

Škoda Auto Vysoká škola o.p.s.

Studijní program: Podniková ekonomika a manažerská informatika

Kam kráčíš, hardware?

Bakalářská práce

Matyáš Hertl

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Matyáš Hertl
Studijní program: Podniková ekonomika a manažerská informatika
Vedoucí práce: Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.

Název práce: **Kam kráčíš, hardware?**

Jazyková varianta: Čeština

Cíl: Cílem bakalářské práce je navrhnout hardware pro různé případy využití – herní sestavu, sestavu pro domácí využití, sestavu pro kancelářské využití, superpočítač a kvantový počítač. V teoretické části jsou nejprve popsány jednotlivé typy výpočetních systémů, architektura výpočetních systémů a různé komponenty výpočetního systému. V praktické části je na základě poznatků z teoretické části vypracován návrh jednotlivých sestav.

Rámcový obsah:

1. Definice a popis typu výpočetních systémů
2. Popis architektury výpočetních systémů
3. Charakteristika komponent výpočetního systému
4. Návrh jednotlivých sestav
5. Vyhodnocení nákladů a výkonu sestav

Rozsah práce: 25 - 30 stran

Literatura:

1. DEMBOWSKI, Klaus. *Mistrovství v hardware*. Brno: Computer Press, 2009. 701 s. ISBN 978-80-251-2310-2.
2. DEMBOWSKI, Klaus; MESSMER, Hans. *Velká kniha hardware*. Brno: CP books, 2005. 1224 s. ISBN 80-251-0416-8.
3. MINASI, Mark. *Velký průvodce hardwarem*. Praha: Grada, 2002. 763 s. ISBN 80-247-0273-8.
4. HORÁK, Jaroslav. *Hardware: učebnice pro pokročilé*. Brno: CP books, 2005. 344 s. ISBN 80-251-0647-0.

Datum zadání: prosinec 2022

Datum odevzdání: prosinec 2023

Elektronicky schváleno: 24. 4. 2023

Matyáš Hertl

Autor práce

Elektronicky schváleno: 24. 4. 2023

Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.

Vedoucí práce

Elektronicky schváleno: 24. 4. 2023

prof. Ing. Jiří Strouhal, Ph.D.

Garant studijního programu

Elektronicky schváleno: 24. 4. 2023

doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.

Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil vnitřním předpisem Škoda Auto Vysoké školy o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom, že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mě požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne

Děkuji Ing. Vladimírovi Benešovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a informačních podkladů.

Obsah

Úvod	8
1. Typy výpočetních systémů.....	9
2. Architektura výpočetních systémů	12
3. Komponenty výpočetního systému	14
4. Herní sestava.....	18
5. Sestava pro domácí využití.....	20
6. Sestava pro kancelářské využití	22
7. Superpočítač	24
8. Kvantový počítač	27
Závěr.....	30
Seznam zdrojů	32
Seznam příloh.....	34

Seznam použitých zkratk a symbolů

PC	Personal Computer
USB	Universal Serial Bus
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
ALU	Arithmetic Logic Unit
CPU	Central Processing Unit
GPU	Graphics Processing Unit
HDD	Hard Disk Drive
SSD	Solid State Drive
RAM	Random Access Memory
BIOS	Basic Input/Output System
APU	Accelerated Processing Unit
RT	Raytracing
WI-FI	Wireless Fidelity
LAN	Local Area Network
MIMD	Multiple Instruction, Multiple Data
SIMD	Single Instruction, Multiple Data
NUMA	Non-Uniform Memory Access
SMP	Symmetric Multiprocessing

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá tématem hardware, s konkrétním zaměřením na návrh hardware pro zvolené případy využití a jejich vyhodnocení. Při návrhu sestav jsou využívány moderní komponenty, které jsou k dispozici v tuzemských obchodech. Díky tomu bakalářská práce poskytuje přehled o aktuálně dostupných komponentách na českém trhu. Hlavním cílem bakalářské práce je navrhnout hardware pro různé případy využití – herní sestavu, sestavu pro domácí využití, sestavu pro kancelářské využití, superpočítač a kvantový počítač. Nejprve jsou popsány jednotlivé typy výpočetních systémů, architektura výpočetních systémů a komponenty výpočetního systému. Dále se práce věnuje návrhu hardware pro zvolené případy využití a jejich vyhodnocení.

1. Typy výpočetních systémů

Výpočetní systém je stroj navržený k provádění předem stanovených operací na datech bez lidského zásahu. Osobní počítače patří k nejpoužívanějším typům výpočetních systémů. PC je víceúčelový nástroj schopný shromažďovat, ukládat a zpracovávat data, což z něj činí nezbytný nástroj v dnešní digitální době. PC existují v několika formách, včetně stolních počítačů, notebooků, tabletů, chytrých telefonů a nositelných zařízení, jako jsou chytré hodinky. Koncept osobního počítače začal v polovině 20. století, ale až do 70. let se tato myšlenka začala projevovat v hmatatelných produktech. První počítače byly velké, drahé stroje, primárně používané firmami a výzkumnými institucemi. Avšak pokroky v technologii vedly k vývoji menších, cenově dostupnějších počítačů pro individuální použití. Prvním uznávaným osobním počítačem byl Altair 8800, představený v roce 1975. Byl to mikropočítač postavený z kitu společností Micro Instrumentation and Telemetry Systems (MITS) a byl prezentován na obálce časopisu Popular Electronics. Společnost Apple Inc., založená Stevem Jobsem a Stevem Wozniakem v roce 1976, sehrála klíčovou roli v popularizaci osobních počítačů. Apple I, jejich první produkt, byl holý deskový obvod. Ale Apple II, uvedený v roce 1977, měl kryt, napájecí zdroj, klávesnici a barevnou grafiku – prvky, které spojujeme s moderními osobními počítači. Apple II byl velkým úspěchem a nastavil standard pro budoucí osobní počítače. V roce 1981 vstoupila společnost IBM na trh s osobními počítači s modelem IBM PC.



Zdroj: Ruben de Rijcke, 2007

Obr. 1 IBM PC XT včetně původní klávesnice a monochromatického monitoru

IBM PC byl postaven z běžně dostupných dílů a běžel na otevřené architektuře, což znamenalo, že mohl být klonován. Tato otevřenost vedla k nástupu "IBM PC kompatibilních" nebo klonů, vyráběných firmami jako Compaq a Dell, které dominovaly na trhu s PC a ustanovily MS-DOS od Microsoftu jako vedoucí operační systém. V 90. letech přinesl nástup World Wide Webu transformaci osobních počítačů z izolovaných zařízení na propojené nástroje pro komunikaci, informace a zábavu. V té době Microsoft představil Windows, grafické uživatelské rozhraní, které učinilo počítače přívětivějšími a dostupnými pro netechnické uživatele. Pokud se podíváme do budoucnosti, osobní počítače budou nadále evaluovat, s trendy směřujícími ke kompaktnějším, energeticky úspornějším designům, zvýšené konektivité a integraci s umělou inteligencí a technologiemi virtuální reality.

Osobní počítač (*Personal Computer*, PC) je navržen pro používání jednou osobou. Osobní počítač lze používat ke shromažďování, ukládání a zpracování dat. Stolní počítače se obvykle používají ve stacionárních prostředích, jako jsou kanceláře nebo domovy. Nabízejí robustní výkon a lze je snadno vylepšovat nebo opravovat díky svému modulárnímu designu. Lze definovat různé kategorie osobních počítačů: stolní počítače (součástí stolního počítače je skříň (*case*), monitor, myš a klávesnice), tablety – mobilní zařízení s dotykovým displejem, notebooky, smartphony, nositelná zařízení jako chytré hodinky atd. Laptop neboli přenosný počítač je navržen tak, aby ho bylo možné relativně snadno přenášet z jednoho místa na druhé, ale přitom si stále zachoval svou výkonnost. Jeho velkou výhodou je možnost používat ho kdekoli. Každé zařízení nabízí jedinečné funkce přizpůsobené různým potřebám a kontextům uživatelů. (Pearson, nedatováno)

V současnosti jsou pojmy laptop a notebook používány jako synonyma, nicméně v minulosti byly přenosné počítače poměrně velké, s vyšší hmotností, výkonností a rozsáhlou škálou funkcí. Naproti tomu notebooky byly menší a lehčí, ale nabízely nižší výkonnost a méně funkcí. Oba typy se postupně sblížily díky používání menších komponent, lehčích materiálů a moderním způsobům konstrukce. Lze konstatovat, že velikost obrazovky notebooku ovlivňuje možnosti jeho používání (například čtení textu nebo sledování videa bez namáhání zraku). Většina notebooků se dodává ve 13palcových nebo 15palcových variantách, ale jsou k dispozici i větší a menší modely. Obecně platí, že 13palcové obrazovky nabízejí vyšší mobilitu, zatímco 15palcové obrazovky poskytují více prostoru pro práci nebo zábavu. Stále oblíbenější jsou notebooky s většími obrazovkami, které mají úhlopříčku 17 palců. Ačkoliv mohou být objemnější a těžší než ostatní notebooky, nabízejí tyto počítače vyšší kvalitu při práci i zábavě (hraní her, sledování filmů apod.), protože větší obrazovka poskytuje více

prostoru pro sledování akce. Většina notebooků je dodávána s interní klávesnicí i myší zabudovanou v šasi. Jsou však k dispozici též externí klávesnice a myši, pokud jsou potřeba pro herní účely nebo jiné činnosti, které vyžadují přesné ovládání vstupu. Většina moderních notebooků dále nabízí několik portů, jako jsou porty USB (pro připojení externích disků) nebo porty HDMI (pro připojení monitorů). (Gookin, 2015)

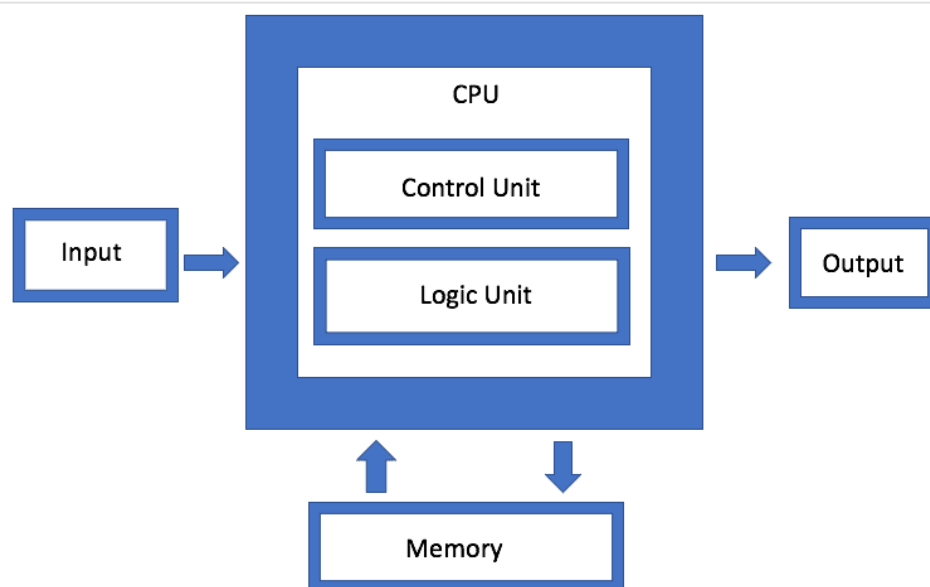
Tablety jsou oblíbené díky jejich přenositelnosti a komfortu při používání. Běžně se používají při vzdělávání, cestování, podnikání apod. Jsou navrženy tak, aby byly lehčí a přenosnější než tradiční notebooky. Hlavní rozdíl mezi tabletem a běžným notebookem spočívá v tom, že tablet neobsahuje fyzickou klávesnici a myš – uživatel místo toho používá virtuální klávesnici na obrazovce a dotykovou obrazovku. Díky tomu jsou tablety tenké a lehké ve srovnání s ostatními elektronickými zařízeními. Tablety – přenosná zařízení s větším displejem než předchozí mobilní zařízení – prošly od svého uvedení na trh v roce 2010 rychlým vývojem. Kombinují některé aspekty chytrých telefonů a přenosných počítačů, jsou kompatibilní s domácími a kancelářskými bezdrátovými a mobilními datovými sítěmi, jsou dostatečně výkonné, ale v porovnání s tradičními notebooky lehčí a snadněji přenosné. Jejich výhodou je též delší výdrž baterie a větší úložná kapacita než u typických smartphonů. Uživatelé mohou při ovládání používat dotykovou obrazovku (*touchscreen*) nebo virtuální klávesnici (někdy i fyzickou) ke spouštění webových prohlížečů, e-mailových programů a interaktivních her stejně jako na stolním počítači nebo notebooku. (Pearson, nedatováno)

2. Architektura výpočetních systémů

Pojem architektura výpočetního systému označuje strukturu uspořádání vnitřních součástí počítačového systému. Je to jakási páteř, určující, jak jednotlivé komponenty spolupracují a interagují při vykonávání úkolů. Dvě hlavní a nejpoužívanější jsou Architektury von Neumannova a Harvardská, každá s jedinečnými charakteristikami a aplikacemi. Von Neumannova architektura, navržená Johnem von Neumannem v roce 1945, zůstává základem většiny moderních počítačů. Architektura zahrnuje pět hlavních modulů: vstupní zařízení (pro vstup programu a dat) a výstupní zařízení (pro výstup výsledků), aritmetickologická jednotka (*Arithmetic Logic Unit*, ALU), která provádí logické operace a aritmetické výpočty (obsahuje komparátory, násobičky a sčítačky), operační paměť (uchovává zpracovávaná data a programy i výsledky výpočtů), řadič, který řídí činnost všech ostatních částí prostřednictvím řídicích signálů (reakce na ně jsou zasílány řadiči ve formě stavových hlášení). Spojením aritmetickologické jednotky a řadiče vznikne procesor, spojením procesoru a operační paměti vznikne centrální procesorová jednotka (*Central Processing Unit*, CPU). Prostřednictvím vstupního zařízení jsou do operační paměti vložena data pro zpracování a program, který bude provádět výpočty. Následně jsou provedeny výpočty, které provádí aritmetickologická jednotka (mezivýsledky výpočtů jsou ukládány do operační paměti). V průběhu výpočtu jsou všechny moduly řízeny řadičem. Po ukončení výpočtů jsou výsledky poslány přes aritmetickologickou jednotku na výstupní zařízení. Nevýhodou von Neumannova schématu je neefektivní využití strojového času (současné počítače zpracovávají paralelně více programů) a práce pouze v tzv. diskrétním režimu (v průběhu výpočtu nelze s počítačem interaktivně komunikovat). U současných počítačů je dále možné zavést jen část programu a využít více než jednoho procesoru. Na druhou stranu von Neumannova architektura umožňuje flexibilnější využití hlavní paměti, což umožňuje procesoru spouštět různé programy, které nejsou předem dány. Proto se používá v počítačích pro běžné použití, kde uspokojuje různé nároky a potřeby koncových uživatelů (například spouštění více aplikací, přepínání mezi různými úkoly apod.). (Brandejs, 2015)

Harvardská architektura uchovává instrukce a data v oddělených pamětech, k nimž procesor přistupuje prostřednictvím samostatných datových a adresových sběrnic. Pro tento typ architektury je tedy typické využití samostatných paměťových jednotek a sběrnic pro instrukce a data, což znamená, že k oběma pamětem lze přistupovat současně. To minimalizuje problém s čekáním procesoru při načítání nebo ukládání dat do paměti, což v důsledku zvyšuje výkon procesoru. Von Neumannova architektura používá stejné adresové a datové sběrnice pro instrukce i data, což znamená, že instrukce i data sdílejí

stejné cesty. Harvardská architektura umožňuje každou paměť přizpůsobit potřebám konkrétního systému: paměti instrukcí a dat mohou mít různé velikosti, různé délky slov nebo mohou být implementovány pomocí jiného typu technologie. V reálném světě tyto architektury slouží různým účelům. Například osobní počítače a servery obvykle používají von Neumannovu architekturu kvůli její všestrannosti při spouštění různých aplikací a multitaskingu. Naopak vestavěné systémy, jako jsou digitální signálové procesory (*DSP*) nebo mikrokontrolery, často využívají harvardskou architekturu kvůli její efektivitě a výkonnostním výhodám. Moderní počítače často využívají modifikovanou harvardskou architekturu, kombinující výhody obou modelů von Neumannovského a harvardského. Instrukce a data stále sídlí v oddělených pamětech, ale je umožněno ukládání a načítání dat z instrukční paměti, když je to nutné. Tato modifikace zvyšuje výkon a zároveň udržuje flexibilitu von Neumannova modelu. Závěrem lze říci, že jak von Neumannova, tak Harvardova architektura ovlivnily moderní výpočetní techniku, každá nabízející jedinečné síly. Volba architektury závisí na konkrétních potřebách aplikace a vyvažování faktorů, jako jsou výkon, flexibilita a efektivita. (Pawson, 2022)



Zdroj: BRIAN BAILEY, 2021

Obr. 2 Schéma Von Neumannovy architektury

3. Komponenty výpočetního systému

Součástí osobních počítačů jsou mimo jiné následující hardwarové komponenty: skříň (case), napájecí zdroj, základní deska, pevný disk (*Hard Disk Drive, HDD*) a polovodičový disk (*Solid state drive, SSD*), grafická karta a různé typy chlazení (pasivní, aktivní, kombinované či chlazení kapalinou). Skříně (case) jsou krabice, které obsahují hlavní součásti (komponenty) počítače. Dodávají se v různých barvách a velikostech a mohou mít již nainstalované ventilátory. K základním typům skříní patří *AT* a *ATX, TOWER* či *DESKTOP* (počítač nastojato či naležato) – *TOWER* lze podle velikosti skříně rozdělit na *MICRO, MINI, MIDI* a *BIG*. Větší velikost skříně znamená výkonnější integrovaný zdroj napájení, které jsou dodávány jako celek. „U skříně typu tower je tedy zdroj napájení dimenzován na vyšší výkon, než jak je tomu u skříně Minitower nebo Slimline. Další komponenty jako mechaniky nebo i nová grafická karta s vyšší spotřebou proudu se přirozeně domáhají většího množství proudu ze zdroje, takže tato komponenta vyžaduje při rozšiřování a přestavbách zvláštní pozornost“ (Messmer a Dembowski, 2005, str. 48). Napájecí zdroje (které do počítače dodávají elektrickou energii) – původní *AT* zdroje byly v roce 1995 nahrazeny zdroji *ATX* (u kterých se počítač vypíná elektronicky a *PC* v pohotovostním stavu lze opět aktivovat pohybem myši, stiskem klávesy apod.). Nedílnou součástí napájecího zdroje je ventilátor, který kromě samotného zdroje ochlazuje i case. (Dembowski, 2009)

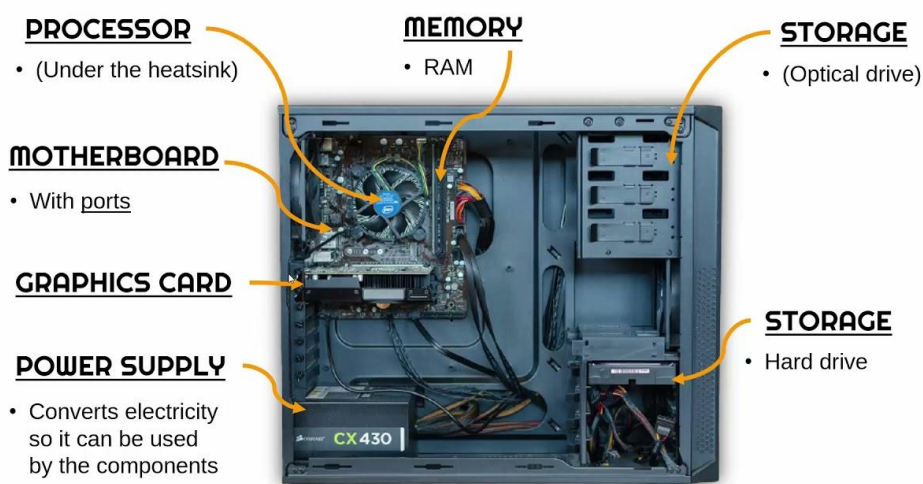
Základní deska (motherboard) slouží pro uchycení komponent a zajišťuje komunikaci mezi jednotlivými komponentami (*procesor, paměti, karty a další*). Obsahuje centrální procesorovou jednotku (*CPU* – „mozek“ počítače určující jeho výkonnost) a grafický procesor (*Graphics Processing Unit, GPU*), konektory (*sloty*) pro přídatné karty, patičky pro paměť *RAM*¹, konektory pro periferní zařízení (klávesnice, myš, tiskárna apod.), konektory pro připojení interních mechanik, konektory pro připojení *USB*. Součástí desky může být integrovaná grafická karta (v porovnání se samostatnou kartou má obvykle nižší výkon), zvuková karta či síťová karta. Základní deska je deska plošného spoje s elektronickými obvody a konektory, které slouží pro připojení periférií (komponent umístěných mimo mainboard)² – je základním stavebním prvkem počítače, který určuje kvalitu celé sestavy. Elektronické obvody slouží jako podpora pro sběrnice a mikroprocesor, konektory propojují jednotky mimo základní desku (obvody operační paměti, pevné disky apod.). Má vliv mimo jiné na rychlost, typ a maximální velikost paměťových modulů, rychlost komunikace

¹ *Random Access Memory* je druh paměti v počítačích, který umožňuje rychlé ukládání a okamžitý přístup k dočasným datům. Všechna data se však ztrácí s vypnutím počítače.

² *Mainboard* je jiný název pro základní desku.

mikroprocesoru s okolím, použitý *BIOS*,³ typ a počet rozšiřujících slotů, integrovaná vstupně výstupní rozhraní pro připojení myši, klávesnice, paralelní a sériové porty, integrované řadiče pevných disků, integrovaný *USB* kontrolér a další integrované díly (zvuková či síťová karta apod.). (Horák, 2005)

Pevný disk (*HDD*) je vnější paměťové magnetické médium běžné u starších počítačů. Jeho výhodou je výhodný poměr cena/kapacita s poměrně vysokou rychlostí čtení a zápisu dat. Naopak nevýhodou je náchylnost k poškození, vyšší energetická náročnost a vyšší hmotnost. Součástí pevného disku jsou magnetické hlavy pro zápis a čtení dat, médium, na kterém jsou uložena data, motorek otáčející diskem, mechanika pohybující hlavami, deska rozhraní, která zajišťuje připojení *HDD* k základní desce a na které je konektor pro připojení datového kabelu, elektronika disku umístěná na plošném spoji, která řídí práci disku. Nástupce magnetických pevných disků *SSD* (polovodičový disk) je zařízení pro elektronické ukládání dat – menší, lehčí, rychlejší a tišší než pevné disky. Nenáročný uživatel, který používá počítač primárně k prohlížení webu a běžným aktivitám, nepotřebuje tolik úložného prostoru. Na druhou stranu pro uživatele, který pracuje s velkými soubory nebo videi, je výhodnější větší úložiště. Data jsou na *HDD* ukládána pomocí magnetického záznamu. Disk může být rozdělen na oddíly (*partition*) – ty se uživateli zobrazují jako samostatné disky, které mohou být různě formátovány. Diskové oddíly jsou uvedeny v tabulce rozdělení disku neboli *partition table*, která je umístěna na hlavním spouštěcím záznamu (*Master Boot Record, MBR*). (Messmer a Dembowski, 2005)



Zdroj: JOHN BROWN, 2021

Obr. 3 Vnitřek stolního počítače ukazující některé komponenty

³ *Basic Input Output System* je základním programem počítače, který řídí komunikaci s hardwarem na nejnižší úrovni.

Grafická karta vytváří grafický výstup na monitoru. Úkolem grafického procesoru je provádět efektivní a rychlé změny obsahu grafické paměti a obrazu na monitoru. Integrovaná grafická karta je vhodná spíše pro uživatele, kteří počítač využívají pouze pro základní úlohy, jako je zpracování textu nebo procházení webu. Při použití integrované grafické karty se monitor zapojí přímo do základní desky (karta používá operační paměť počítače). Integrované *GPU* mají v porovnání s dedikovanými grafickými kartami nižší výkonnost, na druhou stranu jsou levnější. Dedikované karty obsahují výkonné komponenty, které jsou navrženy pro maximální výkonnost. V současné době je dedikovaná grafická karta při hraní her nezbytná. Zvláštním případem je čip *Accelerated Processing Unit (APU)*, ve kterém je integrováno jádro či jádra centrální procesorové jednotky i grafické jednotky. Jeho výhodou je efektivnější komunikace mezi jádry *GPU* a *CPU*. Zobrazovací systém počítače využívá *CPU*, paměť a zobrazovací čip na grafické desce, systémovou sběrnici a její rozhraní s grafickou deskou, číslicově analogový převodník na grafické desce. Většina současných karet disponuje grafickým čipem ATI/AMD nebo NVIDIA. K největším výrobcům grafických karet patří Sapphire, MSI, Gigabyte a ASUS. U grafické karty je brán ohled na její výkonnost, účel (všeobecné či kancelářské využití, hraní her), kompatibilitu a provozní vlastnosti. (Minasi, 2002)

Chlazení počítače je jedním z hlavních faktorů, který je třeba vzít v úvahu při stavbě PC. Kvalitní chlazení je nezbytnou podmínkou pro maximální výkon komponent i celého počítače. Vysoké pracovní zatížení (například při hraní her nebo práci s náročnými programy) má za následek, že hardware generuje značné množství tepla (teplo produkují především grafická karta, základní deska, procesor, operační paměť, zdroj a pevný disk). Přehřívání komponent může snižovat výkon a zpomalovat systém. Pokud je teplota *CPU* příliš vysoká, dojde k automatickému snížení výkonu, aby nedošlo k poškození procesoru. Moderní centrální procesorové jednotky mají robustní funkce správy teploty, které rychle upravují provozní frekvence tak, aby se snížila spotřeba v okamžiku, kdy je chlazení systému nedostatečné. Tento bezpečnostní mechanismus je označován jako tzv. dynamické škálování frekvence procesoru, které chrání procesor před potenciálním poškozením (Stavrakis et al., 2015). Lepší alternativou je však udržovat *CPU* dostatečně chladnou, a to prostřednictvím aktivního, pasivního, kombinovaného či chlazení kapalinami. Chlazení pomáhá udržovat všechny komponenty v optimální teplotě a zajišťuje maximální výkon sestavy. V osobních počítačích jsou komponentami, které generují nejvíce tepla, centrální procesorová jednotka *CPU* a grafický procesor *GPU*.

Aktivní chlazení využívá ventilátor k cirkulaci vzduchu (*airflow*) za účelem chlazení elektronických součástí a komponent. Nevýhodou může být vyšší hlučnost. Vhodným umístěním ventilátorů je zajištěn podtlak (efektivní chlazení vede ke snižování teploty uvnitř skříně), přetlak (více ventilátorů žene vzduch dovnitř) či optimální (vyrovnaný) tlak uvnitř skříně. Opakem je pasivní (nepohyblivé) chlazení, které využívá kovy (měď, hliník) a větrací otvory. Je využíváno především u grafických karet a procesorů. Jeho výhodou je tichý chod, nevýhodou velikost (větší než u aktivního chlazení) a případně vyšší cena. Chlazení kapalinami využívá chladiče, vodu, tekutý dusík a čerpadlo k pohybu vody za účelem chlazení elektronických součástí a komponent. Voda cirkuluje hadicemi ve smyčce mezi zdroji tepla a chladičem. Jeho výhodou je rychlost a tichý chod, naopak nevýhodou je náročnost (vyžaduje pravidelnou kontrolu funkčnosti a bezpečnosti) a vyšší cena (LevnaPC, 2021). Systémy vodního chlazení jsou díky své efektivitě využívány především v moderních počítačích. Kombinace aktivního a pasivního chlazení je využívána mimo jiné na procesorech ve formě pasivního chladiče, na němž je nasazen aktivní chladič. Ten vytváří proudění vzduchu procházející pasivním chladičem. (Klement, 2019)

4. Herní sestava

U herní sestavy je stěžejní vysoká výkonnost a rychlost, sestava je vhodná též pro práci s programy na editaci videa nebo s náročnými grafickými programy. Pro optimální fungování sestavy by měla mít paměť *RAM* minimálně 8 GB či více. Co se týká typu procesoru, lze doporučit minimálně čtyřjádrové procesory s vysokou rychlostí frekvence. Stěžejní součástí sestavy je výkonná grafická karta, konkrétně nejnovější modely karet *AMD* či *NVIDIA*. Nezbytný je kvalitní systém chlazení, které zabrání přehřívání sestavy. Herní sestava určená pro nejnáročnější uživatele je složena z nejkvalitnějších komponent – umožňuje hraní ve 4K rozlišení (4096 × 2160 pixelů). Internetový obchod Alza.cz umožňuje zákazníkům sestavit si herní sestavu podle jejich požadavků (viz Příloha 1).

Herní sestava má nejvyšší výkonnost, ale současně nejvyšší náklady (příčemž stolní počítače nabízejí lepší výkon než herní notebooky a nabízejí též možnost vylepšení i lepší poměr výkonu a ceny). Základem sestavy je výkonná grafická karta *MSI GeForce RTX 4090 SUPRIM X 24G – NVIDIA GeForce RTX 4090* je aktuálně jedna z nejvýkonnějších grafických karet. Co se týká nákladů, nejdražší součástí sestavy je právě grafická karta. Ale její cena odpovídá výkonu (což neplatí u řadě grafických karet střední třídy, u nichž jejich cena výkonu neodpovídá). Karta má následující vlastnosti: architektura Ada Lovelace⁴, nové streaming multiprocesory, jádra *RT* třetí generace (umožňující až dvojnásobný výkon ray tracingu⁵), jádra *Tensor* čtvrté generace (umožňují transformační technologie umělé inteligence), vysoká spolehlivost a výkonnost. Druhou nejdražší položkou sestavy je jeden z nejvýkonnějších procesorů *AMD Ryzen 9 7900X* – čip disponuje 12 jádry a vysokým výkonem, kdy se v případě vyšší zátěže automaticky přetaktuje na 5600 MHz (maximální výkon) a přechodně tak zvýší výkonnost počítače. Vyrovnávací paměť (cache) má kapacitu 64 MB a je hierarchicky rozdělena do tří vrstev: *L1*, *L2* a *L3*. Čím blíže se vrstva nachází k jednotlivým jádrům procesoru, tím rychlejší je, ale má zároveň menší kapacitu. Společně slouží k urychlení přístupu k často používaným datům. Dedikovanou grafickou kartu lze nahradit integrovanou kartou, a to především při práci s nenáročnými programy či běžné práci s počítačem. *SSD* disk *Kingston KC3000* poskytuje vysoké přenosové rychlosti, a proto umožňuje mimo jiné rychlé načítání her, což pozitivně ovlivňuje herní zážitek.

⁴ *Ada Lovelace* je název velice výkonné řady grafických karet společnosti Nvidia sdílející architekturu.

⁵ *Ray tracing* simuluje fyzikální chování světla a sleduje dráhu světelného paprsku i toho, co všechno osvětluje a v jaké míře.

Konečná cena sestavy bude do značné míry záviset na tom, co od ní zákazník očekává (hry, streaming, virtuální realita apod.) a to především z hlediska výkonu, neboť podprůměrná či průměrná cena herní sestavy může přímo ovlivnit herní zážitek uživatele. Uživatel by měl určit minimální požadavky na výkon pro hry, které má v plánu hrát a pořídit si počítač s výkonným procesorem, dostatečnou *RAM* a dedikovanou grafickou kartou, která zvládne požadované hry. Další možností je upgrade neboli aktualizace vybavení – tzn. pořídit si vybavení, které umožňuje snadný upgrade v budoucnu (přidání další paměti *RAM*, výměna grafické karty, upgrade úložiště apod.). To pomůže prodloužit životnost a výkon herního *PC*, aniž by uživatel musel kupovat novou sestavu. Další možností, jak snížit náklady na sestavu, je dražší vnitřní hardware kompenzovat levnějším vnějším zařízením (monitor, klávesnice). Nákup předem sestaveného zařízení je nejbezpečnější způsobem, nicméně taková sestava bude pravděpodobně dražší než ta sestavená samotným uživatelem (kdy uživatel navíc přesně ví, jakým vybavením disponuje a jak funguje). Toto řešení však vyžaduje dostatečné znalosti a schopnosti uživatele, neboť chybně postavená sestava náklady neúměrně zvýší. Předem zkompletovaná sestava je navržena odborníky, což v podstatě eliminuje riziko chyby či nesprávné konfigurace, a sestava je navíc ihned dostupná k použití s veškerým vybavením.



Zdroj: PUNCH TECHNOLOGY LTD, 2023

Obr. 4 *Herní sestava sdílející téměř všechny zmíněné komponenty*

5. Sestava pro domácí využití

Pro optimální fungování sestavy pro domácí využití by měla mít paměť *RAM* minimálně 8 GB. Co se týká typu procesoru, u základních modelů postačí dvoujádrový procesor, u sestav pro náročnější práci lze doporučit čtyřjádrové procesory, v případě práce s grafickými programy osmijádrový procesor. Kombinované úložiště typu *HDD* (filmy, fotografie, soubory) nebo *SSD* (programy a systém) s minimální kapacitou 1 TB. Pro propojení počítače s dalším zařízením jsou využity *USB* porty, bezdrátové propojení *Wi-Fi*⁶ nebo *Bluetooth*⁷. Internetový obchod *Alza.cz* umožňuje zákazníkům sestavit si sestavu pro domácí využití podle jejich požadavků (viz Příloha 2).

Co se týká výkonu, grafický a výpočetní výkon zajišťuje osmijádrový procesor *AMD Ryzen 7 5700G*, včetně integrované grafické karty *AMD Radeon Graphics* s frekvencí 2000 MHz. Ten je zároveň nejdražší položkou celé sestavy. Kvalitní a efektivní zdroj 750 W splňuje nároky výkonných sestav, poskytuje až 87% účinnost při maximální zátěži a jeho součástí je tichý ventilátor. Na základní desku lze připojit dvě grafické karty (sloty *PCI Express 16x*). Výhodou je dostatek konektorů, které jsou v domácích podmínkách často využívány. Součástí základní desky je zvuková karta *Realtek ALC897*. Kvalitní chlazení je nezbytnou podmínkou pro maximální výkon sestavy. Chladič *DeepCool AK400* umožňuje efektivní kombinované chlazení vzduchem, teplo je odváděno prostřednictvím ventilátoru s automatickou regulací otáček. Jeho výhodou je nízká hlučnost menší než 29 dB. Důležitým hlediskem je kompatibilita – uživatel by se měl ujistit, že je sestava kompatibilní s programy, hrami a aplikacemi, které bude používat, zkontrolovat systémové požadavky a porovnat je se specifikacemi sestavy. Dále musí zohlednit typ operačního systému, úložný prostor, kompatibilitu grafické karty a úhlopříčku monitoru. Výběr nevhodné sestavy může znamenat, že sestava bude pro uživatele buď příliš pomalá a nevykonná, nebo naopak příliš výkonná a drahá.

Co se týká nákladů, nejdražší komponentou je procesor *AMD Ryzen 7 5700G* (alternativním procesorem je *Intel*, který je k dispozici za nižší cenu bez integrované grafiky), dále základní deska a napájecí zdroj. Sestava je navržena tak, aby uživatelům vyhovovala při běžné práci na počítači (prohlížení internetu, práce s textovým editorem, prohlížení fotografií, hraní méně náročných her), byla dostatečně výkonná a zároveň cenově dostupná. Kromě cenové dostupnosti je při návrhu sestavy pro domácí využití důležitým kritériem všestrannost

⁶ *Wireless Fidelity* je označení bezdrátového přenosu dat, především pak v oblasti internetových služeb.

⁷ *Bluetooth* je standard pro bezdrátovou komunikaci propojující dvě a více elektronických zařízení.

a konkrétní požadavky a nároky uživatele. Hardwarově výkonnější a dražší sestava je vhodná pro uživatele, kteří často pracují s grafickými editory či videem. Pro náročnější uživatele jsou kromě procesorů *AMD Ryzen* vhodné též procesory *Intel Core i3/i5*. V rámci snížení nákladů lze doporučit využití kombinace *SSD* a *HDD*, v domácích podmínkách optimální řešení, které nabízí vysoký výkon a rychlost *SSD* za vyšší cenu a současně velkou kapacitu klasického pevného disku za nízkou cenu.

6. Sestava pro kancelářské využití

Při kancelářském použití počítač poskytuje nejen přístup k informacím, ale je také základní součástí obchodní komunikace. Ať už se jedná o pracovní stanici pro více uživatelů, stolní nebo přenosný počítač, je vhodné pořizovat hardware od renomované značky, včetně aktuální verze softwaru. Kancelářské počítače jsou využívány nejen v kancelářích, ale také ve školách, obchodech i domácnostech. Jsou vhodné pro uživatele, kteří počítač využívají pro kancelářské práce, procházení internetu nebo práci se základními programy. Pro optimální fungování sestavy by měla mít paměť *RAM* minimálně 4 GB, v ideálním případě 8 GB či více. Co se týká typu procesoru, u základních modelů postačí dvoujádrový procesor, v případě kancelářských sestav pro náročnější práci lze doporučit čtyřjádrové, šestijádrové či osmijádrové procesory. Úložiště typu *HDD* nebo *SSD* (vyšší cena, ale zároveň větší spolehlivost) s minimální kapacitou 512 GB. Pro propojení počítače s dalším zařízením jsou využity *USB* porty, vstup *HDMI*⁸ pro připojení monitoru či projektoru, bezdrátové propojení *Wi-Fi* nebo *Bluetooth*, *LAN*⁹ port. Jednou z důležitých součástí kancelářského počítače je monitor. Co se týká velikosti obrazovky, jsou vhodnější větší monitory, neboť zobrazí více informací najednou a usnadňují kancelářskou práci (případně použít dva monitory). Internetový obchod *Alza.cz* umožňuje zákazníkům sestavit si sestavu pro kancelářské využití podle jejich požadavků (viz Příloha 3).

Co se týká nákladů, jde o nejlevnější z navrhovaných sestav, přesto lze u některých komponent zvolit levnější varianty (například levnější skříň *SilentiumPC Armis AR1 Pure Black*), případně odebrat datový *SSD* disk. Co se týká výkonu, grafický a výpočetní výkon zajišťuje osmijádrový procesor *AMD Ryzen 7 5700G*, včetně integrované grafické karty *AMD Radeon Graphics* s frekvencí 2000 MHz. Je použita operační paměť *RAM* 32 GB, neboť nedostatek operační paměti by měl negativní dopad na běžnou kancelářskou práci. Obzvláště při práci s velkými soubory nebo když je otevřeno více aplikací najednou (a využití paměti dosahuje běžně několik GB), a dochází pak ke zpomalení počítače. Frekvence paměti je 3200 MHz – vzhledem k tomu, že vyšší frekvence obvykle znamená vyšší výkon paměti, měla by být frekvence pro kancelářské použití dostačující. Systémový disk *Kingston* o velikosti 1 TB je charakteristický vysokou rychlostí čtení až 7000 MB/s (rychlost zápisu až 6000 MB/s) a podporou rozhraní *PCIe 4.0*. To zajišťuje vysokou přenosovou rychlost a tím uživateli usnadňuje práci. Další výhodou je nízká poruchovost (disk nemá rotující části)

⁸ *High Definition* Multimedia Interface je označení nekomprimovaného obrazového a zvukového signálu v digitálním formátu.

⁹ *Local Area Network* je místní počítačová síť, která spojuje počítače a další zařízení na omezeném geografickém území.

a nižší riziko ztráty dat. Systémový disk je doplněn datovým diskem *Western Digital* taktéž o velikosti 1 TB, který je spolehlivý i při dlouhodobém náročném provozu. Disk poskytuje vysokou přenosovou rychlost – rychlost čtení až 3500 MB/s. Použitý výkonný chladič zajišťuje tichý chod procesoru i při větší zátěži, což je při kancelářské práci výhodou. Maximální rychlost otáček je 1600 za minutu, přičemž tempo otáček je automaticky regulováno.

Uživatel by měl určit minimální požadavky na výkon pro programy, které má v plánu používat a pořídit si počítač s výkonným procesorem, dostatečnou *RAM* a případně dedikovanou grafickou kartou, která požadované programy zvládne. V případě kancelářského použití je vhodné spolehnout se na renomované značky, které nabízejí spolehlivé a kvalitní produkty. Dostatečně dlouhá záruka pak poskytuje klid a pomoc v případě jakýchkoli problémů s hardwarem. V případě zájmu o levnější sestavu je vhodné zvážit nákup použitého nebo repasovaného počítače, který často poskytuje lepší specifikace za nižší cenu ve srovnání s novými sestavami (prodejce by však měl být seriózní a nabízet záruku nebo možnost vrácení použitých produktů). Vzhledem k tomu, že pro kancelářskou práci se často kupuje více počítačů najednou, uživatel by mohl využít množstevní slevu a náklady na sestavu tak snížit. Výši nákladů ovlivňuje také typ zařízení – stolní počítače, laptopy a tablety se liší cenou. Řada firem preferuje notebooky před stolními počítači, aby zaměstnancům umožnily větší flexibilitu, nicméně stolní počítače jsou při kancelářské práci stále oblíbené a jejich výhodou je též nižší cena (na rozdíl od laptopu však vyžadují dodatečné investice do vnějších zařízení – myš, monitor, klávesnice). Jako poslední stojí za zmínku počítače s technologií *All in one*, které kombinují všechny hlavní komponenty počítače do jednoho zařízení, které zahrnuje monitor, procesor, paměť, úložiště a další hardwarové prvky. Tato zařízení jsou navržena tak, aby byla kompaktní a esteticky příjemná, mají však omezenou možnost rozšiřitelnosti v porovnání s věžovými počítači. To znamená, že ne vždy lze jednoduše vyměnit nebo upgradovat součásti jako jsou grafické karty nebo procesory.

7. Superpočítač

Superpočítač (respektive počítačový cluster) je soubor nezávislých počítačů (uzlů) propojených dohromady pomocí sítě, které spolupracují na určitých výpočetních úkolech nebo projektech. Superpočítač poskytuje maximální výpočetní výkon, čímž se zkracuje celková doba potřebná k řešení úkolu či problému. Hraje klíčovou roli v různých oblastech, včetně modelování klimatu, výpočetní dynamiky tekutin, jaderných simulací, kryptoanalýza, výzkum genomu, a dokonce i ve tvorbě speciálních efektů ve velkofilmových produkcích. Superpočítače používají převážně unixové operační systémy (*Linux*), avšak existuje také snaha směrem k open-source software ve světě superpočítačů. Open-source software přináší několik výhod, jako je nízká cena, flexibilita a schopnost přizpůsobit software specifickým potřebám. Co se týká jejich architektury, tak ta je tvořena clusterem *MIMD* (*Multiple Instruction stream, Multiple Data stream* – vícenásobné instrukce, vícenásobná data. Více paralelních procesorů zpracovává různá data, procesory mají architekturu *SIMD* (*Single Instruction/Multiple Data* – jeden seznam instrukcí/více zpracovaných datových toků). Procesory sdílejí úlohy pomocí technologií *NUMA* (*Non-Uniform Memory Access* – seskupení procesorů a operační paměti do vzájemně propojených uzlů, které fungují samostatně pomocí vlastní sběrnice, paměti a procesorů) a *SMP* (*Symmetric Multiprocessing* – více procesorů na jedné základní desce, přičemž procesory jsou rovnocenné). Na rozdíl od běžných počítačů používají superpočítače více než jednu centrální procesorovou jednotku (*CPU*), přičemž *CPU* jsou seskupeny do výpočetních uzlů obsahujících procesor nebo skupinu procesorů (*SMP*) a paměťový blok. Díky vzájemné komunikaci pak uzly kooperují na řešení konkrétního problému. Kvůli vysoké spotřebě energie u moderních superpočítačů vyžadují datová centra chladicí systémy a další zařízení, která zajišťují jejich funkce. Chlazení procesorů je zajišťováno prostřednictvím héliového či dusíkového chlazení, případně s využitím kapalinového okruhu. Vzhledem k vysoké spotřebě energie jsou elektrické rozvody chlazeny například s využitím supravodivých materiálů. Kromě chlazení je problematické též napájení. Zmíněná spotřeba energie superpočítačů je významným problémem z hlediska životního prostředí. V důsledku toho je stále větší důraz na vývoj energeticky úspornějších superpočítačů. Seznam Green500 uvádí nejvíce energeticky úspornější superpočítače na světě, přičemž japonský superpočítač *Shoubu system B* vedoucí s hodnotou 17,3 gigaflopů na watt. Aktuálně je nejvýkonnějším superpočítačem americký *Frontier* z laboratoře *Oak Ridge National Laboratory*, který v čele žebříčku nahradil japonský *Fugaku*. *Frontier* jako první svou výkonností překonal hranici 1 *exaFLOPS* – jednotka označuje počet operací, které počítač

provede za jednu sekundu a předpona *exa* označuje trilion základních jednotek. (Smirnova et al., 2023)

Tato kategorie počítačů je nejrychlejší (nejvýkonnější) a také velmi drahá. Typický superpočítač dokáže vyřešit až deset bilionů jednotlivých výpočtů za sekundu. Na rozdíl od běžných stolních počítačů je superpočítač sestaven z tisíců procesorů, které mají výkon jako stovky běžných osobních počítačů (*PC*). Jejich výkonnosti však odpovídá i jejich cena. Český superpočítač *Karolina*, jenž se nachází v Technické univerzitě Ostrava, byl v roce 2021 69. nejvýkonnějším superpočítačem (19. nejvýkonnějším v Evropě). Pomáhá při řešení komplexních průmyslových a vědeckých problémů, které zahrnují využívání umělé inteligence, datové analýzy i klasické numerické simulace. Jeho teoretický výpočetní výkon dosahuje 15,7 PFlop/s (tzn. 15,7 biliard operací v plovoucí řádové čárce za sekundu). Skládá se z následujících částí: 720 počítačových serverů s teoretickým výpočetním výkonem 3,8 PFlop/s – univerzální část pro tradiční numerické simulace, část určená pro zpracování rozsáhlých datových souborů poskytující až 24 TB sdílené paměti, 72 serverů (každý z nich je osázen 8 GPU akcelerátory s celkovým teoretickým výpočetním výkonem 11,6 PFlop/s) – akcelerovaná část pro standardní *HPC* simulace a až 360 PFlop/s pro výpočty za použití umělé inteligence, 36 serverů s celkovým výkonem 192 TFlop/s pro poskytování cloudových služeb, rychlé datové úložiště s kapacitou přesahující 1,4 PB pro vysokorychlostní zpracování uživatelských dat rychlostí až 1 TB/s, zejména pro simulace i výpočty v oblasti rozsáhlé datové analýzy a umělé inteligence, vysokorychlostní síť s rychlostí až 200 Gb/s, která slouží k propojení jednotlivých serverů i k propojení všech součástí. (IT4Innovations, 2020)



Zdroj: IT4INNOVATIONS, 2021

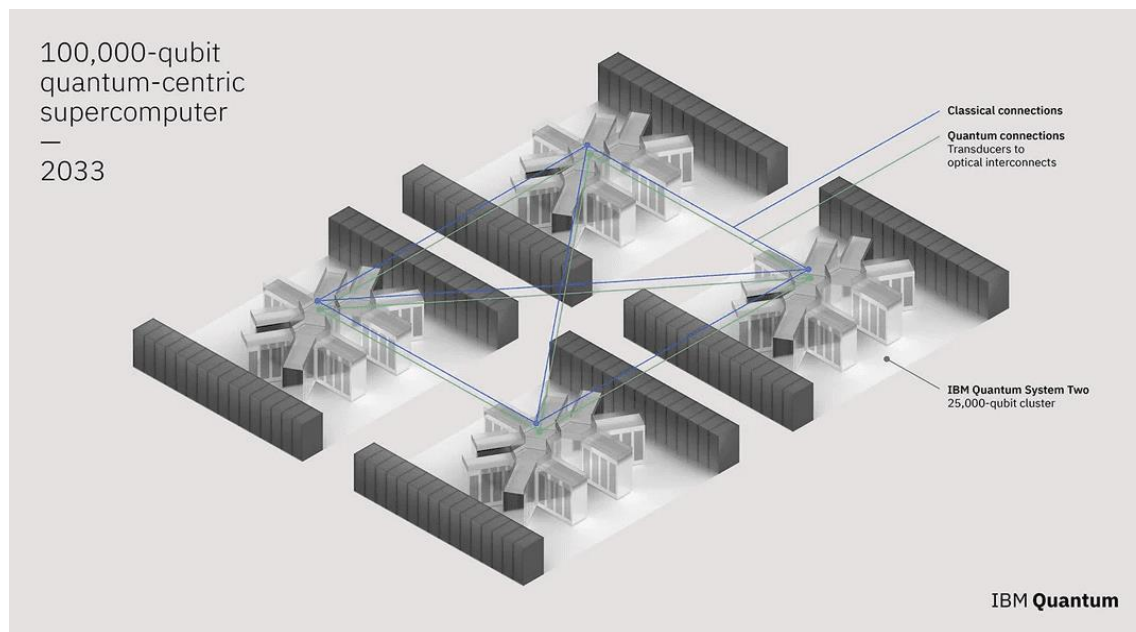
Obr. 5 Superpočítač Karolina

Náklady na pořízený systém dosáhly téměř 15 milionů EUR, z čehož 35 %, tj. 5,13 milionu EUR, uhradil Evropský společný podnik pro vysoce výkonnou výpočetní techniku (EuroHPC JU). Zbývající náklady ve výši 9,73 milionů EUR byly hrazeny z prostředků Evropských strukturálních a investičních fondů prostřednictvím Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV). Celkové provozní náklady v letech 2021 až 2025 jsou odhadovány na 14 milionů EUR. Řešení ve formě výše zmíněného počítačového clustru je přitom levnější než specializovaný superpočítač (například GRAPE pro řešení úkolů z oblasti molekulární dynamiky a astrofyziky, či Deep Blue pro hraní šachů). (ACROSS, 2021)

8. Kvantový počítač

Kvantový počítač má velký inovační potenciál – tento typ počítače místo bitů používá kvantové bity, tzv. *qubity* (tzn. kvantové částice namísto křemíkových obvodů). K jeho výhodám patří rychlejší provádění úkolů a výpočtů v porovnání s klasickým počítačem. Kvantové výpočty mají potenciál zásadně změnit různé odvětví, včetně kybernetické bezpečnosti, finančního modelování, objevování léků a modelování klimatu, kde schopnost zpracovávat obrovské množství dat a provádět složité výpočty může vést k významným pokrokům. Odhaduje se, že do roku 2030 by mohlo existovat od 2 000 do 5 000 kvantových počítačů po celém světě. Avšak přestože slib kvantových výpočtů je obrovský, je důležité si uvědomit, že jsme stále v počátečních fázích této technologie. Nevýhodou kvantových počítačů je jejich vysoká chybovost. V následujících letech by však mohl být k dispozici univerzální kvantový počítač, který chyby včas identifikuje a opraví bez ovlivnění informace (kvantová oprava chyb neboli *quantum error correction*), a u kterého by tak byla míra chybovosti výrazně snížena. Ideální kvantový systém se vnitřně konzistentně vyvíjí a není narušován žádnými vnějšími vlivy. V praxi však nelze zcela izolovat částici od okolí a dochází k *dekoherenci* (rozptylu kvantové informace) a chybovým změnám kvantového stavu. Kromě *dekoherence* je možným zdrojem chyb také spontánní přechod *qubitu* (pro snížení vibrací způsobujících chyby ve výpočtech *qubity* vyžadují chlazení na teplotu minus 273,15 °C, tzn. teplotu blízkou absolutní nule), vliv kosmického záření vysokých energií nebo částice okolního plynu. Co se týká zavádění kvantových počítačů do praxe, v roce 2019 společnost *Google* oznámila, že její kvantový procesor *Sycamore* pracoval na matematické úloze zvané náhodný výběr, ve které je cílem ukázat, že soubor náhodných čísel je skutečně náhodný, a dokončil to za pouhé 3 minuty a 20 sekund. Pro srovnání v té době nejvýkonnější superpočítač *Summit* od *IBM* by na stejný úkol potřeboval 10 000 let (podle *IBM* by však úlohu vyřešil lépe a dříve, a to za dva a půl dne). Ve stejném roce společnost *IBM* představila počítač *IBM Q System One*, který pracuje s 20 *qubity*. Jeho hlavní výhodou má být vyšší spolehlivost. Je označován jako první krok v procesu zavádění kvantových počítačů dostupných širší veřejnosti. (Vítek, 2019)

V budoucnosti se můžeme těšit na plánovaný kvantový superpočítač *IBM Quantum* se 100 000 *qubit*. *IBM* na stroji spolupracuje s *University of Tokyo* a *University of Chicago* a jeho nasazení se očekává do roku 2033.



Zdroj: IBM, 2023

Obr. 6 Vizualizace kvantového superpočítače IBM

Růst kvantových výpočtů také upozorňuje na potřebu kryptografie odolné proti kvantovým útokům. Jak se kvantové počítače nadále vyvíjejí, nakonec budou dostatečně silné na to, aby prolomily současné šifrovací algoritmy, což představuje značné riziko pro kybernetickou bezpečnost. Proto paralelně s rozvojem kvantových počítačů probíhají snahy o vývoj kvantově odolných algoritmů k ochraně digitální bezpečnosti v kvantové éře. Kvantové počítače zatím nejsou dostupné široké veřejnosti a v současnosti jsou velmi drahé i extrémně náročné na výrobu. Většinu kvantových počítačů vlastní nebo provozují velké korporace, výzkumné a vládní instituce, takže přístup k nim je značně omezen. V případě zájmu může jednotlivec nebo firma kontaktovat společnosti *IBM*, *Google*, *Microsoft*, *D-Wave* nebo *Rigetti Computing*, které mohou umožnit přístup ke svým kvantovým počítačům prostřednictvím cloudových služeb. To umožňuje firmám, výzkumníkům a vývojářům experimentovat a využívat kvantový výpočetní výkon, aniž by daný hardware vlastnili. Náklady na používání těchto služeb se mohou lišit v závislosti na množství využitých zdrojů a času, ale většinou se pohybují od několika dolarů do několika tisíc dolarů za hodinu. V budoucnosti však můžeme čekat vyšší dostupnost kvantových počítačů díky pokrokům v technologii a infrastruktuře.

Například společnost *IBM* začala nabízet i bezplatný, avšak omezený přístup na některé své vlastní kvantové počítače. Co se týká ceny samotných kvantových počítačů v letošním roce, jsou stále v rané fázi vývoje. Nicméně aktuální cena kvantového počítače D-Wave 2000Q je odhadována na 15 milionů dolarů (vlivem inflace však cena pravděpodobně vzroste). Na celkové náklady však mají vliv různé faktory. Před hypotetickým nákupem kvantového počítače je nezbytné určit, jaký typ systému chce zájemce koupit, počet požadovaných *qubitů*. Též úroveň odborné podpory vyžadované od prodejce při používání počítače. (Dargan, 2023)

Závěr

Bakalářská práce se zabývá tématem hardware dnešních počítačů, s konkrétním zaměřením na návrh hardware pro zvolené případy využití a jejich vyhodnocení. Hlavním cílem bylo navrhnout hardware pro různé případy využití – herní sestavu, sestavu pro domácí využití, sestavu pro kancelářské využití, superpočítač a kvantový počítač. Nejprve byly popsány různé typy výpočetních systémů. Nejpoužívanějším typem výpočetních systémů jsou osobní počítače (*PC*), které jsou využívány pro shromažďování, ukládání a zpracování dat. Moderní přenosné počítače neboli *laptopy (notebooky)* nabízejí flexibilní používání a vysokou výkonnost. Tablety neobsahují fyzickou klávesnici a myš a jsou lehčí a přenosnější než *notebooky*. Následně byla popsána von Neumannova a harvardská architektura výpočetních systémů. Hlavní rozdíl mezi těmito dvěma architekturami spočívá v tom, že ve von Neumannově architektuře je veškerá paměť schopna uložit všechny programové prvky, data a instrukce, zatímco v harvardské architektuře je paměť rozdělena na dvě části – jedna část pro data a druhá pro instrukce. Později byly popsány různé komponenty výpočetního systému: skříň (*case*), napájecí zdroj, základní deska, pevný disk *HDD* a polovodičový disk *SSD*, grafická karta a různé typy chlazení (aktivní, pasivní, kombinované a vodní).

Později byly vytvořeny návrhy hardware pro zvolené případy využití a bylo provedeno jejich vyhodnocení. Bylo zjištěno, že nejdražší sestavou byla herní sestava, která měla nejvyšší výkonnost. Nejdražší komponentem byla grafická karta, nicméně její vyšší cena odpovídala vysokému výkonu. Naproti tomu nejlevnější byla sestava pro kancelářské využití, u které je třeba určit minimální požadavky na výkon pro programy, které má uživatel v plánu používat a pořídit si počítač s výkonným procesorem, dostatečnou *RAM* a případně dedikovanou grafickou kartou, která požadované programy zvládne. U sestavy pro domácí využití je hlavním kritériem všestrannost a splnění konkrétních požadavků uživatele. Vzhledem k tomu, že při návrhu sestav byly využity moderní komponenty, které jsou k dispozici v tuzemských obchodech, lze konstatovat, že bakalářská práce poskytuje přehled o aktuálně dostupných komponentech na českém trhu a jejich využití pro různé účely.

Byly zmíněny též dva speciální typy počítačů – superpočítač a kvantový počítač. Superpočítač ve formě počítačového *clusteru* (tedy počítačů propojených prostřednictvím vysokorychlostní sítě) poskytuje maximální výpočetní výkon, čímž snižuje celkovou dobu potřebnou k řešení složitého úkolu či problému. V současné době je nejvýkonnějším superpočítačem americký *Frontier* z laboratoře *Oak Ridge National Laboratory* s výkonností přesahující 1 exaFLOPS. V České republice je k dispozici superpočítač *Karolina*

s teoretickým výpočetním výkonem dosahuje 15,7 PFlop/s. Značný inovační potenciál mají kvantové počítače, které zatím nejsou dostupné široké veřejnosti a v současnosti jsou velmi drahé i extrémně náročné na výrobu.

Kvantové počítače mají potenciál způsobit revoluci v různých oblastech (zdravotnictví, finance, kybernetická bezpečnost) a v budoucnu by mohly vyřešit řadu složitých problémů. Lze konstatovat, že cíl bakalářské práce byl splněn.

Seznam literatury

- ACROSS. Karolina supercomputer belongs to the world's top energy-efficient supercomputers [online]. ACROSS Project, 20.12.2021 [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.acrossproject.eu/karolina-supercomputer-belongs-to-the-worlds-top-energy-efficient-supercomputers/>
- BRANDEJS, M. Výpočetní systémy. Brno: Fakulta informatiky MU, 2015.
- DARGAN, J. What Is The Price of a Quantum Computer In 2023? [online]. The Quantum Insider, 10.4.2023 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: <https://thequantuminsider.com/2023/04/10/price-of-a-quantum-computer/>
- DEMBOWSKI, K. Mistrovství v hardware. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2310-2.
- GOOKIN, D. Laptops For Dummies. Hoboken: Wiley. ISBN 978-1119041801.
- HORÁK, J. Hardware: učebnice pro pokročilé. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0647-0.
- IT4INNOVATIONS. Karolina Supercomputer [online]. Ostrava: VŠB, 2020 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: https://www.it4i.cz/file/23728f2c3a5c19714c34e2ebac13a843/6445/Karolina_leaflet_Eng.pdf.
- KLEMENT, M. Hardwarová a softwarová konfigurace PC. Olomouc: UP, 2019.
- LEVNAPC. Typy chlazení stolních počítačů [online]. Levná PC 17.4.2021 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.levnadc.cz/typy-chlazení-stolnich-pocitacu.html>
- MESSMER, H. a K. DEMBOWSKI. Velká kniha hardware. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0416-8.
- MINASI, M. Velký průvodce hardwarem. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0273-8.
- PAWSON, R. The Myth of the Harvard Architecture. IEEE Annals of the History of Computing. 2022, 44(3), 59-69, DOI 10.1109/MAHC.2022.3175612.
- PEARSON. Portable Computing Devices [online]. Pearson, nedatováno [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/0130091162/samplechapter/0130091162.pdf>
- SMIRNOVA, L. 2023. Organoid intelligence (OI): the new frontier in biocomputing and intelligence-in-a-dish. In: Frontiers in Science, 2023, 1, 1017235. DOI 10.3389/fsci.2023.1017235.
- STAVRAKIS, E. et al. Toward energy-aware balancing of mobile graphics. In: Proc. SPIE 9411, Mobile Devices and Multimedia: Enabling Technologies, Algorithms, and Applications. 2015, 9411. DOI 10.1117/12.2079602.
- VÍTEK, J. IBM ukázalo svůj kvantový počítač Q System One. Svět hardware, 11. 1. 2019 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: <https://www.svethardware.cz/ibm-ukazalo-svuj-kvantovy-pocitac-q-system-one/48409>

IT4INNOVATIONS, 2020. Superpočítač Karolina. In: *it4i.cz* [online]. 30. 6. 2020 [cit. 2023-11-29]. Dostupné z:

https://www.it4i.cz/file/ae7715cb2d44e684d991562d7258cbab/5429/SZ6_0411n.jpg

PUNCH TECHNOLOGY LTD, 2023. Herní sestava sdílející téměř všechny zmíněné komponenty. In: *fiercepc.co.uk* [online]. 15. 4. 2023 [cit. 2023-11-29]. Dostupné z:

<https://www.fiercepc.co.uk/amd-ryzen-9-7950x3d-nvidia-rtx-4090-custom-gaming-pc>

BRIAN BAILEY, 2021. Schéma Von Neumannovy architektury. In: *semiengineering.com* [online]. 18. 1. 2021 [cit. 2023-11-29]. Dostupné z:

<https://i0.wp.com/semiengineering.com/wp-content/uploads/2019/02/vonNeumann.png?w=767&ssl=1>

IBM, 2023. Vizualizace kvantového superpočítače IBM. In: *research.ibm.com* [online]. 21. 5. 2023 [cit. 2023-11-29]. Dostupné z:

https://d1bqvdmqmyrqrb.cloudfront.net/_next/image?url=https%3A%2F%2Fresearch-website-prod-cms-uploads.s3.us.cloud-object-storage.appdomain.cloud%2F100k_System_Blog_body_f06b96c850.png&w=1080&q=85

Ruben de Rijcke, 2007. IBM PC XT včetně původní klávesnice a monochromatického monitoru. In: *cs.wikipedia.org* [online]. 10. 9. 2011 [cit. 2023-11-29]. Dostupné z:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ibm_px_xt_color.jpg

JOHN BROWN, 2021. Vnitřek stolního počítače ukazující některé komponenty.

In: *Youtube* [online]. 18. 12. 2021 [cit. 2023-11-29]. Dostupné z:

<https://youtu.be/FQfcAm0FnWU> Kanál uživatele MrBrownCS.

Seznam obrázků

Obr. 1 IBM PC XT včetně původní klávesnice a monochromatického monitoru	9
Obr. 2 Schéma Von Neumannovy architektury	13
Obr. 3 Vnitřek stolního počítače ukazující některé komponenty	15
Obr. 4 Herní sestava sdílející téměř všechny zmíněné komponenty	19
Obr. 5 Superpočítač Karolina.....	25
Obr. 6 Vizualizace kvantového superpočítače IBM.....	28

Seznam příloh

Příloha 1 Herní sestava	36
Příloha 2 Sestava pro domácí využití.....	39
Příloha 3 Sestava pro kancelářské využití	41

Příloha 1 - Herní sestava

Komponenta	Název produktu	Popis produktu	Cena s DPH (Kč)
Základní deska	ASUS TUF GAMING B650-PLUS WIFI	Základní deska AMD B650, socket AMD AM5, PCI Express 3.0, PCI Express 4.0, PCI Express 5.0, 2× PCIe x16, 3× PCIe x4, 4× DDR5 6400MHz (OC), 4× SATA III, 3× M.2, USB 3.2 Gen 2, USB 3.2 Gen 2x2, WiFi, Bluetooth, HDMI, DisplayPort, 7.1 zvuková karta, formát ATX.	4 989,-
Procesor	AMD Ryzen 9 7900X	Procesor dvanáctijádrový, 24 vláken, 4,7GHz (TDP 170W), Boost 5,6 GHz, 64MB L3 cache, AMD Radeon Graphics 2200 MHz, socket AMD AM5, Raphael, bez chladiče.	10 759,-
Chladič na procesor	Noctua NH-U12S DX-4189	Chladič na procesor socket 4189, 2x120 mm ventilátor, 4× heatpipe, max. hlučnost 22,6dB, max. rychlost 2000 RPM, výška 158 mm, PWM.	3 089,-

Paměť RAM	Kingston 32 GB KIT DDR5 6000MHz CL36 FURY Beast Black RGB EXPO	Operační paměť 2x16GB, PC5-48000, napětí 1.35 V, pasivní chladič, RGB osvětlení, Single Rank, XMP 3.0 a AMD EXPO. Jedním z hlavních parametrů je časování CL 36 a frekvence vymezená na 6000 MHz. Pasivní chlazení zajišťuje zachování nízké provozní teploty.	3 339,-
Skříň	Corsair 5000D AIRFLOW Tempered Glass Black	ATX, mATX (Micro ATX), mITX (Mini ITX) a eATX (Extended ATX), 2× 3,5", 4× 2,5", USB 3.2 Gen 1, usb-c, sluchátka, mikrofon a USB 3.2 Gen 2, 2x120mm, max. výška chladiče 170 mm, max. délka grafické karty 400 mm, bez zdroje, bočnice temperované sklo.	3 890,-
SSD	Kingston KC3000 NVMe 1TB	SSD disk M.2 (PCIe 4.0 4x NVMe), 3D TLC, rychlost čtení 7000 MB/s, rychlost zápisu 6000MB/s, životnost 800 TBW	1 849,-

SSD	Kingston NV2 1TB	SSD disk M.2 (PCIe 4.0 4x NVMe), rychlost čtení 3500 MB/s, rychlost zápisu 2100 MB/s, životnost 320TBW.	1 059,-
Zdroj	Corsair RM1200x SHIFT	1200 W, ATX, 80 PLUS Gold, účinnost 90 %, 8 ks PCIe (8-pin / 6+2-pin), 1 ks 12VHPWR (16-pin), 16 × SATA, odpojitelné kabely, tepelná regulace otáček, síťový vypínač, zero RPM mode a PCIe 5,0 12-pin, 140 mm ventilátor, plně modulární, hloubka 86 mm.	5 990,-
Grafická karta	GeForce RTX4090 SUPRIM X 24G	24 GB GDDR6X (21200 MHz), NVIDIA GeForce, Ada Lovelace (AD102, 2235 MHz), Boost 2520 MHz, PCI Express x16 4.0, 384Bit, DisplayPort 1.4a a HDMI 2.1, DLSS 3.0	48 990,-
Cena celkem			83 954,-

(zdroj: vlastní zpracování)

Příloha 2 - Sestava pro domácí využití

Komponenta	Název produktu	Popis produktu	Cena s DPH (Kč)
Základní deska	ASUS TUF GAMING B550M-PLUS WIFI II	AMD B550, socket AMD AM4, PCI Express 4.0, 2× PCIe x16, 1× PCIe x1, 4× DDR4 4866MHz (OC), 4× SATA III, 2× M.2, USB 3.2 Gen 2, USB-C, RJ-45 (LAN) 2,5 Gbps, WiFi, Bluetooth, HDMI, DisplayPort, 8ch zvuková karta, formát mATX (Micro ATX)	3 199,-
Procesor	AMD Ryzen 7 5700G	osmijádrový, 16 vláken, 3,8GHz (TDP 65W), Boost 4,6 GHz, 16MB L3 cache, AMD Radeon Graphics 2000 MHz, socket AMD AM4, Cezanne, box chladič, Wraith Stealth	4 490,-
Chladič na procesor	DeepCool AK400	socket AM4, 1150, 1151, 1155, 1156, 1200 a 1700, 1x120mm ventilátor, 4× heatpipe, max. hlučnost 29dB, max. rychlost 1850RPM, výška 155mm, PWM	859,-
Paměť RAM	Kingston FURY 32 GB KIT DDR4 3600 MHz CL16 Renegade Black 1Gx8	2x16 GB, PC4-28800, CL16, napětí 1.35 V, pasivní chladič	2 059,-

Skříň	Corsair 4000D AIRFLOW Tempered Glass Black	ATX, mATX (Micro ATX), mITX (Mini ITX) a eATX (Extended ATX), 2× 3,5", 2× 2,5", USB 3.2 Gen 1, usb-c a sluchátka/mikrofon, 2x120mm, max. výška chladiče 170 mm, max. délka grafické karty 360 mm, bez zdroje, bočnice temperované sklo	1 999,-
SSD	Kingston KC3000 NVMe 1TB	M.2 (PCIe 4.0 4x NVMe), 3D TLC, rychlost čtení 7000MB/s, rychlost zápisu 6000 MB/s, životnost 800TBW	1 849,-
SSD	Kingston NV2 1TB	M.2 (PCIe 4.0 4x NVMe), rychlost čtení 3500 MB/s, rychlost zápisu 2100 MB/s, životnost 320TBW	1 099,-
Zdroj	Seasonic Focus 750 Gold Semi-modular	750W, ATX, 80 PLUS Gold, účinnost 87%, 4 ks PCIe (8-pin / 6+2-pin), 8 × SATA, odpojitelné kabely, aktivní PFC, tepelná regulace otáček a síťový vypínač, 120 mm ventilátor, Semi modulární, hloubka 140 mm	2 999,-
Grafická karta	AMD Radeon Graphics 2000 MHz	Integrovaná grafická karta	-
Cena celkem			18 553

(zdroj: vlastní zpracování)

Příloha 3 - Sestava pro kancelářské využití

Komponenta	Název produktu	Popis produktu	Cena s DPH (Kč)
Základní deska	GIGABYTE B550M AORUS ELITE	AMD B550, socket AMD AM4, 2× PCIe x16, PCI Express 4.0, 1× PCIe x1, 4× DDR4 4733MHz (OC), RJ-45 (LAN) 1Gbps, 4× SATA III, 2× M.2, DVI, HDMI, 8ch zvuková karta, formát mATX (Micro ATX)	2 459,-
Procesor	AMD Ryzen 7 5700G	osmijádrový, 16 vláken, 3,8 GHz (TDP 65W), Boost 4,6 GHz, 16MB L3 cache, AMD Radeon Graphics 2000 MHz, socket AMD AM4, Cezanne, box chladič, Wraith Stealth	4 490,-
Chladič na procesor	SilentiumPC Spartan 4 MAX	socket AM2, AM2+, AM3, AM3+, AM4, FM1, FM2 a FM2+, 1150, 1151, 1155, 1156 a 1200, 125 W, 1x120mm ventilátor, 3× heatpipe, max. rychlost 1600RPM, výška 143 mm, PWM	449,-
Paměť RAM	G.SKILL 32 GB KIT DDR4 3200MHz CL16 Gaming series Aegis	2x16GB, PC4-25600, CL16-18-18-38, napětí 1.35 V, Unbuffered a XMP 2.0	1 599,-

Skříň	Endorfy Ventum 200 Solid Black	ATX, mATX (Micro ATX) a mITX (Mini ITX), 1× 2,5", 2× 2.5"/3.5", USB 3.2 Gen 1, sluchátka a mikrofon, 1x120mm, max. výška chladiče 161 mm, max. délka grafické karty 315 mm, bez zdroje, bočnice ocelová	1 299,-
SSD	Kingston KC3000 NVMe 1 TB	M.2 (PCIe 4.0 4x NVMe), 3D TLC, rychlost čtení 7000MB/s, rychlost zápisu 6000MB/s, životnost 800TBW	1 849,-
SSD	WD Blue SN570 1 TB	M.2 (PCIe 3.0 4x NVMe), TLC (Triple-Level Cell), rychlost čtení 3500 MB/s, rychlost zápisu 3000 MB/s, životnost 600TBW	1 199,-
Zdroj	GIGABYTE P450B	450 W, ATX, 80 PLUS Bronze, účinnost 85 %, 2 ks PCIe (8-pin / 6+2-pin), 6 × SATA, aktivní PFC, tepelná regulace otáček a síťový vypínač, 120 mm ventilátor, ne modulární, hloubka 140 mm	929,-
Grafická karta	AMD Radeon Graphics 2000 MHz	Integrovaná grafická karta	-
Cena celkem			14 273,-

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Matyáš Hertl		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	Podniková ekonomika a manažerská informatika		
NÁZEV PRÁCE	Kam kráčíš, hardware?		
VEDOUČÍ PRÁCE	Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.		
KATEDRA	KI - Katedra informatiky	ROK ODEVZDÁNÍ	2023
POČET STRAN	44		
POČET OBRÁZKŮ	6		
POČET TABULEK	0		
POČET PŘÍLOH	3		
STRUČNÝ POPIS	<p>Bakalářská práce se zaměřuje na hardware současných počítačů s návrhem hardwaru pro různé případy využití, včetně herní sestavy, sestavy pro domácí a kancelářské využití, superpočítače a kvantového počítače. Začátek obsahuje popis výpočetních systémů, architektury von Neumann a harvardské, a detailní rozbor komponent výpočetního systému. Později byly vytvořeny návrhy hardwaru pro každý případ využití s jejich následným vyhodnocením. Práce také poskytuje přehled aktuálních komponent na Českém trhu a diskutuje speciální typy počítačů, jako jsou superpočítače a kvantové počítače</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Hardware, Sestava, Superpočítač, Kvantový počítač, Komponenty, PC		

ANNOTATION

AUTHOR	Matyáš Hertl		
FIELD	Business Informatics		
THESIS TITLE	Quo Vadis, hardware?		
SUPERVISOR	Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.		
DEPARTMENT	KI - Department of Informatics	YEAR	2023
NUMBER OF PAGES			
	44		
NUMBER OF PICTURES			
	6		
NUMBER OF TABLES			
	0		
NUMBER OF APPENDICES			
	3		
SUMMARY			
	<p>The bachelor's thesis focuses on the hardware of contemporary computers, presenting a hardware design proposal for various use cases, including a gaming setup, a home and office setup, a Supercomputer, and a quantum computer. The beginning encompass descriptions of computing systems, von neumann and harvard architectures, along with a detailed analysis of computer system components. Later hardware proposals were developed for each use case, followed their evaluation. The thesis also provides an overview of current components in the czech market and discusses special types of Computers, such as supercomputers and Quantum computers.</p>		
KEY WORDS			
	<p>Hardware, Setup, Supercomputer, Quantum Computer, Components, PC</p>		