APIN – 2.Ročník

CPU a jeho úloha

- Definícia CPU
- Úloha CPU
- Intel



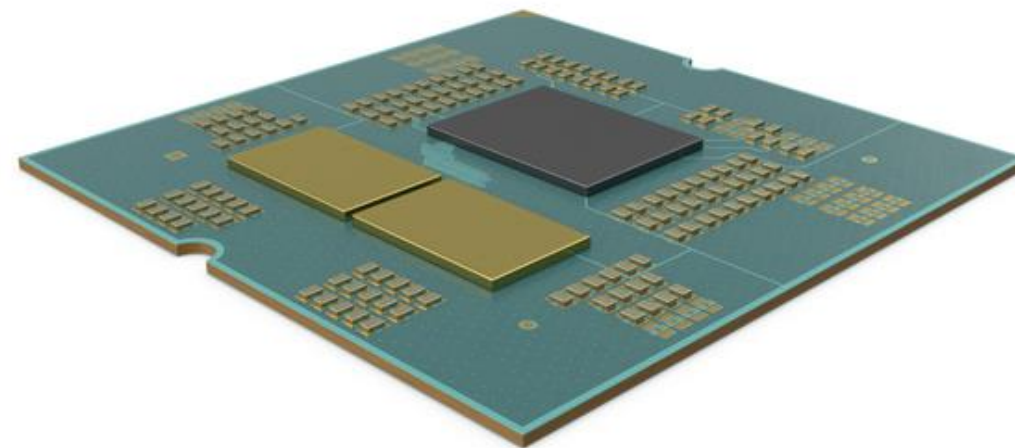
Intel Core i7 CPU

Intel vs AMD

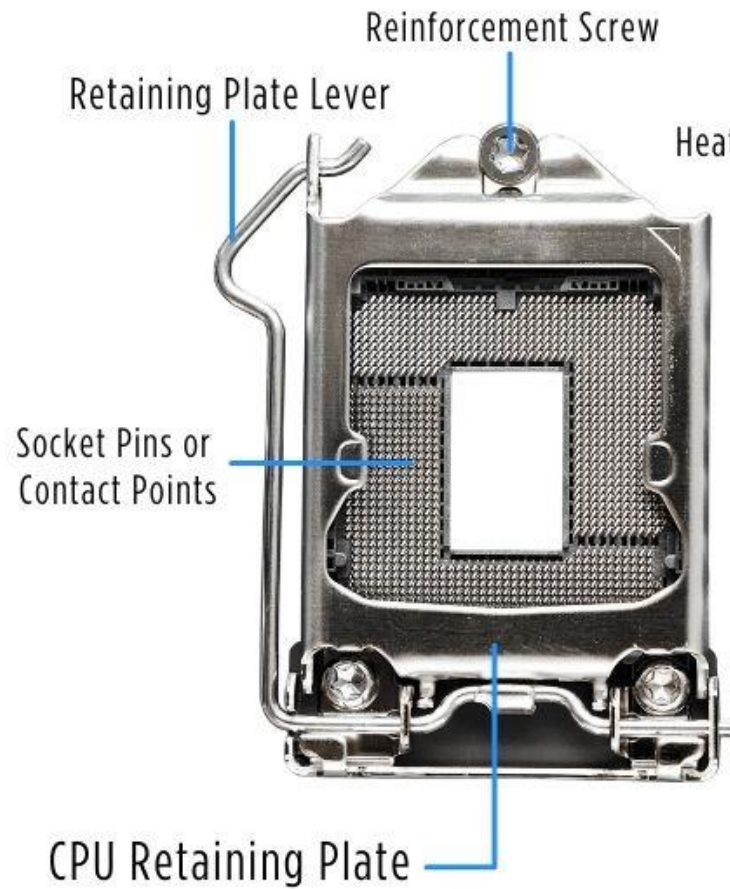
- **Architektúra a inštrukčné sady** – Intel CPU využívajú **AVX-512**, zatiaľ čo AMD procesory (Ryzen, EPYC) podporujú širšiu škálu **AVX2** inštrukcií, ale AVX-512 absentuje (okrem Zen 4).
- **Cache a pamäťová hierarchia** – AMD používa **V-Cache** technológiu pre zväčšenie L3 cache (napr. Ryzen 7 5800X3D), zatiaľ čo Intel CPU majú tradičnú cache hierarchiu optimalizovanú pre latenciu.
- **Hyperthreading vs. SMT** – Intel používa **Hyper-Threading (HT)** na zvýšenie paralelizmu, AMD využíva **Simultaneous Multithreading (SMT)**, ktorý poskytuje podobnú funkcionálnosť, ale s mierne odlišným plánovaním úloh.
- **Čipletový vs. monolitický dizajn** – AMD Ryzen procesory (od Zen 2) používajú **čipletový dizajn**, kde sú jadrá rozdelené do viacerých čipletov, zatiaľ čo Intel stále preferuje **monolitický dizajn** (hoci od 12. gen Alder Lake prešiel na hybridnú architektúru s P-core a E-core).



Predná a zadná strana CPU



CPU bez ochranného pláštá



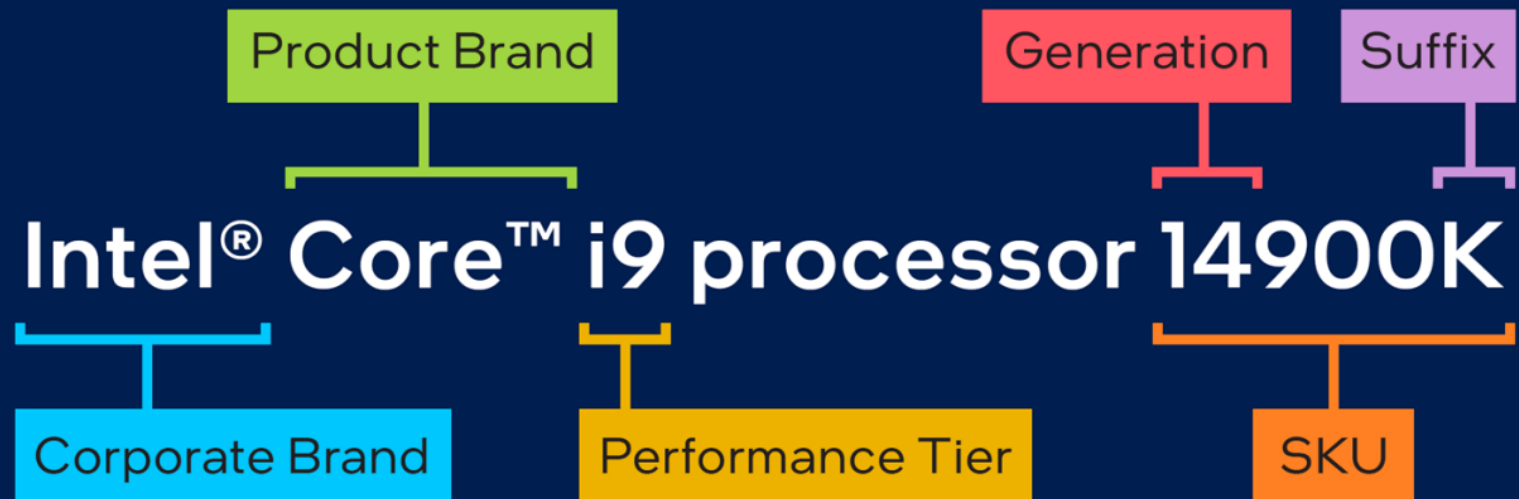
Heat Sink Mounting Holes

Thermal Paste

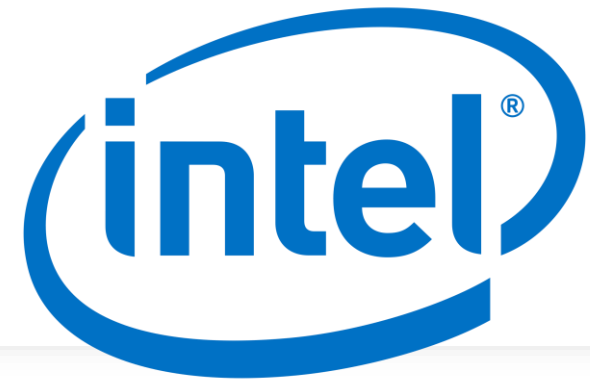
Motherboard
CPU Controller

High-Heat-Resistant
Material





Významné roky pre firmu Intel



1971 – Intel 4004

- Prvý komerčný mikroprocesor Intel 4004 (4-bitový, 740 kHz).

1978 – Intel 8086

- Intel 8086 je prvý 16-bitový procesor a základ architektúry x86, ktorá sa používa dodnes.

1982 – Intel 80286 (286)

- Prvý procesor podporujúci chránený režim (Protected Mode), umožňujúci viacúlohové operačné systémy.

1989 – Intel 80486 (486)

- Prvý x86 procesor s integrovanou FPU (matematickou jednotkou), čo zlepšilo výkon v matematických výpočtoch.

1993 – Intel Pentium

- Začiatok značky Pentium – nový názov pre procesory, ktoré prekonal číselné označenia.

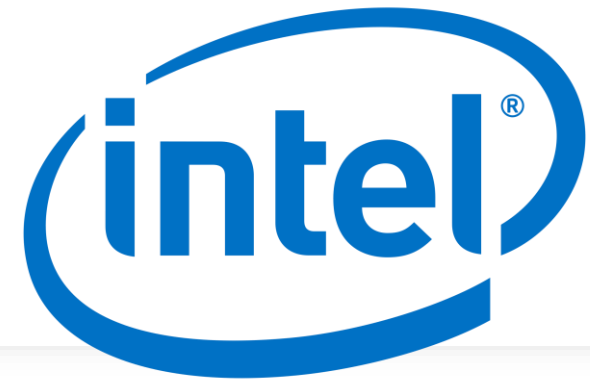
2000 – Intel Pentium 4

- Predstavenie architektúry NetBurst, ktorá priniesla vysoké frekvencie (nad 3 GHz).

2006 – Intel Core 2 Duo

- Intel prechádza na viacjadrové procesory – prvé dvojjadrové procesory Core 2 Duo s vyššou efektivitou ako Pentium 4.

Významné roky pre firmu Intel



2008 – Intel Core i7 (Nehalem)

- Začiatok série Core i3, i5, i7 – zavedenie Hyper-Threadingu a Turbo Boost technológie.

2011 – Intel Sandy Bridge

- Prvý integrovaný grafický čip (iGPU) priamo v CPU a významný nárast výkonu oproti predchádzajúcim generáciám.

2015 – Intel Skylake

- Začiatok DDR4 pamätí – prechod z DDR3 na výkonnejšie DDR4 RAM a zlepšená efektivita.

2017 – Intel Coffee Lake

- Prvé 6-jadrové procesory pre mainstream (Core i7-8700K), prekonanie dlhoročnej hranice 4 jadier v bežných CPU.

2021 – Intel Alder Lake

- Zásadná zmena architektúry – hybridný dizajn (P-Core & E-Core) kombinujúci výkonné a úsporné jadrá.

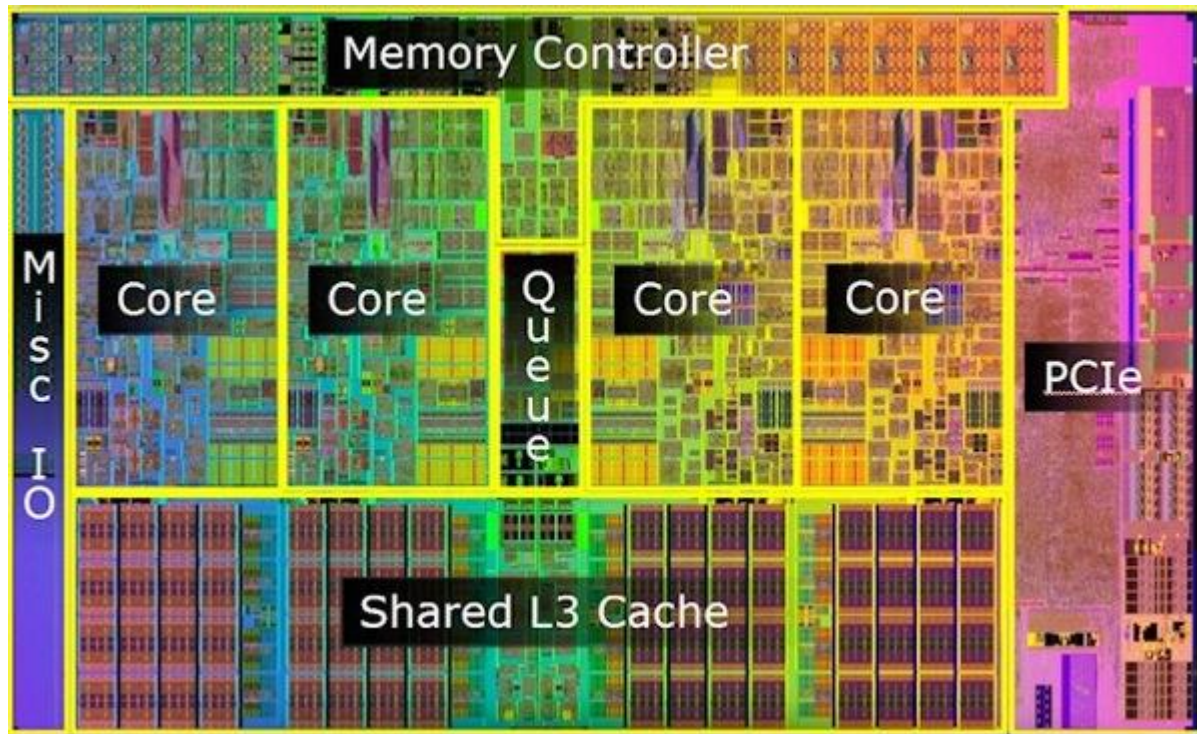
2023 – Intel Raptor Lake Refresh

- Zlepšenie hybridnej architektúry, Core i9-14900K dosahuje až 6 GHz.

2024 – Intel Meteor Lake

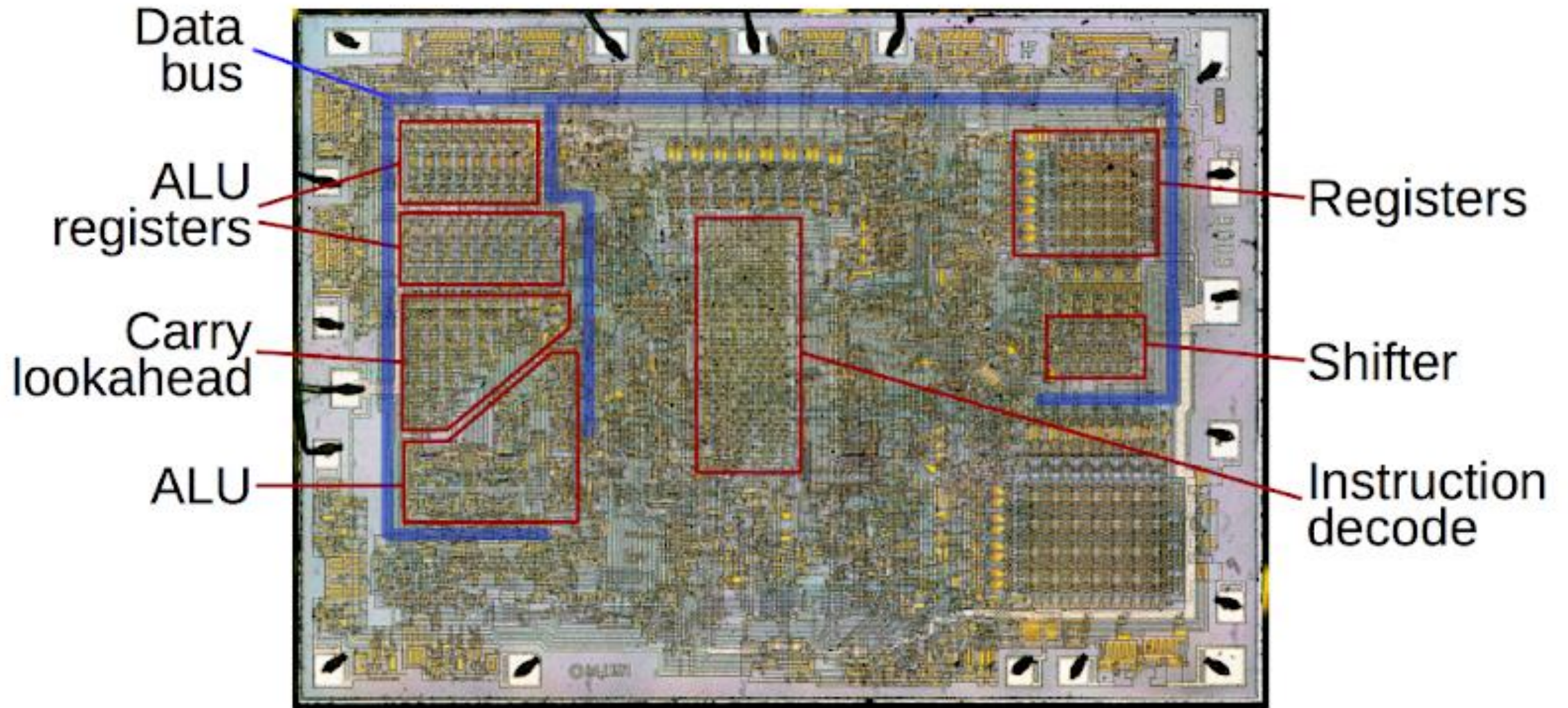
- Prvá generácia s dlaždicovou (tile-based) architektúrou, prechod na nový výrobný proces Intel 4 (4nm).

Architektúry Intel procesorov

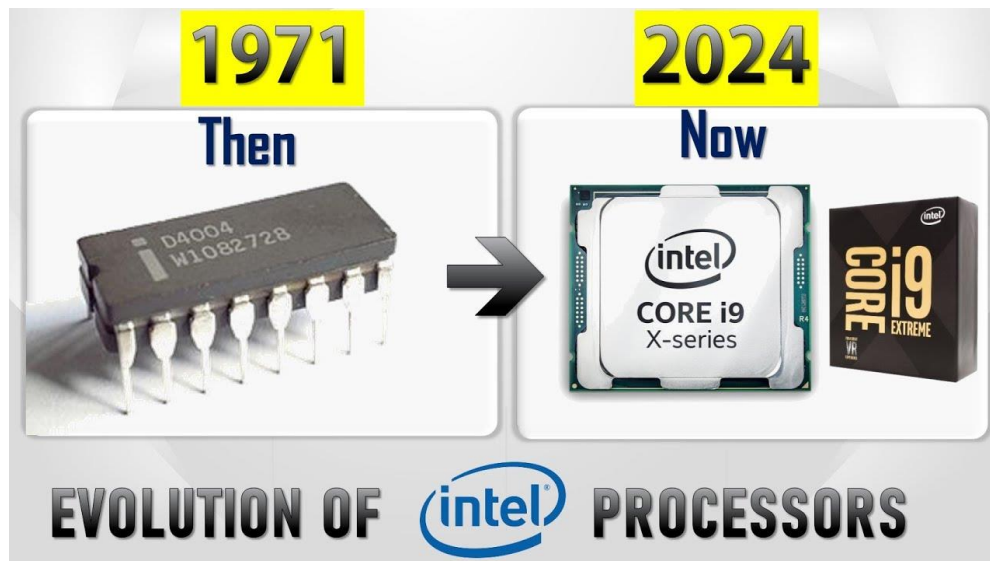
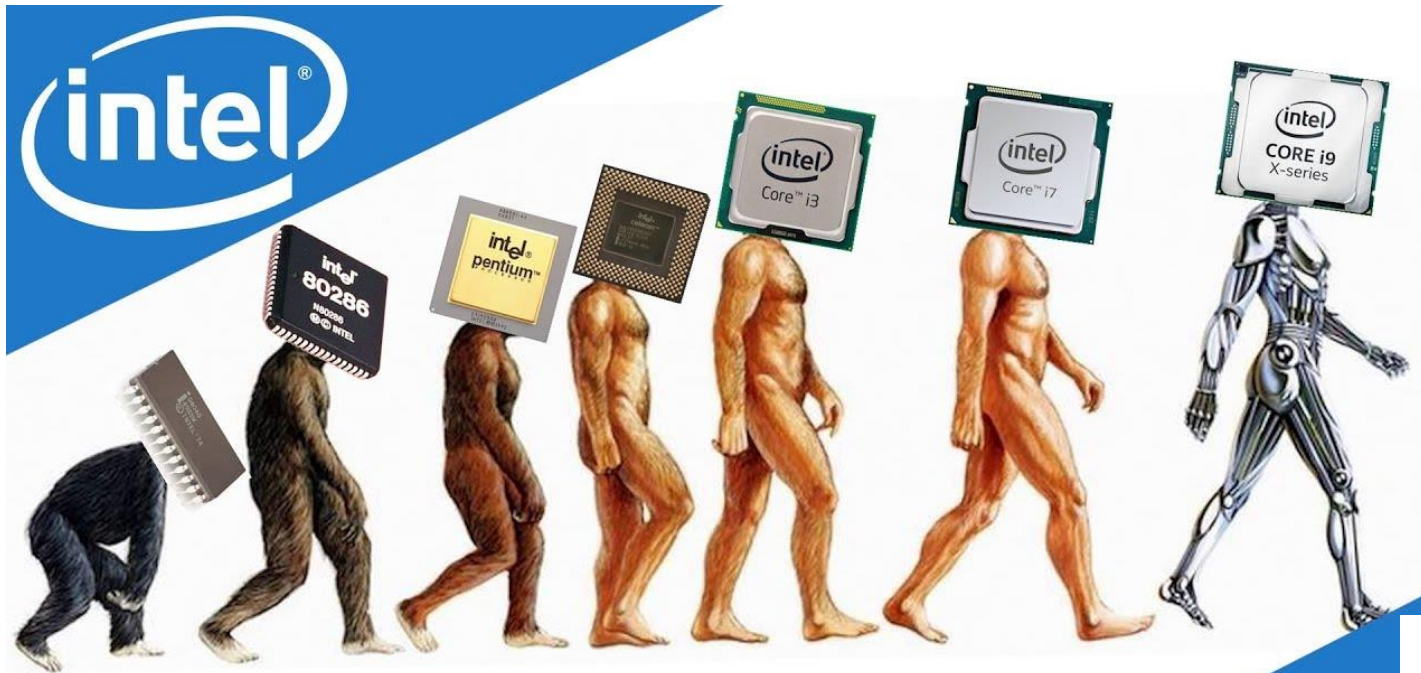


Architektúra CPU Intel Core i5/i7

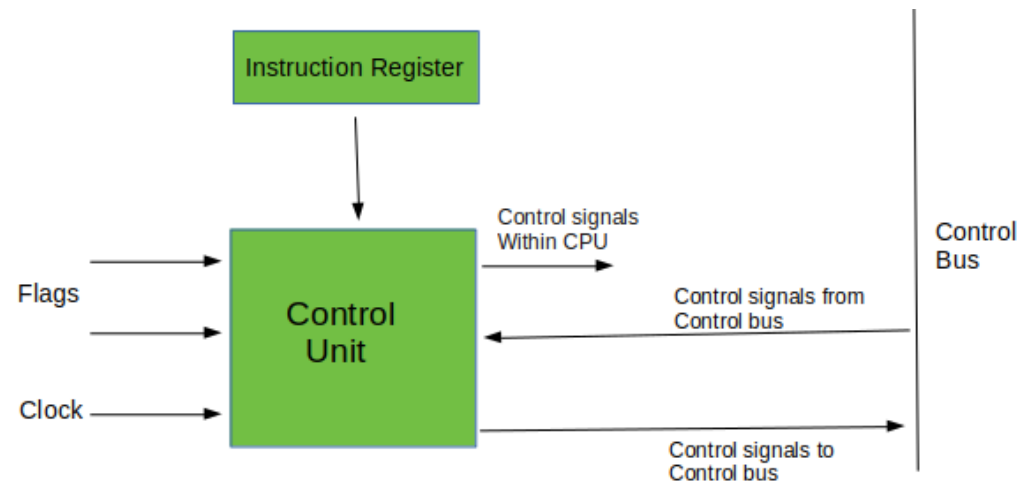
- Intel 4004(1971) – 4bit, 0,74MHz, 2300 tr., 60000o/s
- Intel Core i9(2022) – 64bit, 5,8GHz, 22mld. tr., stovky mld.o/s
- x86 vs. x86-64: rozdiely a výhody
- Monolit., potom hybridná architektúra



Architektúra staršieho modelu Intel CPU



Riadiaca jednotka (CU)



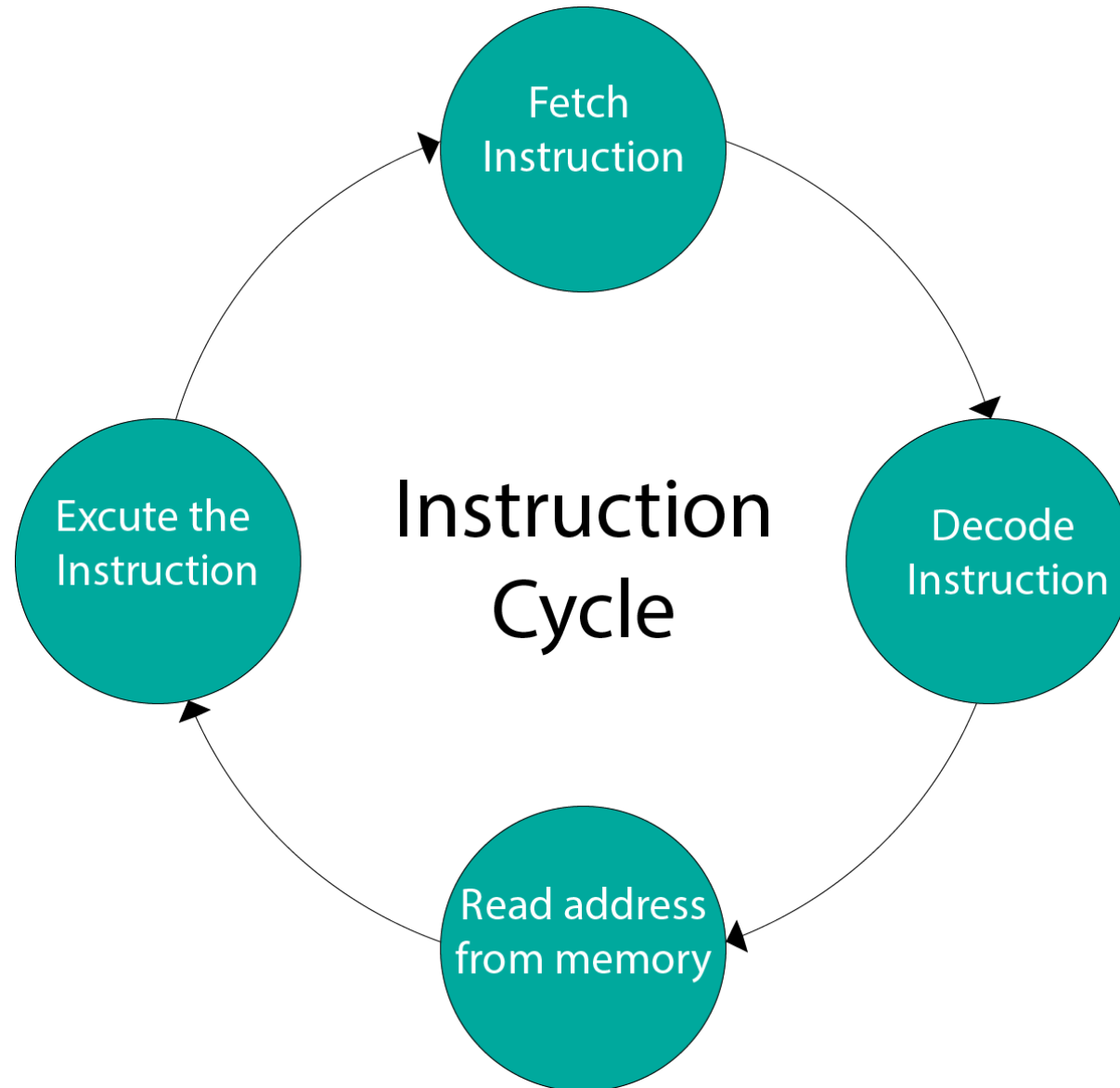
Block Diagram of the Control Unit

Čo to je?

Akú má úlohu?

Cyklus
spracovania
inštrukcií

HW riadená,
Mikropro-
-gramovaná



Inštrukčné sady CPU

Čo to je a prečo to potrebujeme?

Základná inštrukčná sada x86 a jej rozšírenia

(Exkluzívne) rozšírenia SSE, SSE2, TSX, SGX, AVX-512

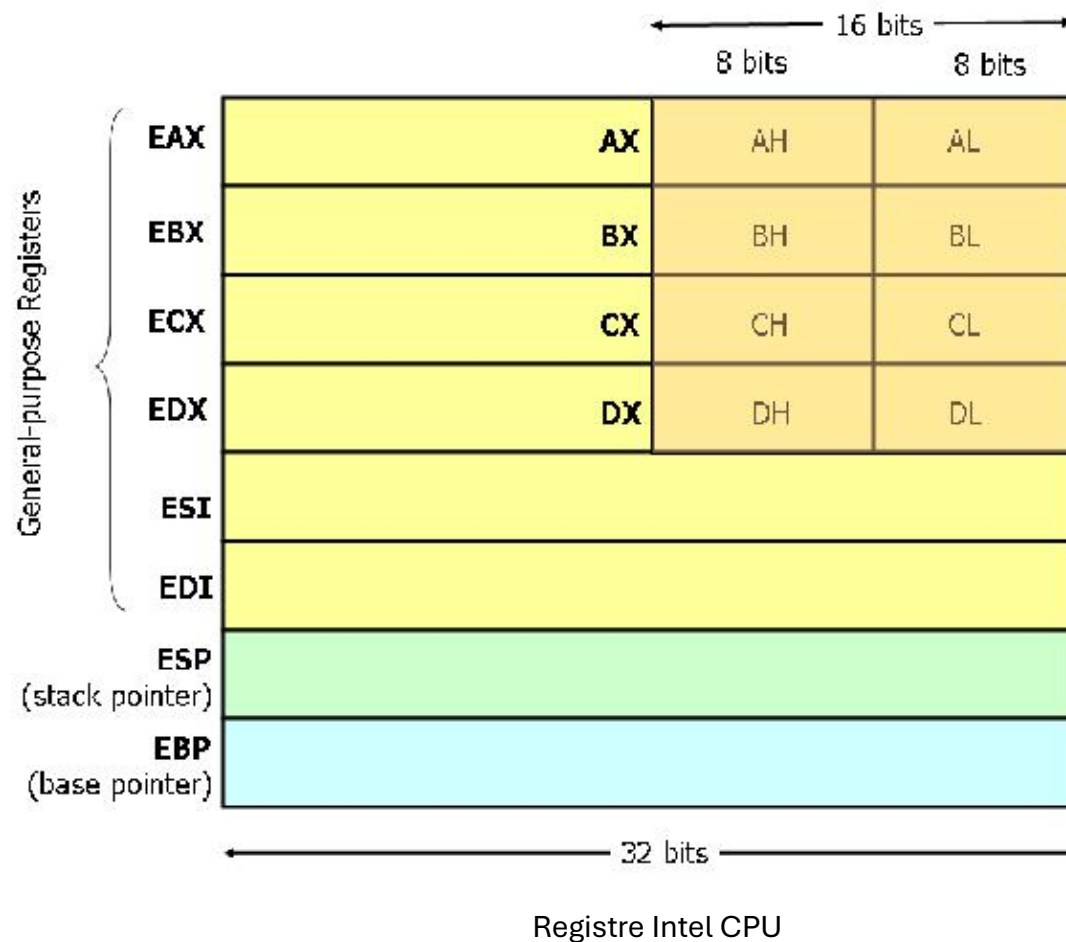
ADD, SUB, MUL, DIV, OR, AND, XOR, JMP, CALL, MOV, CALL

Table 1-2. Recent Instruction Set Extensions / Features Introduction in Intel® 64 and IA-32 Processors¹

Instruction Set Architecture / Feature	Introduction
Direct stores: MOVDIRI, MOVDIR64B	Tremont, Tiger Lake, Sapphire Rapids
AVX512_BF16	Cooper Lake, Sapphire Rapids
CET: Control-flow Enforcement Technology	Tiger Lake, Sapphire Rapids
AVX512_VP2INTERSECT	Tiger Lake (not currently supported in any other processors)
Enqueue Stores: ENQCMD and ENQCMS	Sapphire Rapids, Sierra Forest , Grand Ridge
CLDEMOT	Tremont, Sapphire Rapids
PTWRITE	Goldmont Plus, Alder Lake, Sapphire Rapids
User Wait: TPAUSE, UMONITOR, UMWAIT	Tremont, Alder Lake, Sapphire Rapids
Architectural LBRs	Alder Lake, Sapphire Rapids, Sierra Forest , Grand Ridge
HLAT	Alder Lake, Sapphire Rapids, Sierra Forest , Grand Ridge
SERIALIZE	Alder Lake, Sapphire Rapids, Sierra Forest , Grand Ridge
Intel® TSX Suspend Load Address Tracking (TSXLDTRK)	Sapphire Rapids
Intel® Advanced Matrix Extensions (Intel® AMX) Includes CPUID Leaf 1EH, "TMUL Information Main Leaf," and CPUID bits AMX-BF16, AMX-TILE, and AMX-INT8.	Sapphire Rapids
AVX-VNNI	Alder Lake ² , Sapphire Rapids, Sierra Forest , Grand Ridge
User Interrupts (UINTR)	Sapphire Rapids, Sierra Forest , Grand Ridge , Arrow Lake , Lunar Lake
Intel® Trust Domain Extensions (Intel® TDX) ³	Future Processors
Supervisor Memory Protection Keys (PKS) ⁴	Alder Lake , Sapphire Rapids
Linear Address Masking (LAM)	Sierra Forest , Grand Ridge , Arrow Lake , Lunar Lake
IPI Virtualization	Sapphire Rapids, Sierra Forest , Grand Ridge , Arrow Lake , Lunar Lake
RAO-INT	Grand Ridge
PREFETCHIT0/1	Granite Rapids
AMX-FP16	Granite Rapids
CMPCXADD	Sierra Forest , Grand Ridge , Arrow Lake , Lunar Lake
AVX-IFMA	Sierra Forest , Grand Ridge , Arrow Lake , Lunar Lake
AVX-NE-CONVERT	Sierra Forest , Grand Ridge , Arrow Lake , Lunar Lake
AVX-VNNI-INT8	Sierra Forest , Grand Ridge , Arrow Lake , Lunar Lake
RDMSRLIST/WRMSRLIST/WRMSRNS	Sierra Forest , Grand Ridge

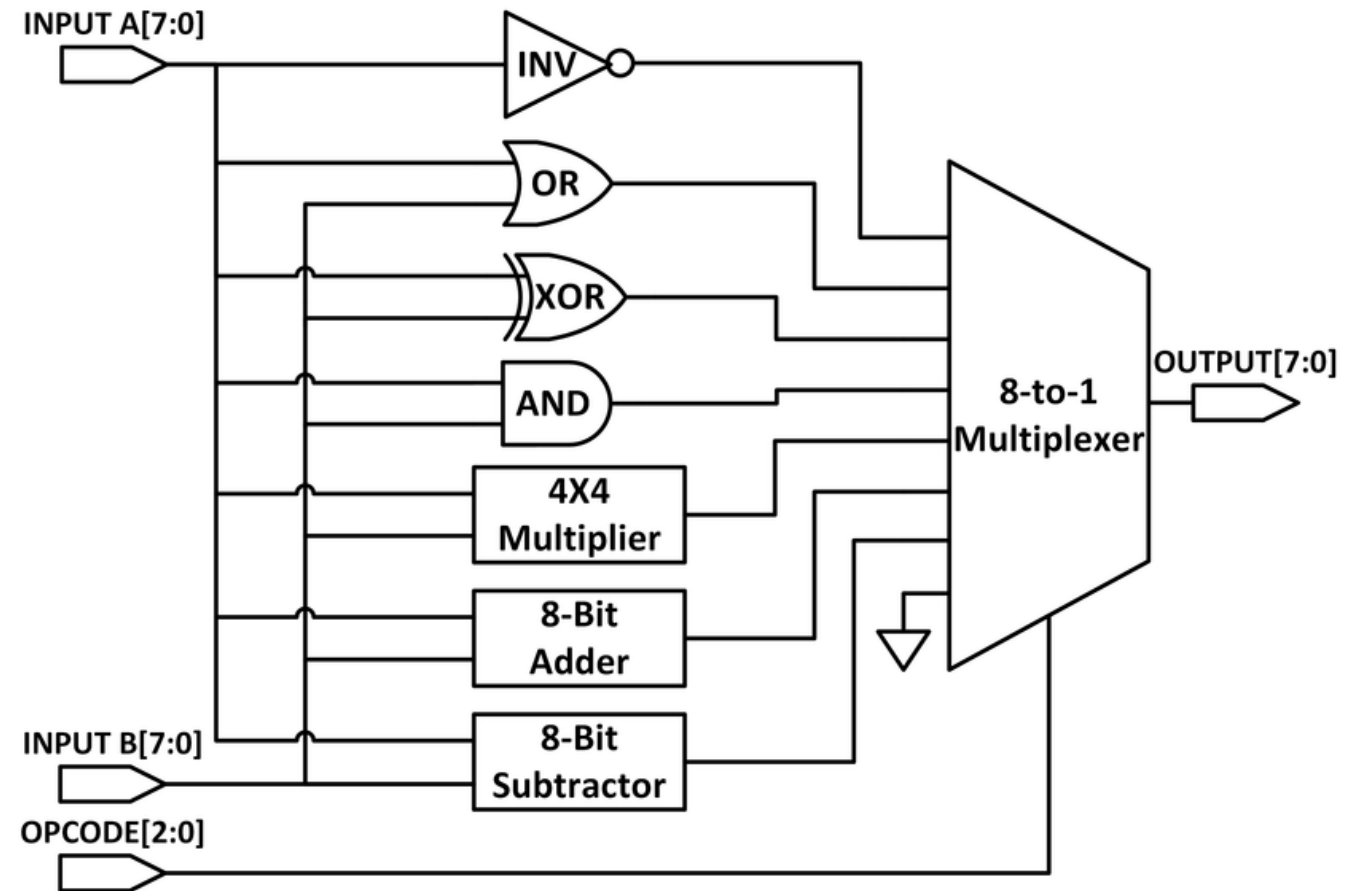
Registre Intel procesorov

- Čo to je?
- Všeobecné registre (EAX, EBX, ECX, EDX)
- Registre zásobníka, inštrukcií, pointrov (ESP, EBP, EIP)
- Špecifické Intel registre (MSR, TSX, AVX-512, SGX)

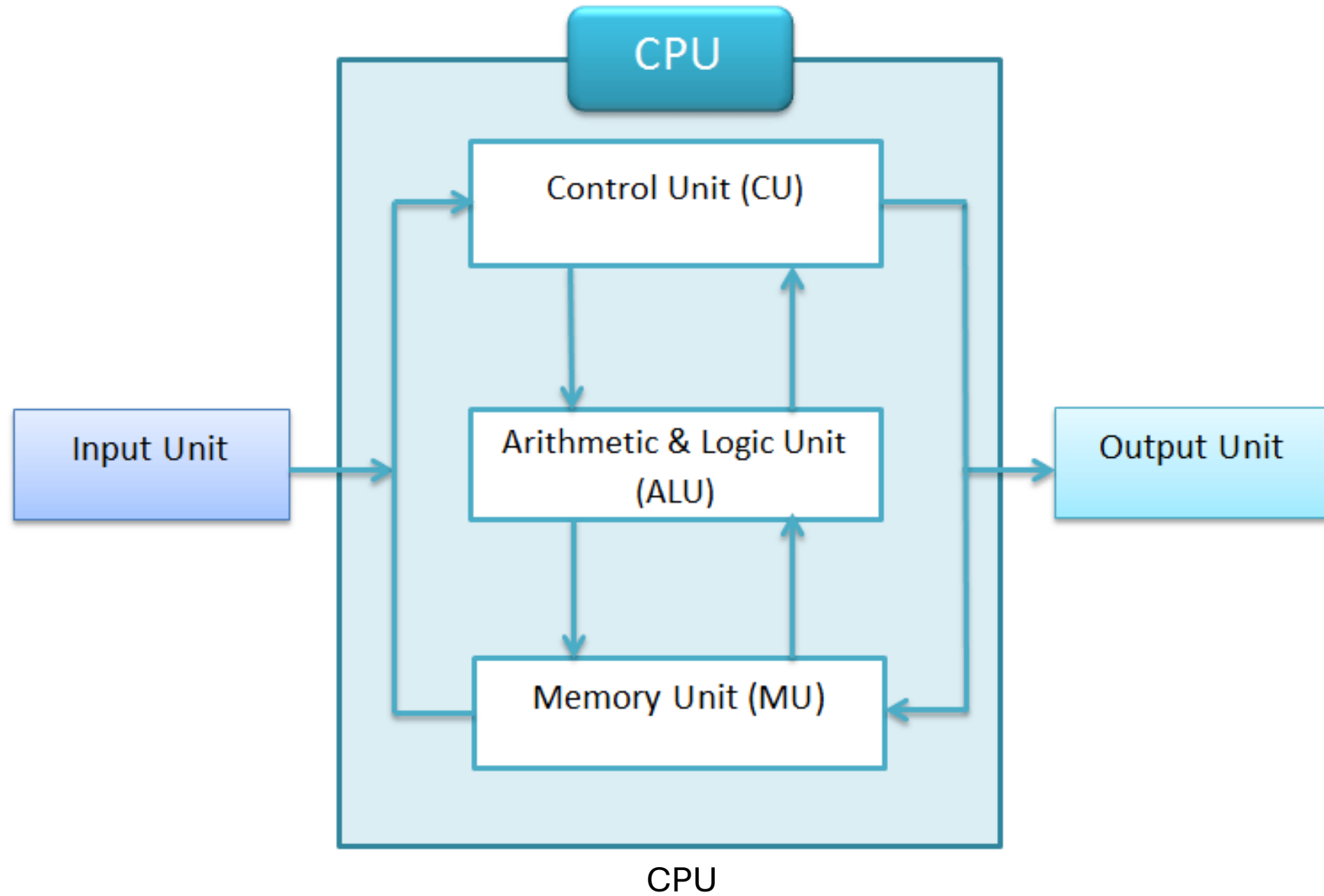


ALU

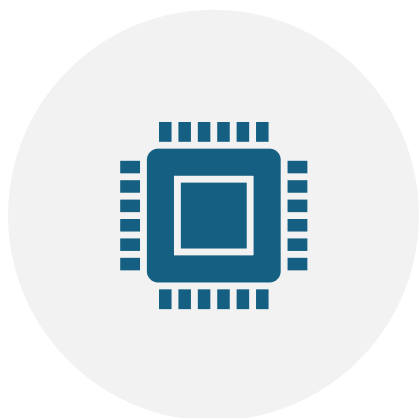
- **Vykonáva aritmetické operácie** – sčítanie, odčítanie, násobenie, delenie
- **Spracováva logické operácie** – AND, OR, XOR, NOT na bitovej úrovni
- **Pracuje s registrami CPU** – získava dáta z registrov a zapisuje výsledky
- **Podporuje spracovanie podmienok** – porovnávanie hodnôt a rozhodovanie (napr. väčšie, menšie)



Bloková schéma ALU



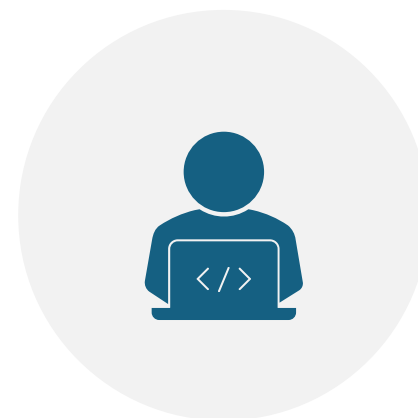
Cache pamäť CPU a pamäťová hierarchia



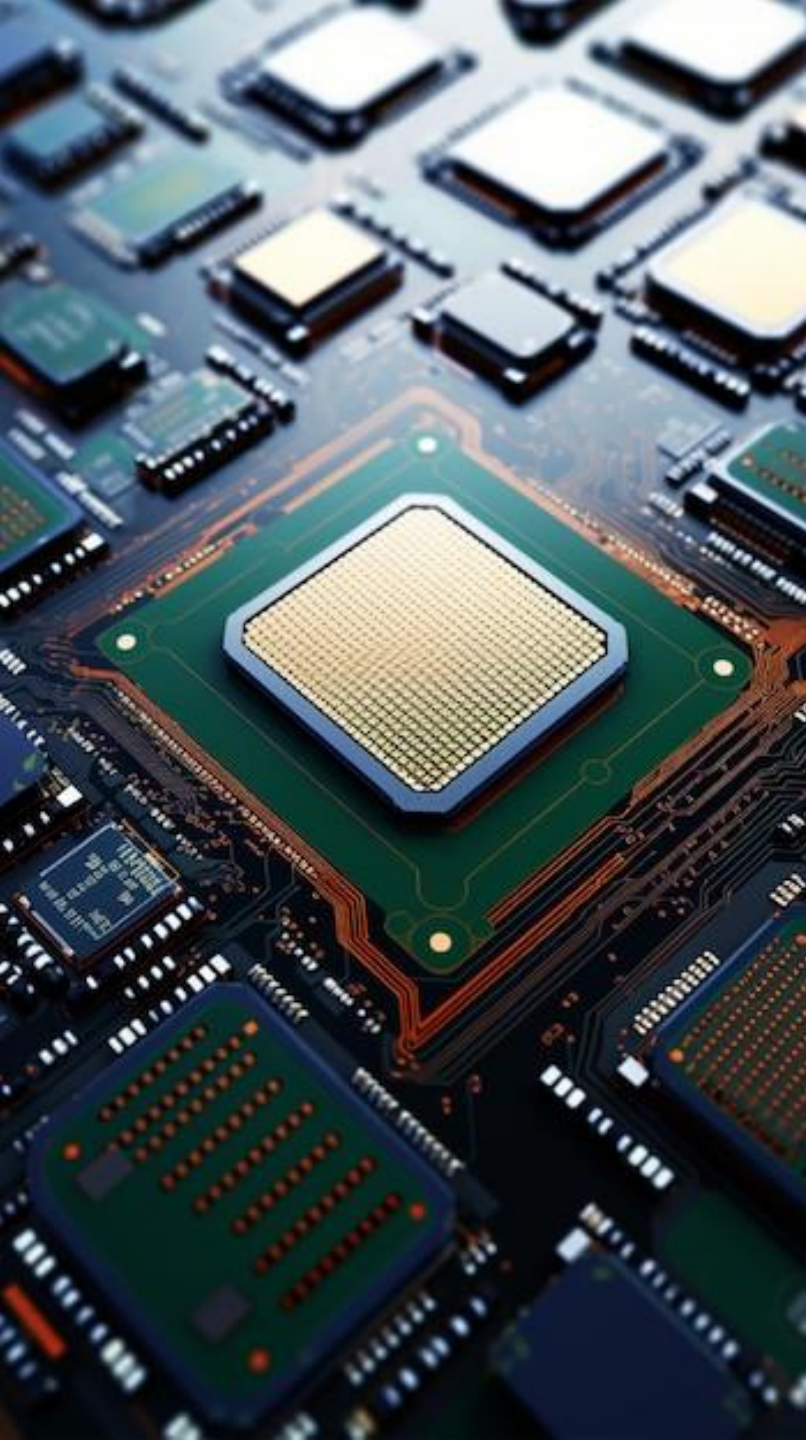
- L1, L2, L3 CACHE – ROZDIELY A VÝZNAM



- INTEL SMART CACHE – ZDIEĽANÁ CACHE V MODERNÝCH CPU



- PAMÄŤOVÝ RADIČ A JEHO VÝVOJ (DDR3, DDR4, DDR5)



Komunikácia CPU s ostatnými komponentami PC

- Ako to funguje?
- Systémové zbernice a prepojenia (System Bus, USB, DMI, QPI, UPI)
- PCI Express – generácie a rýchlosti prenosu dát

Pipeline a Hyper-Threading

- Pipeline procesorov – ako funguje a prečo je dôležitý
- Out-of-Order Execution – dynamická reorganizácia inštrukcií na základe dostupných zdrojov
- Súčasné viacvláknové spracovanie (Intel Hyper-Threading)

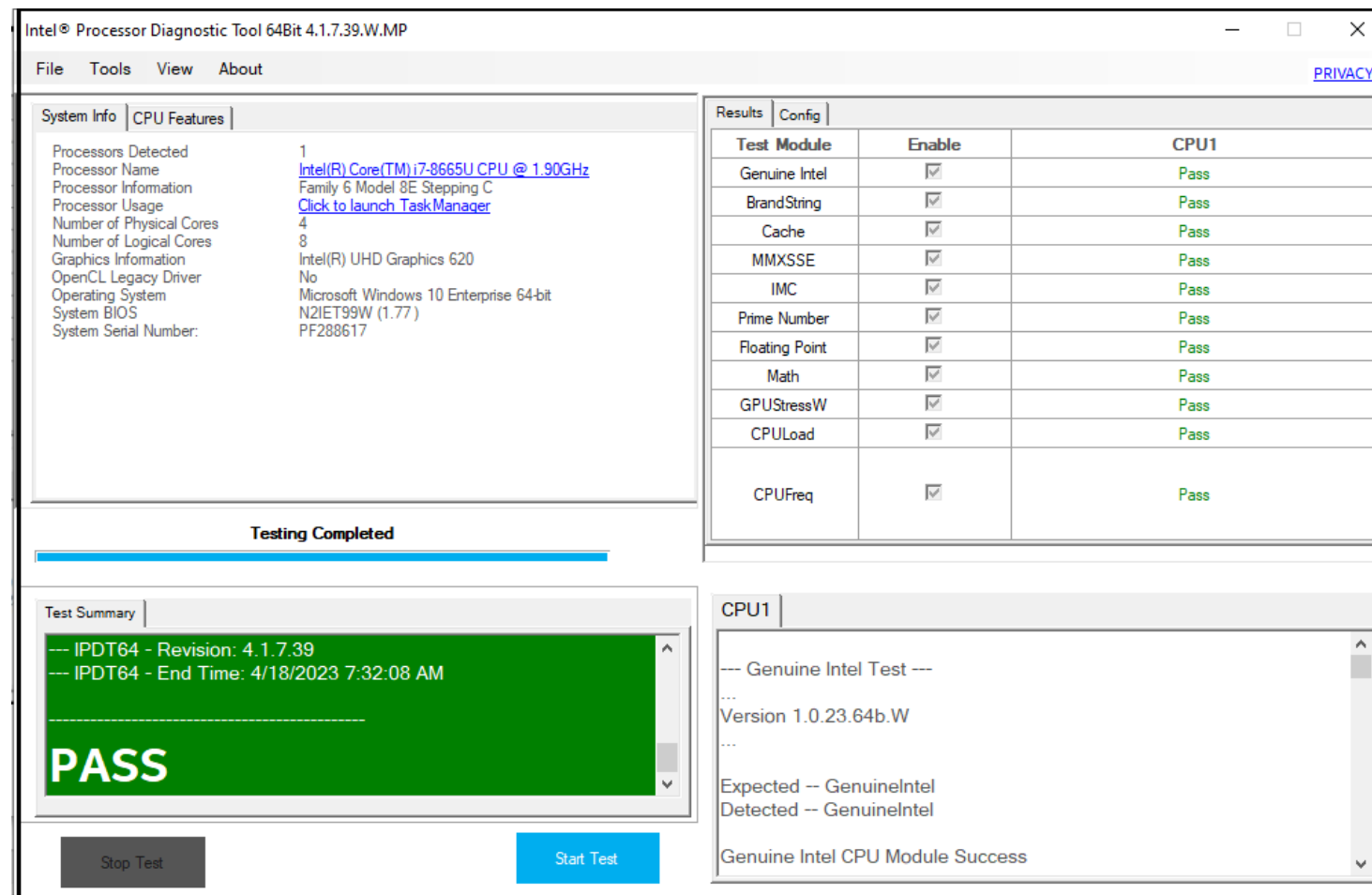


Energetická efektivita a tepelný manažment

- Intel Turbo Boost – dynamické zvyšovanie frekvencie
- Thermal Design Power (TDP) a jeho vplyv na chladenie
- Intel SpeedStep – úsporný režim

Diagnostika, ladenie, meranie Intel CPU

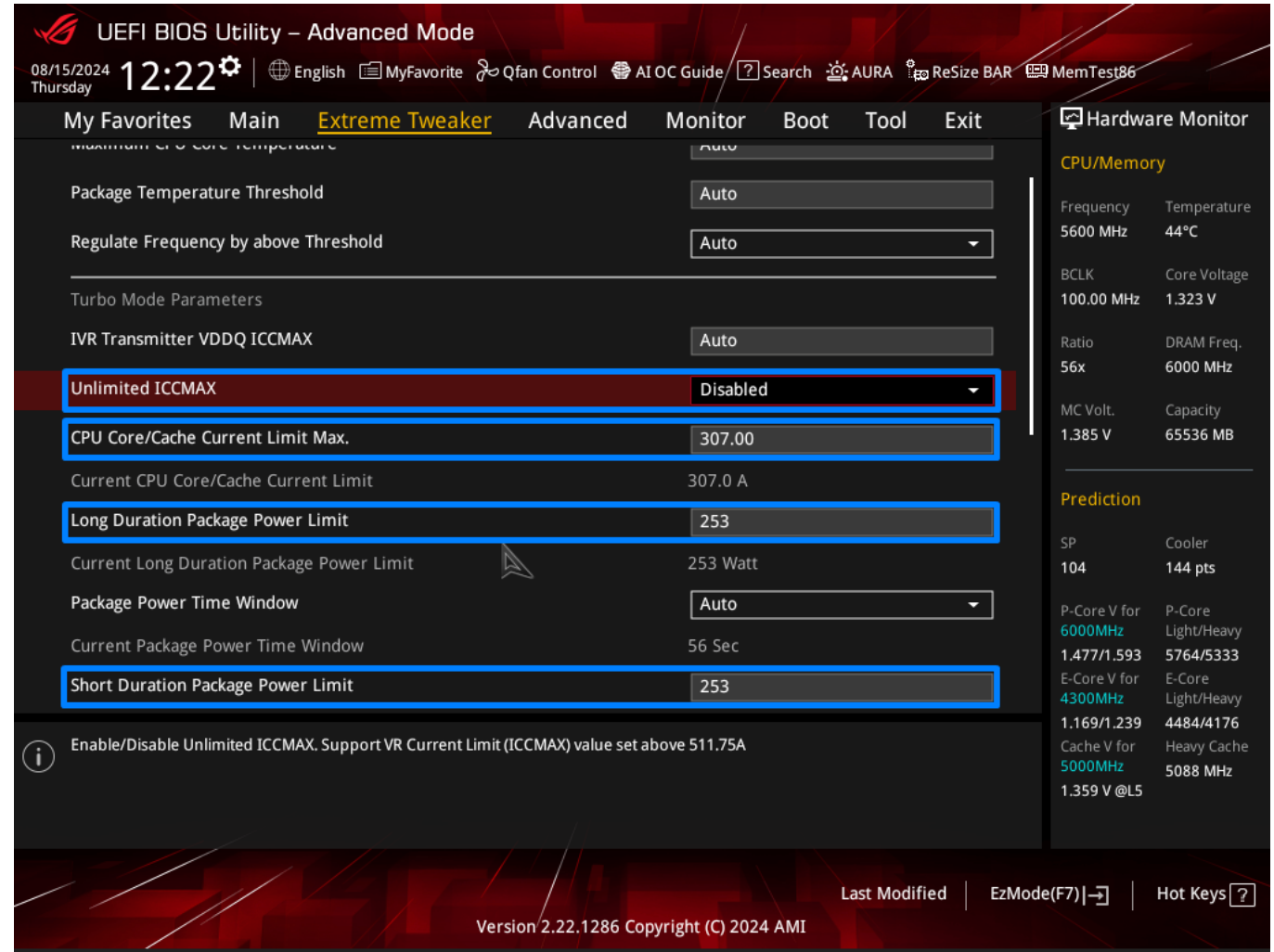
- Diagnostické nástroje(CPU-Z alebo Intel Diagnostic Tool)
- Správa zariadenia a firmware(Intel Driver & Support Assistant, CoreTemp, Intel Power Gadget)
- Testovanie stability a výkonu(Prime95 alebo Cinebench)



Diagnostický softvér pre Intel procesory

BIOS/UEFI nastavenia Intel CPU

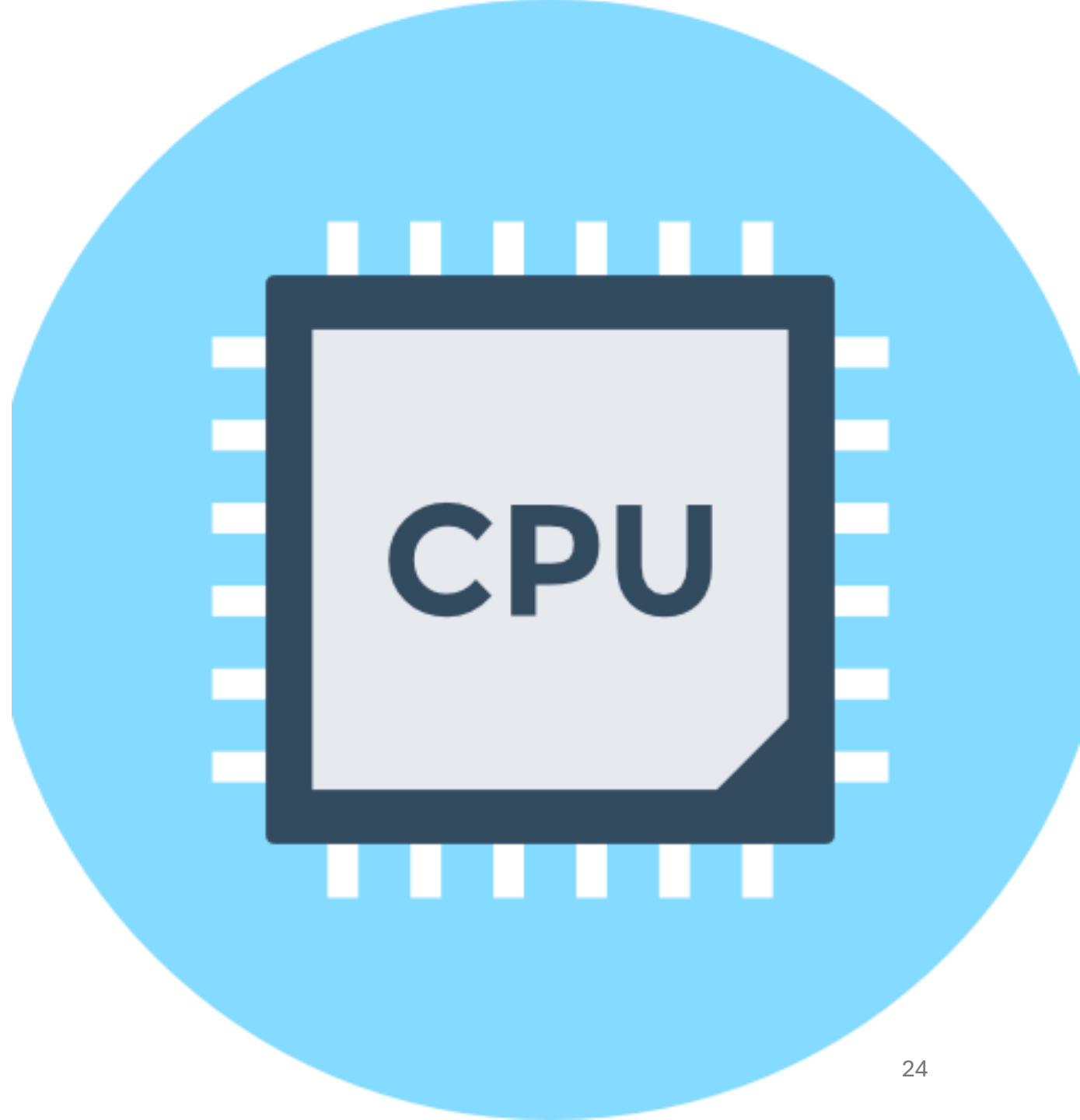
- **Overclocking & napätie** – úprava frekvencie a napätia CPU pre vyšší výkon
- **Power Management** – nastavenie Turbo Boost, úsporných režimov a spotreby
- **Chladenie & ventilátory** – regulácia otáčok a teplotných limitov CPU
- **RAM & PCIe konfigurácia** – aktivácia XMP profilov a nastavenie PCIe rýchlosti



BIOS nastavenia

Budúcnosť Intel procesorov

- Vývoj nových mikroarchitektúr (Lunar Lake - Energia, Panther Lake - Výkon)
- Postupné zmenšovanie tranzistorov (Intel 20A, RibbonFET)
- AI a neurónové akcelerátory v budúcich CPU



Zdroje

- **Intel Corporation.** *Technické zdroje: Intel® Core™ Ultra procesory* [online]. Dostupné na: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/docs/processors/core/core-technical-resources.html> [cit. 2025-03-23].
- **Intel Corporation.** *Ako nájsť technické špecifikácie pre Intel® procesory* [online]. Dostupné na: <https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000005736/processors.html> [cit. 2025-03-23].
- **Wikipedia.** *Zoznam Intel procesorov* [online]. Dostupné na: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_processors [cit. 2025-03-23].
- **Wikipedia.** *Intel Core* [online]. Dostupné na: https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_Core [cit. 2025-03-23]. [Wikipedia](#)

Otázky

Ďakujem za pozornosť