

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra využití strojů**



**Bakalářská práce**

**Návrh expertního systému pro kompletaci PC**

**Tomáš Brychnáč**

© 2024 ČZU v Praze



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Brychnáč

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

**Návrh expertního systému pro kompletaci PC**

Název anglicky

**Design of an expert system for PC assembly**

---

## Cíle práce

Cílem práce je navrhnout a sestavit expertní systém, který na základě vnitřní databáze a pokynů obsluhy doporučí vybrané komponenty a upozorní na případné chyby.

## Metodika

1. analýza základních modulů dnešních osobních počítačů
2. explanace klíčových parametrů v jednotlivých modulech
3. komparace různých sestav a jejich modelace
4. syntéza optimální sestavy
5. abdukce sledovaných parametrů
6. realizace modelu a jeho ověření
7. diskuse, potvrzení/vyvrácení hypotézy

**Doporučený rozsah práce**

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

**Klíčová slova**

konstrukce PC, HW, databáze, expertní systém

---

**Doporučené zdroje informací**

Horák, J.: Stavíme si počítač, Computer Press, 2008,

Šimková, D.: Hardware pro začátečníky, Grada, 2005

Zaoral, O., Tkáč, J.: Průvodce světem kapesních počítačů. Grada, 2010



---

**Předběžný termín obhajoby**

2023/2024 LS – TF

**Vedoucí práce**

Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra využití strojů

---

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2023

**doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2023

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 23. 10. 2023

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Návrh expertního systému pro kompletaci PC" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.3.2024

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Zdeňkovi Votrubovi, Ph.D. za pomoc při výběru tématu práce a vstřícnost během konzultací. Také děkuji své rodině za neustálou podporu během studia.

# Návrh expertního systému pro kompletaci PC

## Abstrakt

Práce se zabývá teoretickým rozbořem expertních systémů – jejich vývoje, funkce, částí a využití v praxi. Následně jsou popsány komponenty osobního počítače s důrazem na parametry ovlivňující kompatibilitu a také výkon. Po shrnutí teoretické části následuje tvorba návrhu expertního systému, který bude ve výsledné podobě reprezentován počítačovou aplikací sloužící k usnadnění výběru kompatibilních PC komponent.

**Klíčová slova:** konstrukce PC, HW, databáze, expertní systém

# **Design of an expert system for PC assembly**

## **Abstract**

The thesis deals with the theoretical analysis of expert systems – their development, function, components and practical applications. Subsequently, the components of a personal computer are described with emphasis on parameters affecting compatibility and performance. The summary of the theoretical part is followed by the development of an expert system design, which will ultimately be represented by a computer application used to facilitate the selection of compatible PC components.

**Keywords:** PC assembly, HW, database, expert system



# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>2</b>
2.1 Cíl práce .....	2
2.2 Metodika .....	2
<b>3 Expertní systémy .....</b>	<b>3</b>
3.1 Definice .....	3
3.2 Historie .....	3
3.3 Uplatnění .....	4
3.3.1 Telekomunikace a síť .....	4
3.3.2 Zdravotnictví.....	4
3.3.3 Aditivní výroba .....	5
3.4 Části systému .....	5
3.4.1 Uživatelské rozhraní .....	5
3.4.2 Vysvětlovací modul .....	6
3.4.3 Inferenční mechanismus .....	6
3.4.4 Databáze.....	7
3.4.5 Báze znalostí .....	8
3.5 Architektura.....	9
3.5.1 Prázdné ES.....	9
3.5.2 Dedikované ES .....	9
<b>4 Komponenty osobního počítače .....</b>	<b>10</b>
4.1 Problematika kompatibility .....	10
4.2 Základní deska .....	10
4.2.1 Patice.....	11
4.2.2 Čipová sada.....	13
4.2.3 Formát.....	14
4.3 Procesor.....	14
4.3.1 Výrobce.....	16
4.3.2 Série – generace .....	17
4.4 Operační paměť .....	20
4.4.1 Typ (DDR4, DDR5) .....	22
4.4.2 XMP, EXPO .....	22
4.5 Chlazení.....	23
4.5.1 Maximální chladičí kapacita dle TDP .....	23
4.5.2 Podpora paticí a fyzikální rozměry chladičů CPU.....	24
4.6 Počítačová skříň .....	24

4.7	Počítačový zdroj .....	25
4.8	Vazby mezi komponentami .....	26
<b>5</b>	<b>Tvorba návrhu expertního systému.....</b>	<b>28</b>
5.1	Výběr provedení .....	30
5.2	Popis funkce .....	30
5.3	Datový soubor .....	31
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>32</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>33</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>36</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – jednoduché schéma částí ES .....	5
Obrázek 2 – příklad základní desky s popisem hlavních částí.....	11
Obrázek 3 – schématické zobrazení zmíněných patič ..... 11	11
Obrázek 4 – porovnání formátů základních desek.....	14
Obrázek 5 – graf podílů firem na trhu .....	17
Obrázek 6 – latence a rychlosti operační paměti a vyrovnávací paměti.....	21
Obrázek 7 – vazby mezi komponentami.....	26
Obrázek 8 – postup při volbě komponent.....	27
Obrázek 9 – znázornění analogie mezi vytvořeným návrhem ES a obecným ES .....	29

## Seznam tabulek

Tabulka 1 – seznam patič pro osobní počítače a pracovní stanice a série s příklady kompatibilních CPU .....	12
Tabulka 2 – porovnání parametrů mezi čipovými sadami .....	13
Tabulka 3 – porovnání vybraných parametrů pamětí DDR4 a DDR5.....	22
Tabulka 4 – minimální účinnosti nutné pro certifikaci při specifikované zátěži .....	25

## Seznam použitých zkratek

AI – Artificial Intelligence  
AMD – Advanced Micro Devices  
ATX – Advanced Technology Extended  
BCLK – Base Clock  
BGA – Ball Grid Array  
CNC – Computerized Numerical Control  
CPU – Central Processing Unit  
DDR – Double Data Rate  
DIMM – Dual Inline Memory Module  
eATX – Extended Advanced Technology Extended  
ECC – Error Correction Code  
ES – Expert System  
EXPO – Extended Profiles for Overclocking  
GPU – Graphics Processing Unit  
HDMI – High Definition Multimedia Interface  
HEDT – High-End Desktop  
HT – Hyperthreading  
IO – In/Out  
IPC – Instruction per Cycle  
LGA – Land Grid Array  
mATX – Mini Advanced Technology Extended  
mITX – Mini Information Technology Extended  
PC – Personal Computer  
PCIe – Peripheral Component Interconnect Express  
PGA – Pin Grid Array  
PCH – Platform Controller Hub  
PSU – Power Supply Unit  
RAM – Random Access Memory  
SATA – Serial Advanced Technology Attachment  
SDRAM – Synchronous Dynamic RAM  
SLS – Selective Laser Sintering  
SMT – Simultaneous Multithreading  
TDP – Thermal Design Power  
TSMC – Taiwan Semiconductor Manufacturing Company  
UEFI – Unified Extensible Firmware Interface  
USB – Universal Serial Bus  
XMP – Extreme Memory Profile

# 1 Úvod

Stavba osobního počítače může být pro mnoho uživatelů poměrně obtížná, časově náročná či vyloženě nechtěná činnost, a tak si raději vybírají předem sestavené celky, se kterými odpadají téměř veškeré obavy o funkčnost za cenu možnosti přesného výběru veškerých komponent. Sice se s postupem času nároky na potřebnou vědomost a zručnost snižují, ale i nadále platí, že již samotné vybírání součástí počítače může být problematické, obzvláště když se dotyčný nezajímá o hardware. Při výběru komponent z libovolného online obchodu s počítačovým hardwarem je patrné, že od jediného výrobce existuje několik variant produktů, které jsou pojmenované podobně a pro každého není nutně patrné, v čem jsou od sebe odlišné. Ačkoliv se v poslední době e-shopy snaží zákazníkům usnadnit výběr komponent popisem, nabídkami na sestavení a všelijakými rádci výběru, tak i v těchto službách a informacích u produktů občas nebývají zcela správné údaje a stále je možné chybovat. Ať už se jedná o procesor, základní desku či operační paměť, tak každá tato komponenta určuje, zda půjde sestava vůbec složit, bude funkční, nebo bude v jisté míře určovat výkon a jiné výsledné vlastnosti. Proto je důležité vždy hledat optimální poměr mezi klíčovými komponentami. Právě díky poměrně četnému množství moderních modulů je vhodné pro laické uživatele vytvořit program, který jim usnadní, nebo alespoň potvrdí vzájemné fungování vybraných prvků.

Expertní systém se jeví jako vhodné řešení tohoto problému, protože bude sloužit jako poradce pro uživatele, který potřebuje vybrat, zda dostupné komponenty budou kompatibilní.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem práce je definice základních parametrů expertních systémů pro výběr komponent PC, dále popis komponent osobního počítače, a to jejich klíčových parametrů a vlivu na výkon. Především bude kladen důraz na vysvětlení tématu problematiky kompatibility těchto komponent. Již teoretická část bude uvádět, které části osobního počítače jsou naprosto zásadně ovlivněny kompatibilitou a které prvky je také vhodné pečlivě prozkoumat, zda budou například odpovídat specifickým požadavkům uživatele. Následovat bude návrh a tvorba programu, který uživateli usnadní práci při vybírání funkčního celku či ověření již vybraných modulů dostupných v předem definovaném datovém souboru, který bude snadno rozšiřitelný.

### **2.2 Metodika**

Pro vytvoření programu je nutné nejprve představit komponenty ovlivněné problematikou kompatibility a popsat jejich klíčové parametry a vazby. Zmíněné budou i součásti, které nebudou v programu přímo zvolitelné z důvodu extrémního množství dostupných variant, jako například počítačové zdroje a jejich přesné fyzikální rozměry. Následně po analýze a popisu komponent je možné začít vytvářet znalostní bázi expertního systému, která bude obsahovat pravidla ohledně nejdůležitějších součástí sestavy a nejkritičtějších parametrů. Podle nastavených pravidel a zvoleného typu datového souboru bude navržený systém uživateli nabízet pouze kompatibilní prvky. Program bude tvořen pomocí objektového programovacího jazyka Visual Basic. Alternativně by bylo možné použití specializovaného programovacího jazyka/prostředí (např. CLIPS, PROLOG, EZ-Xpert). Testování funkčnosti bude zkoumáno manuálním testováním provedeném několika různými uživateli, kteří budou seznámeni s vazbami mezi klíčovými komponentami. Dotyční následně ověří či vyvrátí správnou funkčnost a ideálně podají zpětnou vazbu.

## 3 Expertní systémy

### 3.1 Definice

Definice expertního systému (ES) není jednotná, avšak z mnoha znění vyplývá, že se jedná o systém, například v podobě počítačového programu, který dokáže simulovat rozhodování a znalosti člověka, který je expert v daném uplatnění a mohou ho v těchto případech částečně až kompletně zastat. (1, 2)

### 3.2 Historie

Historie expertních systémů sahá zpět do 70. let 20. století, kdy se začala rozvíjet umělá inteligence v oblasti zpracování a reprezentace dat od expertů. Expertní systémy představují specifický druh softwaru navržený k modelování rozhodovacích procesů lidských expertů v určitém oboru. Tyto systémy se staly jedním z prvních úspěšných výsledků v oblasti aplikované AI. (3, 4)

V počátečních fázích vývoje ES byl klíčovým prvkem pravidlový systém, anglicky rule-based system. Tato technologie byla revoluční v tom, že umožňovala definování pravidel pro rozhodovací procesy, které byly následně implementovány do softwarového prostředí. Expertní systémy byly považovány za inovativní způsob přenosu lidské odbornosti do digitální formy. (3)

Pro návrh a vytvoření expertního systému byl nezbytný odborník známý jako znalostní inženýr. Tento jedinec studoval rozhodovací procesy lidských expertů a převáděl je do podoby, kterou počítač mohl interpretovat a využívat. Disciplína, která se tímto procesem zabývá je označována jako znalostní inženýrství. (1, 3)

Jedním z prvních významných kroků v oblasti ES byl vznik systému EMYCIN, což byl prázdný ES, tzv. shell, do kterého bylo možné zavést znalostní bázi pro vlastní účel. Tento systém vycházel z předchůdce MYCIN, lékařského diagnostického systému. Počátkem 80. let se začaly objevovat poměrně úspěšné systémy, které dokázaly až s 90% úspěšností nahradit lidského experta, jako například zmíněný MYCIN, dále pak PUFF – CENTAUR, který asistoval při diagnostice plicních onemocnění, a PROSPECTOR, který sloužil k určení pravděpodobnosti a lokalizaci kovů a cenných materiálů. (1, 3)

V současné době jsou expertní systémy ve vědeckém prostředí občas označovány za zastaralé, jelikož je jejich princip již velice důkladně prozkoumán a možnost zásadnějšího vývoje je nepravděpodobná. (1–3)

### 3.3 Uplatnění

Expertní systémy jsou vhodné pro použití v mnoha oborech, v následujících podkapitolách budou uvedeny příklady uplatnění, využití a zástupci konkrétních systémů.

#### 3.3.1 Telekomunikace a sítě

S rostoucí komplexitou moderních telekomunikačních sítí se expertní systémy uplatní i v tomto odvětví. Funkčnost a spolehlivost sítí se odvíjí od nastavení a správy, která vyžaduje kooperaci mezi systémem a obsluhou. Moderní systémy mohou sloužit k následujícím účelům:

- detekce selhání – poskytují detekci, diagnostiku, obnovu a opravu chyb, které se mohou vyskytnout. Příkladem expertního systému je ANSWER firmy AT&T, který byl navržen ke správě 4ESS přepínačů jmenované firmy. (5)
- nastavení konfigurace – slouží administrátorům sítě k nastavení komponent v síti a předejití chybnému nastavení. Příkladem systému je ECXpert, který má za úkol detekovat a napravovat selhání. (5)
- určení finančních dopadů zavedení sítě – systémy s tou funkcí predikují cenu zavedení nové sítě ve vybrané lokalitě. APRI je systém který, firmě AT&T předpovídá pravděpodobnost zadlužení způsobené výstavbou nové sítě. (5)

#### 3.3.2 Zdravotnictví

Hlavním účelem expertních systémů ve zdravotnictví je diagnostika onemocnění, která mají více příznaků a jsou tedy velice obtížné určit. Systémy mohou buďto diagnostiku uživateli zjednodušit, nebo ji potvrdit či vyvrátit. Již byl zmíněn systém MYCIN, ale příkladem novějšího systému je CADUCEUS, který údajně pokrývá až 85 % znalostí z vnitřního lékařství. (5)



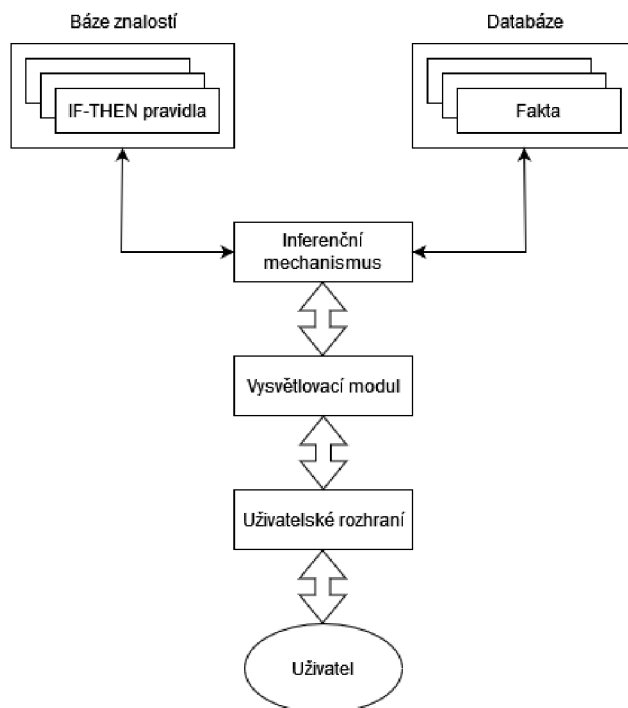
### 3.3.3 Aditivní výroba

V poslední době se také pojednává o uplatnění expertních systémů v odvětví metalurgie – konkrétně v aditivní výrobě. Expertní systém by výrobcům podle pravidel radil, jakou technologii (př.: SLS (Selective Laser Sintering), tryskání pojiva či subtraktivní metody jako CNC) je pro výrobek vhodné využít a tím snížit náklady na materiál, energii a snížit tak uhlíkovou stopu. Expertní systém MSUSTAIN2 byl vyvinut právě pro tyto účely a měl by dosahovat nulové nejistoty výběru vhodné technologie (při práci s nerezovou ocelí 316L). Testování prokázalo, že predikce spotřeby energie stanovená programem dosahovala až 96% úspěšnosti. (6)

## 3.4 Části systému

Expertní systém se skládá z několika zásadních částí. Schéma jednoduchého ES je zobrazeno na obrázku 1.

Obrázek 1 – jednoduché schéma částí ES



Zdroj: (3)

### 3.4.1 Uživatelské rozhraní

Přehlednost, použitelnost a jednoduchost obsluhy expertního systému silně závisí na kvalitě uživatelského rozhraní, které tvoří prostředí komunikace mezi uživatelem a systémem. Zda je rozhraní tvořeno graficky, ryze textově (v podobě příkazové řádky) či hybridně se plánuje

již při návrhu expertního systému. Z mnoha důvodů se obvykle upřednostňuje grafické rozhraní, obzvláště pak kvůli jeho uživatelské přívětivosti. Uživatel má samozřejmě možnost zadávat příkazy a odpovídat na otázky v obou zmíněných podobách. Systém reaguje na příkazy a během inferenčního procesu klade otázky. Dialog systému může mít různé podoby – uživatel má možnost přímo zadávat odpovědi na dotazy slovy, výběrem „Ano“ a „Ne“, nebo může rozhraní nabízet přednastavené dialogové možnosti. Opět je samozřejmé, že může platit kombinace všech zmíněných variant s ohledem na komplexnost dotazu. Pokročilá rozhraní využívají různé metody, jako jsou vyskakovací nabídky a okna pro přehledné zobrazení dotazů, grafů, tabulek atd. Skrze uživatelské rozhraní má uživatel obvykle možnost sledovat postup dosaženého závěru, pochopit, proč byl tento závěr vyvozen, monitorovat aktuální činnost systému a pochopit „myšlenkové pochody“ za dosaženým výsledkem. (3)

#### **3.4.2 Vysvětlovací modul**

Vysvětlení uživateli, jakým způsobem systém dospěl ke svým závěrům je v mnoha případech důležité a žádané. Cílem vysvětlovacího modulu je tedy uživatele seznámit s postupem, který byl proveden k dosažení výsledku. Systém může obsluhu přímo vypsat pravidla, která byla použita během inferenčního procesu, jakožto způsob vysvětlení výsledků, avšak v některých případech pravidla uživateli téměř nic smysluplného nesdělí. To je způsobeno tím, že pravidla expertního systému obvykle představují empirické znalosti, nikoliv hluboké porozumění problému, které by jednoduše vystihlo proces vedoucí k závěru. V některých diagnostických systémech například existují pravidla spojující symptomy s problémy, ale nejsou zde pravidla, která by popisovala, proč jsou konkrétní symptomy spojeny s danými problémy. Vysvětlení jsou ovšem vždy cenná pro znalostního inženýra. Analyzováním vysvětlení může znalostní inženýr lépe porozumět tomu, jak se systém chová a jak vzájemně interagují pravidla a data. V ideálním případě je vysvětlovací modul nakonfigurován tak, aby byly odpovědi stručné, srozumitelné a zároveň odborné. (3)

#### **3.4.3 Inferenční mechanismus**

Inferenční mechanismus je část expertního systému, která provádí logické usuzování a interpretuje pravidla z báze znalostí. Jedná se o počítačový program, který aplikuje pravidla a znalosti z báze znalostí na data báze faktů. Vždy je vybíráno pravidlo, které splňuje všechny dané podmínky, následně jsou provedeny související postupy a výsledky

jsou uloženy do databáze. V podobě programové logiky je funkce následující: pokud je část IF (podmínka) pravidla odpovídající faktu, pravidlo je považováno za aktivované, a jeho část THEN (akce) je provedena. Tento postup je aplikován, dokud podmínky odpovídají faktům nebo dokud není dosaženo výsledku. (3)

Metody, které se běžně u pravidlových systémů pro inferenční mechanismus využívají jsou dvě, a to přímé a zpětné řetězení. V praxi se často využívá kombinace obou metod z důvodu vyšší účinnosti. (2, 4)

- Přímé řetězení, někdy označované jako strategie řízená daty, je postup, při kterém se od známých počátečních údajů (faktů) postupně odvozují nové údaje. Nově vzniklá fakta se následně porovnávají s pravidly z báze znalostí. Vznikají tak další nové údaje, které jsou obdobným způsobem vytvářeny, dokud není možné nová fakta generovat, nebo bylo již zjištěno finální řešení. Patrná nevýhoda této metody je vznik obrovského množství dat, která mohla být vygenerována kombinací pravidel a faktů, které nejsou zásadní pro dosažení cíle, a je tedy složitější než metoda zpětného řetězení. Výhodou je pak možnost nalezení vícero řešení, které druhá metoda nezjistí. (2, 3)
- Zpětné řetězení, občas známé jako strategie řízená cílem, je metoda pro ověření stanoveného cíle se znalostí vstupních dat. Od cíle se odvíjí postup, kterým by bylo možné stejného cíle dosáhnout. Obvyklý princip zpětného řetězení je takový, že se v bázi znalostí hledá pravidlo, které vyvozuje předurčený cíl. Pokud takové pravidlo neexistuje, potom se hledají závěry, které by pomohly splnit neznámou část cíle a dojde tím ke vzniku tzv. podcílů. Následně jsou podcíle řešeny podobným způsobem – ve znalostní bázi jsou hledána pravidla vyvozující podcíle a následně do vyřešení vzniklých podcílů či prokázání původního cíle se postup opakuje. (2, 3)

#### 3.4.4 Databáze

Databáze (jiné možné označení je pracovní úložiště) obsahuje fakta, která jsou používána inferenčním mechanismem ke shodě s částí pravidla (předpokladem) k nalezení závěru. Obsahuje data specifická pro řešený problém a na rozdíl od báze znalostí, která svá data používá opakovaně pro každý případ, se tato data vztahují ke konkrétnímu případu. Příklady ukládaných dat jsou uživatelem zodpovězené dotazy, data z vnějších zdrojů, mezivýsledky odvozování a dosud dosažené výsledky. (3)

### 3.4.5 Báze znalostí

Báze znalostí je klíčovou komponentou expertních systémů. Jsou v ní totiž uloženy znalosti získané od experta a jsou zapsány znalostním inženýrem v podobě, která může nabývat více podob. Obsažená data jsou interpretována formou pravidel a běžně jsou zapsány logikou IF – THEN. Tyto pravidla jsou často dále rozšířené o další logické funkce typu AND, OR atd. a mohou reprezentovat relace, doporučení, instrukce či heuristiku, Příklad zápisu může být následující. (2–4)

1. Obecný zápis: IF procesor je Intel Core i5 8400  
THEN kompatibilní patice je LGA1151
2. Relace: IF počítač nelze zapnout  
THEN počítač nelze použít
3. Doporučení: IF teplota procesoru přesahuje limit  
AND počítač se zasekává  
THEN zkontrolujte chladič procesoru
4. Instrukce: IF monitor nepřijímá signál  
AND počítač obsahuje dedikovanou grafickou kartu  
AND procesor neobsahuje integrované grafické jádro  
AND HDMI kabel je zapojený do základní desky  
THEN zapojte HDMI kabel do grafické karty
5. Heuristika IF počítač se při zátěži restartuje  
AND teplota procesoru >  $T_{jMAX}$   
AND počítač nebyl za pět vyčištěn  
AND počítač se nachází v prašném prostředí  
AND s počítačem se nemanipulovalo a před týdnem fungoval  
THEN chybu způsobuje ucpaný chladič procesoru

Další způsoby reprezentace znalostí mohou být:

- Objekty – jsou vhodné, pokud je přínosné zavedení hierarchického řazení pravidel
- Rámce – jedná se o rozsáhlé datové struktury, které v sobě obsahují objekty, třídy atd.
- Logické formulace – používají se pro případy, kdy není nutné řešit neurčitost

Jak bylo již zmíněno, pravidla z báze znalostí se používají neustále dokola a nemění se, pokud změnu neprovede znalostní inženýr či nejsou data doplněna pomocí modulu pro zadání dat.

### 3.5 Architektura

Architektura expertních systémů se dá rozdělit na systémy prázdné a dedikované, které se dále dají dělit na diagnostické, plánovací a hybridní.

#### 3.5.1 Prázdné ES

Tato skupina expertních systémů se také v anglické literatuře nazývá „shell“ a jedná se o systémy bez báze znalostí a dat. Účel tohoto systému připomíná spíše šablonu, ze které se po vložení báze znalostí a databáze stane orientovaný systém. Prázdné ES jsou ve výsledku nástrojem vhodným k usnadnění a urychlení tvorby orientovaného systému s využitím v menších a středně velkých firmách. Obvykle mají prázdné systémy uživatelské rozhraní, které znalostnímu inženýrovi usnadňuje vytváření znalostí báze. Různé prázdné ES mají opět rozdílné způsoby reprezentace znalostí ve znalostní bázi, příkladem je forma pravidel, dále stromové větvení a objekty/rámce. Databáze je pak podobně, jako již bylo zmíněno, tvořena např. SQL databází. Mezi zástupce shell systémů patří ES-Builder, EZ-Xpert, RuleWorks a EXSYS. (4, 7–9)

#### 3.5.2 Dedikované ES

Dedikované systémy jsou orientované na řešení úloh s konkrétním cílem. Mají prvky, jako například řídicí mechanismus a reprezentaci dat spojenou s konkrétním problémem a málokdy bývají použitelné mimo svoji zamýšlenou aplikaci. Dají se obtížně, pokud vůbec, přeorientoval na jiný účel. (4)

## 4 Komponenty osobního počítače

### 4.1 Problematika kompatibility

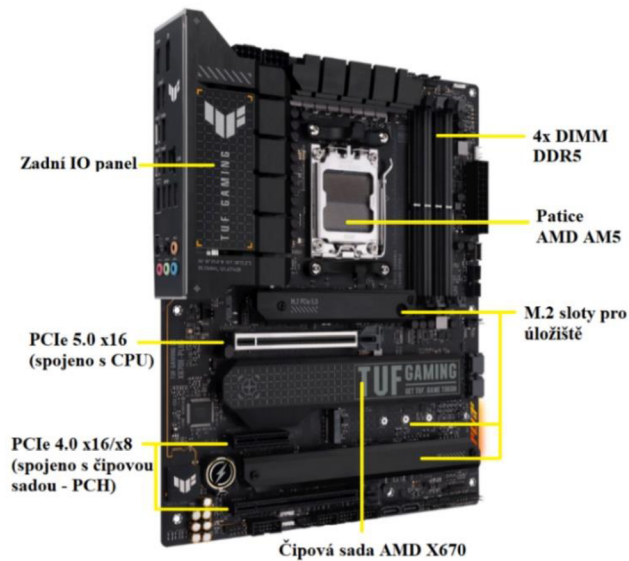
Kompatibilitou se myslí slučitelnost dvou či více komponent tak, aby výsledná sestava byla funkční. Každý rok až dva vycházejí od výrobců nové modely komponent, které mají nové specifikace, funkce atd. a i když mají stejné rozhraní, tak občas nemají zpětnou podporu ostatních produktů starší řady a je tedy nutné dávat pozor, co všechno se změnilo. V některých případech je po čase podpora zpětně zavedena, ale není to zaručené. Nejčastější změny se týkají procesorů a následně základních desek, které musí přizpůsobit typ patice, čipovou sadu a sběrnice pro zajištění funkčnosti. Co se počítačů týče, tak je kompatibilita prvků zásadní, ale dále je vhodné volit jednotlivé součásti tak, aby neomezovali funkčnost zbytku systému, nebo je specifikovat pro předpokládané využití. Parametry, které kompatibilitu určují budou více rozvedeny v následujících kapitolách. Grafické karty nebudou obsahem samostatné kapitoly, avšak jejich parametry související s problematikou budou u souvisejících komponent zmíněny.

### 4.2 Základní deska

Základní deska (motherboard či mainboard) je část počítače zajišťující komunikaci mezi všemi připojenými komponentami a periferiemi. Kromě komunikace také slouží jako platforma pro napájení všech připojených i integrovaných obvodů.

Mnoho parametrů počítače je dáno zvolenou základní deskou, hlavně však výrobcem a sérií procesoru, maximální počet připojených pevných disků, typ, kapacita a rychlost operační paměti, počet dostupných USB portů atd. Mezi nejpodstatnější charakteristické vlastnosti desek patří čipová sada, typ patice, dále formát desky, tedy její rozměry, a podstatné jsou také možnosti konektivity, kterou deska nabízí. Všechny zmíněné vlastnosti dosti dramaticky ovlivňují výběr ostatních komponent a případně periferií počítače. Na obrázku 2 je příklad základní desky s popisem základních částí.

Obrázek 2 – příklad základní desky s popisem hlavních částí

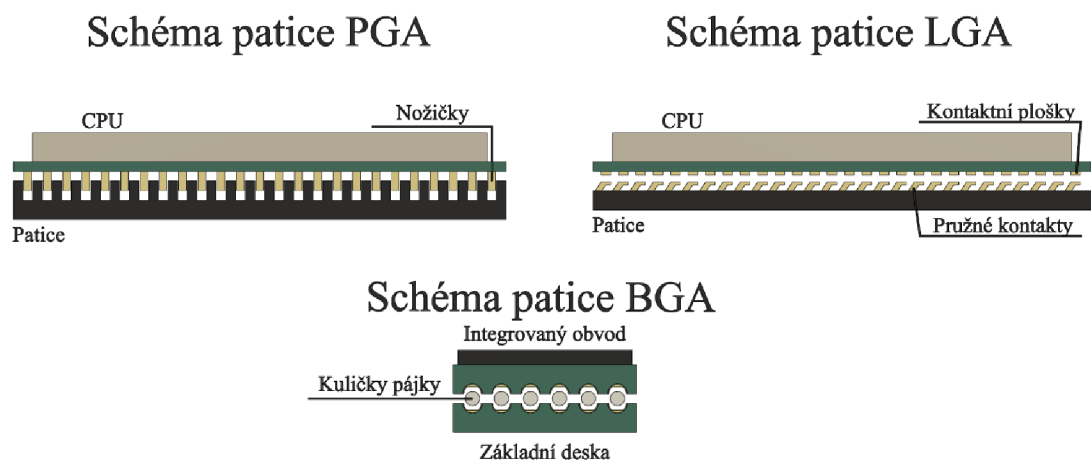


Zdroj: (10) – upraveno

#### 4.2.1 Patice

Patice je fyzickým rozhraním základní desky, do kterého se k desce pomocí elektricky vodivých kontaktů připojuje centrální procesorová jednotka (CPU). V dnešní době se používají tři hlavní způsoby připojení, a to PGA (Pin Grid Array) – patice má v sobě zdířky a procesor na sobě má kontakty v podobě nožiček, LGA (Land Grid Array) – z patice vystupují pružné kontakty a procesor je vybaven kontaktními ploškami a BGA (Ball Grid Array) – tištěný spoj desky i procesoru na sobě má kontakty, které jsou spojeny kuličkami pájky, které kontakty po zahřátí trvale spojí. Na obrázku 3 je schématické zobrazení paticí.

Obrázek 3 – schématické zobrazení zmíněných paticí



Zdroj: vlastní

Jednoznačně nelze určit, které provedení je nejlepší, jelikož má každé z nich své výhody a nevýhody. PGA patice jsou levné, nenáchylné na poškození a poměrně dobře odvádí teplo, ale nevýhodou je omezený počet kontaktů vzhledem k rozměrům. LGA má zásadní výhodu v možnosti osazení mnoha kontaktů na malý prostor. Nevýhodou je pak náchylnost na poškození a vyšší cena. BGA se pro připojení CPU u modulárních osobních počítačů již nevyužívá, jelikož se jedná o trvalý pájený spoj. Obrovskou výhodou této metody je znatelný odvod generovaného tepla do desky, která čipům s menším příkonem může sloužit jako pasivní chladič. Další výhodou jsou lepší elektrické vlastnosti – spoj má lepší el. vodivost nežli ostatní dvě metody. Zpravidla jsou touto metodou spojeny grafické procesory s deskou na grafické kartě. BGA se převážně tedy využívá pro obvody, které nejsou určeny k záměně jako např. GPU, paměťové moduly na grafických kartách a operačních pamětech atd.

U nejmodernějších desek se převážně vyskytují LGA patice právě díky vysoké možné hustotě kontaktů. Donedávna bylo poměrně nenáročné rozpoznat základní desku, která byla konstruována pro procesory firmy Intel a desku pro procesory AMD, jelikož Intel posledních deset let používal pouze patice LGA a AMD používalo s výjimkou patic pro HEDT (High-End Desktop) procesory Threadripper výhradně PGA patice. Po uvedení patice AMD AM5 v roce 2022, která je typu LGA, už není u nejmodernějších desek na první pohled jednoznačné, pro který procesor je stavěna. V tabulce 1 je zobrazen přehled používaných patic a kompatibilních procesorů za posledních osm let. (11, 12)

Tabulka 1 – seznam patic pro osobní počítače a pracovní stanice a série s příklady kompatibilních CPU

Rok uvedení	Patice	Typ	CPU + série	Počet kontaktů
2016	AMD AM4	PGA	Athlon 3000; Ryzen 1000–5000	1331
2017	AMD TR4	LGA	Threadripper 1000–2000	4094
2019	AMD sTRX4	LGA	Threadripper 3000	4094
2020	AMD sWRX8	LGA	Threadripper PRO 3000, 5000	4094
2022	AMD AM5	LGA	Ryzen 7000	1718
2023	AMD sTR5	LGA	Threadripper 7000	4844
2015	Intel LGA1151	LGA	Celeron 3900, 4900; Pentium 4000, 5000; Core 6000–9000	1151



2017	Intel LGA2066	LGA	Core 7000X(E)–10000X(E) Xeon W2102–W2295	2066
2020	Intel LGA1200	LGA	Celeron 5900; Pentium Gold 6000; Core 10000, 11000	1200
2022	Intel LGA1700	LGA	Celeron 6900; Pentium Gold 7000; Core 12000–14000	1700

Zdroj: (12, 13)

#### 4.2.2 Čipová sada

Čipová sada (chipset) základní desky je soubor integrovaných obvodů, který předává procesoru takovou část komunikace, která do procesoru není přímo směřována. V dnešní době je čipová sada občas nahrazována pojmem PCH (Platform Controller Hub), jelikož se topologie North bridge a South bridge poměrně dlouho nepoužívá, a právě kvůli dvojici čipů se čipová sada takto označovala. Typickým případem komunikace, která je zprostředkována přes čipovou sadu je PCI-express (pouze některé linky), USB, SATA, Ethernet a další. Desky pro osobní PC mají PCH více řad, které ovlivňují funkce, kompatibilitu a rozmanitost konektivity. Vhodně vybraná čipová sada základní desky je tedy velice podstatná pro zajištění požadované funkce sestavy. V tabulce 2 jsou uvedeny příklady různých řad jedné generace desek pro osobní počítače a některé jejich parametry.

Tabulka 2 – porovnání parametrů mezi čipovými sadami

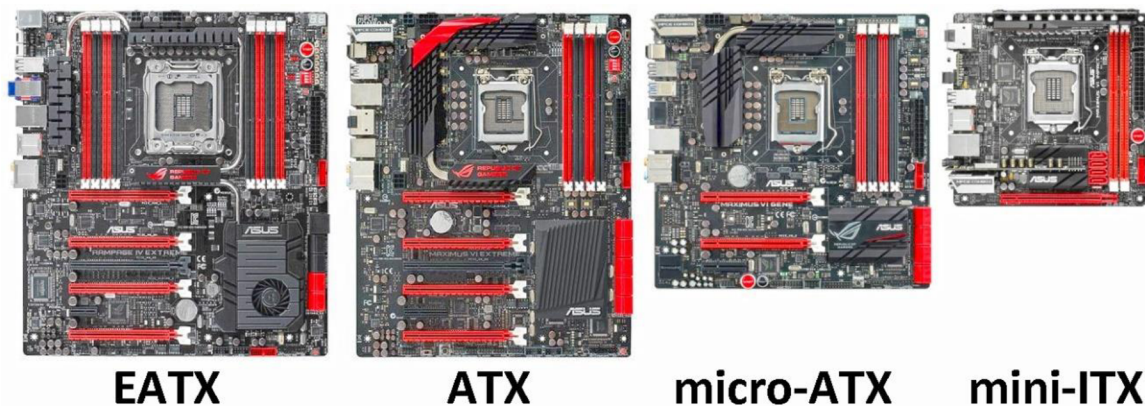
Název	Patice	Max. poč. PCIe 4.0 linek přes PCH	Taktování	USB 3.2 2x1 (10 Gb/s)	USB 3.2 2x2 (20 Gb/s)
A620(A)	AM5	0	NE	2	0
B650	AM5	8	ANO	6	1
B650E	AM5	8	ANO	6	1
X670	AM5	12	ANO	12	2
X670E	AM5	12	ANO	12	2
H610	LGA1700	0	NE	2	0
B660	LGA1700	6	ANO	4	2
H670	LGA1700	12	ANO	4	2
Z690	LGA1700	12	ANO	10	4

Zdroj: (14, 15)

### 4.2.3 Formát

Formáty desek používané v osobních počítačích jsou převážně standardizované a jsou čtyři specifikace, se kterými je možné se nejběžněji setkat. Nejmenší typ je známý jako mini ITX (mITX), který má rozměry  $170 \times 170$  mm a je tedy vhodný pro nejkompaktnější sestavy. Další formát je označen micro ATX (mATX), který má rozměry  $244 \times 244$  mm. Nejčastějším typem je ATX s rozměry  $305 \times 244$  mm. Možnou výjimkou ve standardizaci jsou v posledních letech poměrně často základní desky extended ATX (eATX), které výrobci často dimenzují podle svých potřeb a stejně je při nedodržení přesných rozměrů označují jako formát eATX, i když existuje obecně platný předpis popisující rozměry, které by desky měly mít –  $305 \times 330$  mm. Tento formát ovšem není rozšířený jako předchozí zástupci a je možné ho nalézt u nejdražších desek, které jsou cíleny pro entusiasty, nebo pro výkonné pracovní stanice s procesory HEDT, které mají větší rozměry nežli klasické provedení a mají více slotů na operační paměť, tudíž potřebují větší plochu k osazení všech potřebných součástí. Formáty desek jsou zásadním faktorem pro následný výběr počítačové skříně či naopak. Na obrázku 4 jsou příklady všech zmíněných formátů. (16)

Obrázek 4 – porovnání formátů základních desek



Zdroj: (17)

## 4.3 Procesor

Centrální procesorová jednotka (z anglického Central Processing Unit) je komponenta složená z jader, řadičů a registrů, která po obdržení dat vypočte zadanou úlohu a dalším komponentám pošle svůj výstup. Jedná se tedy o část počítače, která má nejzásadnější vliv na celkový výkon v optimálně navržené sestavě. Nejpodstatnějšími vlastnostmi procesorů jsou počet jader a vláken, kmitočet, velikost vyrovnávací paměti, počet instrukcí za cyklus (IPC), spotřeba a samozřejmě použité rozhraní.

Jádro procesoru je část, která je zodpovědná za početní úkony. Starší procesory měly pouze jedno jádro, ale s časem se nároky na výpočetní výkon zvýšily a počet jader se také zvyšoval. Výhoda více jader spočívá v možnosti výpočtu více úloh najednou. Dnešní procesory vyšší třídy (Ryzen 7 a 9, Core i7 a i9) mají od osmi do šestnácti jader, střední třídy (Ryzen 5 a Core i5) mají nejčastěji šest jader. Procesory pro kancelářské použití (Celeron, Pentium, Core i3, Athlon, Ryzen 3, ...) mají stále poměrně nízký počet jader, a to běžně čtyři. Serverové a HEDT CPU mohou mít mezi čtyřmi a sto dvaceti osmi jádry.

Moderní procesory také mají funkce jako je Hyperthreading (HT) pro Intel a Simultaneous Multithreading (SMT) pro AMD. Tyto technologie souvisí s pojmem vláken, což jsou virtuální jádra, která jsou vytvořena systémem pro danou aplikaci, pro kterou provádí požadované operace. Počet vláken je nejběžněji dvojnásobný oproti počtu jader. Výjimkou jsou procesory Intel Core 12. generace a novější, které mají dva druhy jader – výkonnostní (tzv. p-core) a úsporná (e-core). V tomto případě je počet vláken roven dvojnásobku jader výkonnostních sečtený s počtem jader úsporných. (18)

Kmitočet neboli takt či pracovní frekvence udává, kolik cyklů procesor provede za sekundu v jednotkách GHz. Cyklem se myslí změna stavu tranzistoru z logické 0 na 1. Frekvence procesoru je dána násobkem základní frekvence, známé jako BCLK (Base Clock) a násobiče. BCLK bývá standardně 100 MHz a násobiče se pohybují v desítkách (v dnešní době až šedesát). Základní frekvenci určuje čipová sada základní desky a většinou je možné ji v malých inkrementech/dekrementech měnit. Manipulace s touto veličinou ovšem nebývá příliš doporučena, jelikož BCLK ovlivňuje stabilitu všech prvků řízených oscilátorem desky, tedy operační paměť, některé integrované obvody atd. Pro tzv. taktování, které je prováděno za účelem změny kmitočtu požadované komponenty jsou obvykle dostupné vhodnější metody. Nejběžnější metodou bývá změna zmíněného násobiče. Tato metoda však není dostupná na všech procesorech a na některých základních deskách se staršími čipovými sadami nižší třídy. Modernější metody jsou Intel Turbo Boost a AMD Precision Boost Overdrive. Obě funkce mají podobný princip – dokud procesor nedosahuje kritické teploty, tak má „neomezený“ limit spotřeby a v důsledku vyšší možné napětí na jádro, díky kterému se frekvence procesoru může zvyšovat oproti základnímu taktu. Dále mají některé procesory možnost nastavení křivky maximálního napětí na jádro v závislosti na frekvenci a tím ve výsledku dosáhnou stejné spotřeby, a tudíž teploty a vyšší frekvence. Správné nastavení však vyžaduje jisté zkušenosti a následně je zásadní důsledné testování stability. Na závěr je nutné

zmínit, že procesory různých výrobců a také jiné architektury nelze porovnávat pouze podle frekvence, jelikož výkon procesoru je dán mnoha faktory. (19, 20)

Vyrovňovací paměť (cache) procesoru má úlohu extrémně rychlého úložiště, které je mostem mezi operační pamětí a procesorem. Dočasně se na ní ukládají úlohy, které jsou bezprostředně určeny k výpočtu procesorem. Cache má tři úrovně, a to L1, L2 a L3. Paměti L1 jsou nejrychlejší, ale mají omezené úložiště – běžně řádu desítek až stovek KB, výjimečně nízkých jednotek MB (u procesorů pro osobní počítače). L3 jsou nejpomalejším typem vyrovňovací paměti, ale zase mají znatelně vyšší kapacitu nežli L1 paměti, a to běžně v desítkách MB. (21–23)

Parametr IPC popisuje průměrný počet provedených instrukcí za jeden cyklus. Téměř nikde není tento parametr přesně vyčíslený a ani není příliš dobře porovnatelný mezi procesory stejného výrobce jiné architektury. Přesto je tato metrika vždy výrobcem zmiňována při prezentaci nových produktových řad jakožto procentuální nárůst oproti minulé generaci. Možným způsobem testování IPC je uzamčení frekvence zkoumaných procesorů, které mají stejný počet jader a sledování výsledků zátěžových testů. Podle výsledku je teoreticky možné určit, který procesor má vyšší IPC. Kombinace IPC, pracovní frekvence a počtu jader bývá používána ke kvantifikaci výkonu CPU, ačkoliv jsou nejmodernější procesory podle parametrů často neporovnatelné.

Spotřeba je dalším podstatným parametrem, který je nutné při výběru zohlednit. Podle spotřeby vybraného procesoru se totiž odvíjí nutnost výběru adekvátní základní desky, která je schopna požadovaný výkon dodávat, a především dostačujícího chladiče CPU. Spotřeba bývá udávána jako parametr TDP (Thermal Design Power), avšak ve skutečnosti tento údaj nepředstavuje příkon, ale tepelný výkon vyzařovaný procesorem. Firmy Intel i AMD ovšem TDP počítají jiným vzorcem a nejsou tedy mezi sebou přímo srovnatelné.

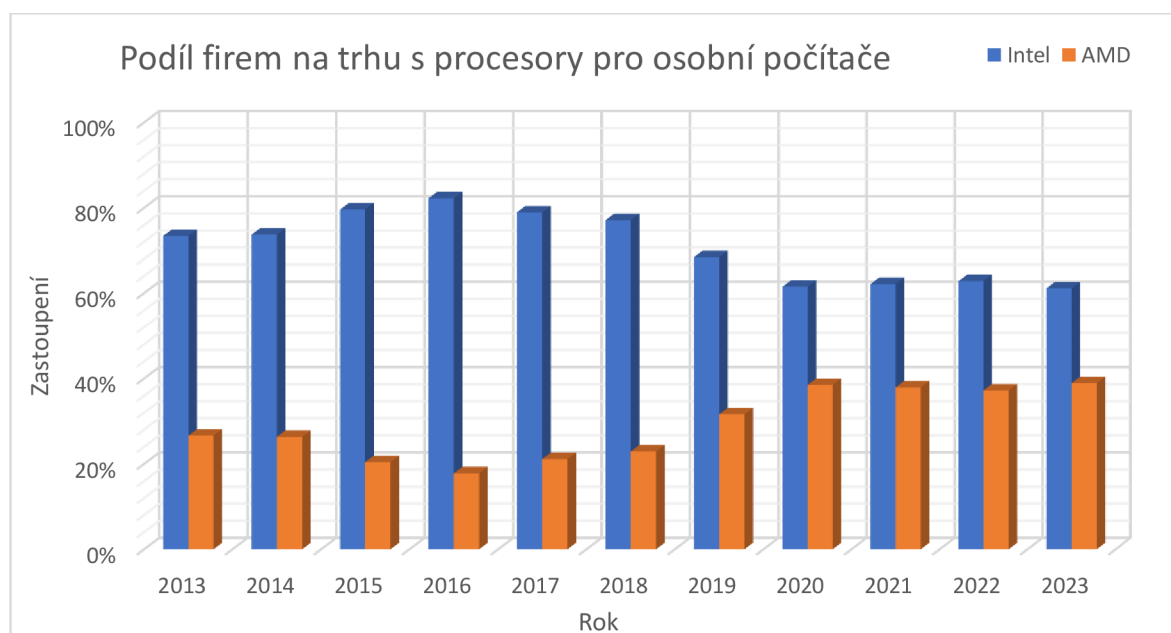
Rozhraní procesorů přímo souvisí s již představenými patičkami základních desek, a tak nebude dále popisováno.

#### 4.3.1 Výrobce

V současnosti jsou na trhu centrálních procesorových jednotek pro osobní počítače pouze dva významní výrobci, a to Intel a AMD. Intel má již více než deset let vyšší podíl na trhu s procesory architektury x86 oproti AMD, jak je možné vidět na obrázku 5. S uvedením

procesorů AMD Ryzen se však podíl obou firem začal pomalu srovnávat. Převaha Intelu byla dána především dlouhou nekonkurenceschopností procesorů firmy AMD, která v posledních letech využila stagnace vývoje konkurenčních CPU a začala konečně nabízet lukrativní produkty. AMD taktéž zásadně začíná zvyšovat svůj podíl na trhu se serverovými procesory. Dalším rozdílem mezi procesory je původ křemíku – Intel má vlastní výrobní zařízení, zatímco AMD má výrobu domluvenou s TSMC. Obecně tento rozdíl nehraje významnou roli, avšak během světové pandemie roku 2020 mělo TSMC značné prodlevy dodávek křemíku a AMD tak nebylo schopné uvést na trh dostatečné množství právě přestavené řady procesorů Ryzen 5000.

Obrázek 5 – graf podílů firem na trhu



Zdroj: (24)

#### 4.3.2 Série – generace

Procesory firmy Intel se dají rozdělit na tyto série:

- Celeron – procesory s tímto označením jsou nejméně výkonnou řadou určenou k nenáročným kancelářským pracím nebo k aplikacím, kde je významná co nejnižší spotřeba elektrické energie. Většinou mají dvě jádra a dvě vlákna – nemají tedy Hyperthreading (výjimkou jsou procesory generace 7000, které mají jedno p-core a čtyři e-core). Takt procesorů bývá maximálně do 3,5 GHz. Kódy značení nejsou příliš uživatelsky přívětivé, jelikož nemají pevně danou strukturu a logickou návaznost, ale příkladem může být následující kód – Celeron G6900, G, J, N či žádný

znak bývají typickým označením pro procesory Celeron, první číslice značí generaci, tedy čím vyšší číslo, tím novější. Poslední tři číslovky udávají výkonovou řadu – čím vyšší, tím výkonnější. Možné jsou až dvě další písmena, která mohou značit vyšší nebo nižší spotřebu energie apod. (25)

- Pentium jsou procesory, které mají oproti řadě Celeron vyšší počet jader, a to většinou čtyři. Taktéž mají vyšší takt, který dosahuje až 4,4 GHz. Tyto procesory opět nemají funkci HT. Značení procesorů je znovu poměrně komplikované, jelikož je v podstatě obdobou značení řady Celeron. Je plánováno, že se od roku 2023 procesory Celeron a Pentium budou jmenovat jednotně, a to „Intel® Processor“. (26, 27)
- Core i3 jsou CPU s nejmenším počtem jader a jsou také nejlevnější v řadě Core. Běžným počtem jader bývají čtyři a tyto procesory již běžně mají HT, tudíž mají osm vláken. Nejnovější generace, konkrétně třináctá, má čtyři p-core, čtyři e-core a taktéž osm vláken. Pracovní frekvence dosahuje v turbo režimu až 4,5 GHz. Značení je následující: Core i3-10305 – první číslo (do generace 9000), nyní již první dvě čísla značí generaci a poslední tři čísla udávají opět výkonovou třídu. Desktopové procesory Intel core i3 mohou mít na konci ještě znak F, který udává, že procesor nedisponuje integrovaným grafickým čipem. (28)
- Core i5 bývá zlatým středem v ohledu celkového výkonu. Počet jader bývá šest s výjimkou posledních tří generací, kde mají některé modely opět kombinaci výkonnostních a úsporných jader a mají tedy až 20 vláken. Frekvence procesorů dosahuje až 5,3 GHz. Značení funguje na obdobném principu jako u řady i3, ale od řady i5 a výš je možné za označením nalézt kromě písmene F také písmeno K, které indikuje odemčený násobič frekvence – procesory bez písmene K není možné taktovat pomocí změny násobiče. (29)
- Core i7 byla do roku 2017 nejvyšší řada produktové série Core. Tyto procesory mají obvykle osm jader a šestnáct vláken. Generace 12, 13 a 14 mají kombinaci osmi p-core a čtyř až osmi e-core. Takt procesorů nejnovější řady dosahuje až 5,5 GHz. Značení má totožný princip jako u předchozího modelu. (30)
- Core i9 je dosud nejvyšší řada desktopových procesorů firmy Intel. Procesory mají nejvyšší počet jader, a to donedávna deset, nejnovější řada má osm výkonnostních jader a šestnáct úsporných, celkově třicet dva vláken. Pracovní frekvence dosahuje až 6 GHz. První produkt série i9 existoval i ve variantě HEDT pro platformu X299,

avšak Intel od té doby procesory tohoto typu znovu nevydal a od 10. generace jsou Core i9 pouze běžnými desktopovými procesory. (31)

- Xeon jsou CPU určené pro pracovní stanice a servery. Používají jiné patice a čipové sady, které často nabízejí znatelně širší možnosti konektivity. Je možné se setkat i se systémy, které obsahují vícero procesorů na jedné základní desce. Nabídka této série procesorů je taktéž velice rozmanitá – procesory jsou cenově dostupné od pár tisíc korun do stovek tisíc korun a s cenou se samozřejmě mění charakteristické parametry. Počet jader se pohybuje od čtyř do šedesáti a frekvence od 1,7 do 4,4 GHz. Dle názvu procesoru je velice obtížné poznat, o jakou generaci a výkonnostní třídu se jedná, a tak je vždy vhodné si CPU a kompatibilní čipovou sadu vyhledat na oficiální stránce Intelu. (32)

Následují série procesorů AMD:

- Athlon je řada podobná procesorům Intel Pentium. Nabízí podobné specifikace – dvě až čtyři jádra a čtyři vlákna (některé modely tedy disponují funkcí SMT) a frekvence bývá do 4 GHz). Obvykle také mají integrovaný grafický procesor. Značení procesorů je neintuitivní a je vhodné nejnovější modely a jejich parametry hledat na internetové stránce výrobce. (33)
- Ryzen 3 a veškeré následující řady Ryzen přímo konkurují řadě Core se shodným číselným značením. Ryzen 3 má běžně čtyři jádra a osm vláken. Frekvence může dosahovat až 4 GHz. Značení se řídí formátů čtyř čísel, kde první číslo značí generaci a tři následující výkonovou třídu. Mohou následovat znaky G (zabudovaný grafický procesor) a E (energeticky úspornější provedení), nebo jejich kombinace. (34)
- Ryzen 5 jsou CPU střední třídy, které mají šest jader a dvanáct vláken s kmitočtem až 5,3 GHz. Značení je opět dáno čtyřmístným kódem, kde první číslice představuje generaci a další tři výkonovou třídu. Písmena, která mohou kódu následovat jsou opět G, potom X (vyšší max. takt, vyšší spotřeba) a nově pro tuto řadu X3D (technologie vrstvené vyrovnávací paměti). (34, 35)
- Ryzen 7 je řada vyšší třídy, která běžně nabízí osm jader a šestnáct vláken. Pracovní frekvence může dosahovat až 5,4 GHz. Značení se řídí stejným trendem jako předchozí řada. (35)

- Ryzen 9 je nejvyšší produktovou řadu série Ryzen, která poslední dvě generace podle výkonové třídy disponuje dvanácti jádry a dvaceti čtyřmi vlákny nebo šestnácti jádry a třiceti dvěma vlákny. Frekvence dosahuje až 5,7 GHz. Číselné značení je opět obdobné jako u předchozích řad. (35)
- Threadripper/Threadripper PRO jsou HEDT procesory cílené pro výkonné pracovní stanice. Tato řada také zastává širokou škálu produktů, které mají od dvanácti do devadesáti šesti jader. Frekvence nejrychlejšího procesoru z této řady je až 5,3 GHz. Označení produktů je velice podobné jako u řady Ryzen, kde první číslovka značí generaci a další tři výkonovou třídu. Řada PRO je vždy odlišena právě tímto označením a za číselným kódem je před znakem X také znak W. (36)
- EPYC jsou procesory pro servery a výpočetní centra. Nejnovější generace, tedy 9004 má zástupce procesorů až se sto dvaceti osmi jádry a dvě stě padesáti šesti vlákny. Pracovní frekvence je z důvodu extrémní hustoty jader nižší, a to u nejrychlejšího modelu až 3.7 GHz. Série je dána prvním číslem a generaci značí poslední ze čtyř čísel. (37–39)

#### 4.4 Operační paměť

Operační paměť počítače je vysokorychlostní volatilní úložiště dat spuštěných programů. Paměť pro osobní PC, pracovní stanice a většinu serverů je typu DDR SDRAM. Rychlosti se řadí za vyrovnávací paměti procesoru a před pevným úložištěm. Parametry, které mají vliv na kompatibilitu jsou především typ, který bude dále popsán, kapacita modulu, fyzikální rozměry a podpora výrobcem základní desky. Výkon paměti je dán taktem a časováním, které ovlivňují výslednou rychlost přenosu dat v jednotkách MT/s (dvojnásobek pracovní frekvence) nebo MB/s a latenci komunikace mezi procesorem a paměti v nanosekundách. Na obrázku 6 je snímek z benchmarku AIDA64 zaměřeného na latenci operační paměti a vyrovnávací paměti CPU.



Obrázek 6 – latence a rychlosti operační paměti a vyrovnávací paměti

	Read	Write	Copy	Latency
Memory	55191 MB/s	54448 MB/s	50716 MB/s	72.5 ns
L1 Cache	3128.2 GB/s	1646.4 GB/s	3170.8 GB/s	0.9 ns
L2 Cache	1654.0 GB/s	1457.1 GB/s	1612.5 GB/s	2.6 ns
L3 Cache	912.00 GB/s	973.72 GB/s	884.11 GB/s	15.5 ns

CPU Type	12-Core AMD Ryzen 9 5900X (Vermeer, Socket AM4)		
CPU Stepping	VMR-B0		
CPU Clock	4580.8 MHz		
CPU FSB	98.5 MHz (original: 100 MHz)		
CPU Multiplier	46.5x	North Bridge Clock	1773.2 MHz

Memory Bus	1773.2 MHz	DRAM:FSB Ratio	54:3
Memory Type	Dual Channel DDR4-3546 SDRAM (18-19-19-39 CR1)		
Chipset	AMD B550, AMD K19.2 FCH, AMD K19.2 IMC		
Motherboard	Asus ROG Strix B550-F Gaming		
BIOS Version	3002		

AIDA64 v6.75.6100 / BenchDLL 4.6.871.8-x64 (c) 1995-2022 FinalWire Ltd.

Zdroj: vlastní

Kapacita je kromě typu nejvýznamnějším parametrem operační paměti. Z hlediska funkčnosti je potřeba zvolit nižší nebo stejnou maximální podporovanou kapacitu, která je udávána v návodu u základní desky. Zároveň je nutné splňovat alespoň nejnižší nároky na kapacitu danou použitým operačním systémem. V intervalu mezi nejnižší a nejvyšší možnou kapacitou záleží na uživateli, které programy hodlá využívat a jak jim kapacitu přizpůsobí.

Fyzikálními rozměry je myšlena výška modulů nebo častěji pasivního chladiče. Příliš vysoké moduly mohou kolidovat s některými chladiči procesoru. Taktéž se může vyskytnout podobný problém při populaci všech paměťových modulů. Podpora uvedená výrobcem základní desky je dána na základě interního testování a následné garance funkčnosti zvolené frekvence a časování paměťových modulů.

Pracovní frekvence operačních pamětí funguje podobně jako u procesorů, avšak cyklus operační paměti typu DDR je dán náběžnou i sestupnou hranou řídicího signálu. Časování je pojem popisující intervaly mezi hledáním a nalezením dat v „matici“ paměti. Obecně platí, že čím nižší hodnoty časování jsou, tím nižší latenci může operační paměť mít. (21)

#### 4.4.1 Typ (DDR4, DDR5)

Nejzásadnějším parametrem ovlivňujícím výkon i kompatibilitu je typ operační paměti. V současné době je nejnovějším typem DDR5, avšak nejpoužívanějším typem je nadále DDR4. V ohledu výkonu se typy liší především přenosovou rychlostí, vyšší možnou kapacitou jednotlivých čipů a oproti předchozím generacím mají lépe zpracované profily XMP a nově představené EXPO. Rozdíly mezi parametry jsou uvedeny v tabulce 3. Kompatibilita je pak daná především rozdílnou pozicí „zubu“ v rozhraní, který u různých generací není umístěn na stejném místě. Moduly nekompatibilního typu tedy není možné s deskou řádně propojit. Tuto problematiku je především nutné zvažovat při volbě základní desky a operační paměti pro procesory Intel core 12., 13. a 14. generace, které podporují buďto moduly DDR4, nebo DDR5, a záleží právě na základní desce, pro který typ operační paměti je stavěna. (14)

Tabulka 3 – porovnání vybraných parametrů paměti DDR4 a DDR5

Typ	Přenosová rychlost [MT/s]	Pracovní frekvence [MHz]	Základní pracovní napětí [V]	Integrované ECC v čipu
DDR5	3600–8800+ Standardně 4800+	1800–4400	1,1	Ano
DDR4	2133–5000+ Standardně 2400+	1066–2500	1,2	Ne

Zdroj: (40, 41)

#### 4.4.2 XMP, EXPO

Tyto dva pojmy označují technologie, které mají za úkol uživateli usnadnit výběr vhodného časování a napětí pro vyšší než základní frekvenci, a to bez jakékoliv vědomosti a zkušenosti. Jsou to totiž výrobcem nastavené a otestované profily, které jsou téměř zaručeně funkční, pokud výrobce základní desky dané paměti podporuje. Výsledkem je teoretické zvýšení výkonu přepnutím jediného nastavení v UEFI. Rozdílem mezi těmito technologiemi je primární určení pro platformy – tedy buďto pro Intel, nebo AMD. Také je rozdíl v asociaci s typem paměti – EXPO (Extended Profiles for Overclocking) není kompatibilní s jiným typem nežli s DDR5. XMP (Extreme Memory Profile) je obecně určeno spíše pro Intel (na AMD platformách přesto již dlouhou dobu funguje také) a EXPO výhradně pro AMD, i když

se jedná o open source technologii, která by mohla být bez problému funkční také na platformách Intel. (42, 43)

## 4.5 Chlazení

Chlazení komponent je zásadní pro správnou funkci sestavy. V posledních letech je často výpočetní výkon komponent dán vyšší spotřebou místo technologického vylepšení, a s vyšší spotřebou je zvýšené i vyzařované teplo, které je nutné odvádět. Prvky chlazení, které jsou běžně vybírány uživatelem jsou chladiče CPU a ventilátory v počítačové skříni.

CPU chladiče mají mnoho podob, ale vždy se jedná buďto o pasivní typ, chlazení pomocí vzduchu, anebo pomocí kapaliny. Pasivní chladiče nejsou příliš rozšířené v osobních a pracovních stanicích. Je to dáno nutností několikanásobně větších rozměrů k dosažení stejné chladicí kapacity jako u ostatních typů. Občas je možné se s pasivními chladiči CPU setkat v prostředí, kde je např. extrémně prašno a je nežádoucí, aby se prach do sestavy dostal. Také mají využití v sestavách s velice malou spotřebou, kde není nutné odvádět mnoho tepla. Vzduchové chlazení je nejrozšířenější ze zmíněných druhů. Skládá se z hliníkového, nebo někdy i měděného chladiče stavěného tak, aby ním mohl proudit vzduch. Ve většině pracovních stanic se přímo na chladiči nachází ventilátor, který žebry chladiče prohání vzduch, a tak z něj odvádí teplo. Vodní chlazení se skládá z radiátoru a ventilátorů, pumpy, rezervoáru a vodního bloku. Existují dva typy provedení – otevřený a uzavřený okruh. Otevřený okruh obsahuje všechny zmíněné součásti jako samostatné prvky s výjimkou pumpy a rezervoáru – většinou se jedná o jeden zkombinovaný díl. Tento typ je také možné libovolně o další prvky rozšiřovat. Uzavřený okruh má většinou vodní blok spojený s pumpou, neobsahuje rezervoár a není možné jej rozšiřovat. Pumpa v okruhu uvádí vodu ohřátou od zdroje tepla do pohybu, a tak se dostává do radiátoru, kde se chladí. Vodní chlazení se často používá ve výkonných sestavách a některých serverech.

### 4.5.1 Maximální chladicí kapacita dle TDP

Typickým parametrem chladičů procesorů je schopnost odvedení tepla uvedena parametrem max. TDP. Při výběru podle této metriky je vhodné zvolit chladič s TDP, které je nejméně stejné, jako je uvedeno na zvoleném CPU. Vhodné je samozřejmě vybírat chlazení s vyšším TDP, nežli je uvedeno a také zohlednit, zda má procesor automatické taktování, které má vždy udanou svou hodnotu, která je vyšší než typická udávaná. Již bylo zmíněno, že TDP

procesorů obou výrobců je vypočteno trochu rozdílně, a tak není nejlepší metrikou pro výběr vhodného chladiče. Z vlastní zkušenosti je pro dosažení nejlepších výsledků vhodnější vyhledat internetové médium, jako např. Gamers Nexus, které přesně definuje testovací podmínky a chladiče zkouší na přesně dané tepelné zátěži a následně je porovnává s dalšími produkty.

#### 4.5.2 Podpora patičí a fyzikální rozměry chladičů CPU

Důležitým faktorem je samozřejmě kompatibilita mezi patičí a chladičem. Problematické období bývá krátce po uvedení nové patice, protože dosavadní chladiče na trhu téměř nikdy nemají potřebný spojovací hardware, který někteří výrobci chladičů zadarmo zákazníkovi pošlou nebo nabídnou k prodeji. Pozdější revize chladičů pak obvykle obsahují nové součásti pro montáž.

Rozměry chladiče taktéž rozhodují o jeho použitelnosti. U vzduchového chlazení je nejdůležitějším rozměrovým parametrem výška chladiče. Ta se musí porovnat s maximální podporovanou výškou uvedenou u počítačové skříně. Pokud je chladič vyšší než maximální uvedená hodnota, tak není možné zavřít bočnici skříně. Kompatibilita vodních chladičů je dána především velikostí zvoleného radiátoru. Standardně se radiátory prodávají v rozměrech 120 × 120 mm, 240 × 120 mm, 280 × 140 mm, 360 × 120 mm a 420 × 140 mm. Nestačí se řídit údaji o počtu pozic ventilátorů, jelikož radiátory mají svou hloubku a mohou překážet jiným částem skříně či komponentám. Naprostá většina známých výrobců PC skříní uvádí podporu právě pro vodní chladiče.

### 4.6 Počítačová skříň

Počítačová skříň je další komponentou ovlivňující mnoho výsledných vlastností sestavy. Určuje především kompatibilitu základní desky, dále pak maximální rozměry grafické karty a chladičů, počet a velikost ventilátorů, míst pro pevné disky, typ zdroje a další. Skříň ale také velice drasticky ovlivňuje kvalitu chlazení systému nejen určením maximální velikosti chladiče a počtem ventilátorů, ale i samotným provedením. Donedávna bylo trendem přední část skříně nahrazovat skleněným nebo jiným neperforovaným panelem, který byl nedostatečně vzdálený od ventilátorů a výsledkem byl neideální průtok vzduchu uvnitř sestavy. Při výběru je opět vhodné vyhledat rozborů a recenze některých médií.

Běžně se PC skříně řadí podle velikosti na tři hlavní typy:

- Mini Tower, tedy nejmenší typ podporující desky mini ITX a mATX
- Midi Tower – střední velikost s podporou formátů desek od mini ITX do ATX (obvykle)
- Full (Big) Tower – největší z uvedených typů, obvykle podporuje všechny předešlé formáty desek, a navíc i eATX a další rozměrnější formáty (21)

#### 4.7 Počítačový zdroj

Počítačový zdroj (PSU – Power Supply Unit) je komponentou zprostředkovávající převod síťového napětí na napěťové úrovně používané v logických obvodech a napájecích kaskádách (12 V;  $\pm 5$  V a  $\pm 3,3$  V). Volba vhodného zdroje je naprosto zásadní pro správnou funkci celého počítače. Výběr spočívá ve zvážení několika specifikací, a to primárně ve výkonu, certifikaci, modularitě a také formátu (velikosti). Výkon zdroje je nutné zvolit vyšší nežli maximální možnou spotřebu všech komponent dohromady. V případech, kdy je TDP grafické karty vyšší nežli u procesoru, se často doporučuje volit zdroj alespoň s dvojnásobným výkonem, nežli je právě zmíněné TDP grafické karty. Pro doporučení dostačujícího výkonu zdroje v dnešní době existuje mnoho online kalkulaček, které převážně fungují spolehlivě. Certifikace pak udává elektrickou účinnost převodu napětí. Zdroje jsou od nejvyšší po nejnižší účinnosti označovány certifikacemi 80 PLUS Titanium, 80 PLUS Platinum, 80 PLUS Gold, 80 PLUS Silver, 80 PLUS Bronze a 80 PLUS. Souhrn charakteristických vlastností je uveden v tabulce 4. (44)

Tabulka 4 – minimální účinnosti nutné pro certifikaci při specifikované zátěži

Zátěž / Účinnost	80 PLUS Titanium	80 PLUS Platinum	80 PLUS Gold	80 PLUS Silver	80 PLUS Bronze	80 PLUS
10 %	90 %	x	x	x	x	x
20 %	94 %	92 %	90 %	87 %	85 %	82 %
50 %	96 %	94 %	92 %	90 %	88 %	85 %
100 %	91 %	90 %	89 %	87 %	85 %	82 %

Zdroj: (44)

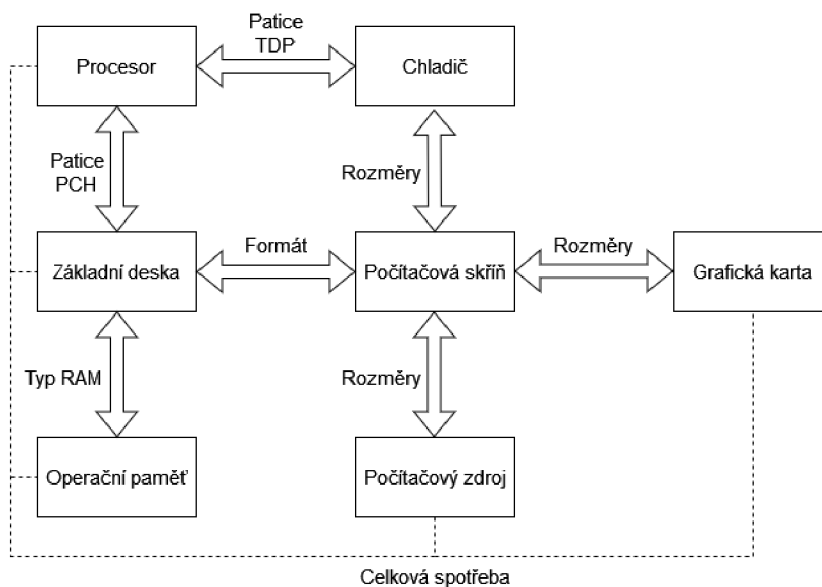
V ohledu rozměrů se zdroje opět dají rozdělit na několik standardů, a to ATX, SFX (L) a serverové 1U, 2U, Flex ATX a TFX. Všechny tyto standardy mají předepsanou šířku a výšku, ale hloubka se může měnit, a proto je nutné ji zohlednit při výběru skříně nebo naopak zdroje.

Modularita zdroje znamená, že zdroj disponuje odpojitelnými napájecími kabely, a to buďto všemi, nebo pouze některými. Výsledkem tak může být lépe organizované vedení kabelů a méně zabraného místa nevyužitými kabely. Je nutné dodat, že odpojitelné kabely není vhodné zaměňovat s jinými výrobci zdrojů a ani s jinými modely stejného výrobce, jelikož nemusí využívat stejné pořadí pinů na straně zdroje a může tak dojít k poškození komponent.

#### 4.8 Vazby mezi komponentami

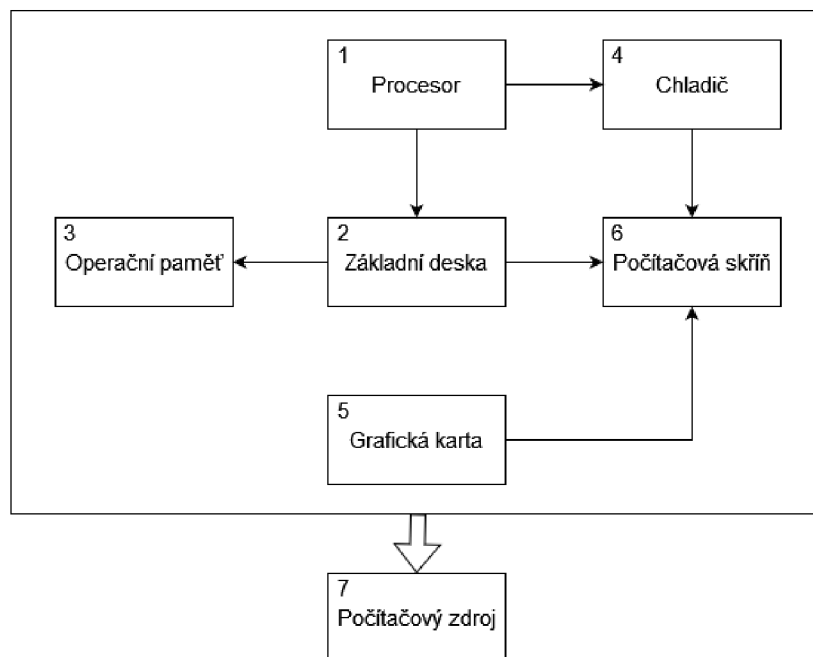
Zásadní pro následující kapitolu je shrnutí, jakým postupem bude kompatibilita ověřována. Na obrázku 7 jsou znázorněny vazby, které je nutné respektovat při výběru komponent. Postup uplatněný v programu je znázorněn na obrázku 8, kde je také číselně vyznačeno mé preferované pořadí výběru komponent.

Obrázek 7 – vazby mezi komponentami



Zdroj: vlastní

Obrázek 8 – postup při volbě komponent



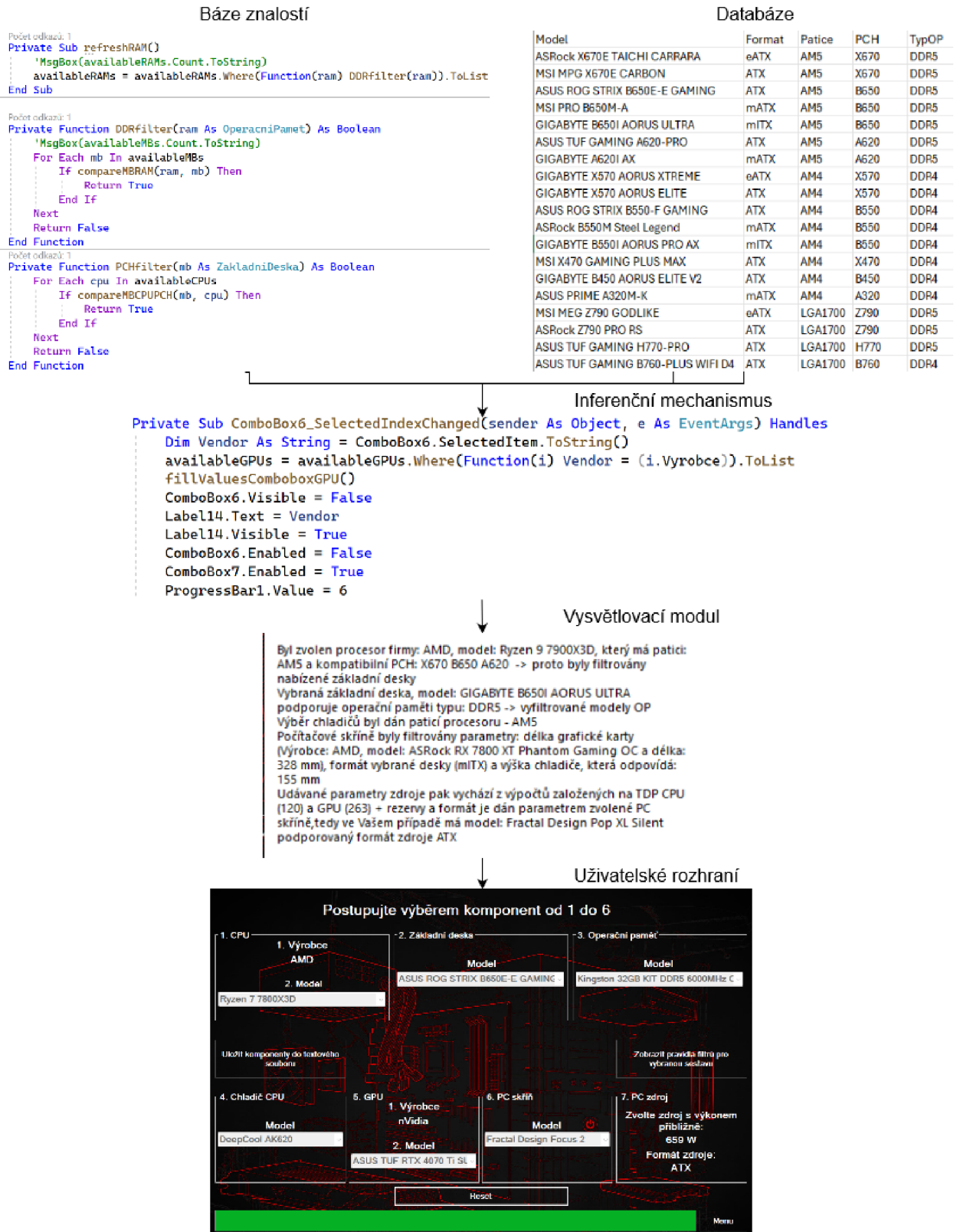
Zdroj: vlastní

## 5 Tvorba návrhu expertního systému

Nejprve je vhodné pomocí schématu vyjádřit analogii mezi vytvořeným programem a obecným expertním systémem. Uživatelské rozhraní je tvořeno grafickou nadstavbou, která cílí na jednoduchost a funkčnost. Vysvětlovací modul byl používán především pro interní testování funkčností filtrů. Pro uživatele je ovšem dostupná funkce pro zobrazení shrnutí postupů potom, co dokončí výběr všech komponent. Inferenční mechanismus je tvořen filtrovacími pravidly, která jsou v podobě funkcí volány u prvků „ComboBox“, pomocí kterých uživatel vybírá komponenty. Znalostní báze v podstatě značí tvorbu funkcí, které následně v dalších prvcích filtrují vzájemně závislé prvky. Poslední částí systému je databáze, která je tvořena csv soubory s nejpodstatnějšími parametry komponentů. Na obrázku 9 je upravené schéma z kapitoly o ES, které názorně představuje praktické pojetí částí systému.



Obrázek 9 – znázornění analogie mezi vytvořeným návrhem ES a obecným ES



Zdroj: vlastní

## 5.1 Výběr provedení

Pro návrh ES byl zvolen dříve zmíněný objektový jazyk Visual Basic, především z důvodu krátké předchozí zkušenosti s tímto jazykem a jednoduchosti použití pro koncového uživatele. Program je tvořen aplikací .NET pomocí Windows Forms, které jsou vhodné pro poměrně jednoduché aplikace s grafickým rozhraním. Právě v tomto by mohla mít volba vlastního řešení výhodu oproti některému prázdnému expertnímu systému.

## 5.2 Popis funkce

Možných zpracování programu se nabízí mnoho. Nejjednodušší možností by bylo využití příkazu SWITCH, ve kterém by IF-THEN logika pro každý případ filtrovala následné komponenty, nebo pouze vypsala, zda jsou vybrané prvky vhodné. Tato varianta by byla pro náhled problému dostačující, ovšem za cenu neefektivní aktualizace a vkládání nových komponent – dat. Další alternativy již pracují s předdefinovaným datovým souborem a mohou být odlišné principem práce s daty. Příkladem může být načítání dat ze souboru do pole, metoda ukládání dat do ručně vytvořených objektů a jejich parametrů, nebo např. ukládání do prvků prostředí, které nabízí Windows Forms, ale to je ve své podstatě obdoba práce s objekty, pouze jinak zpracována. Pro návrh byl ve výsledku zvolen postup pomocí vlastních objektů.

Následně bylo nutné zvolit postup, jakým bude program komptabilitu kontrolovat. Opět je možné výsledné zpracování pojmout více způsoby, a to například pouhým potvrzením či vyvrácením kompatibility po vybrání všech komponent, nebo postupným filtrováním. Po diskusi s lidmi, kteří nikdy vlastní počítač nestavěli a o komponentách PC mají nedostatečné znalosti, byla funkčnost směřována hlavně pro laické uživatele, kterým bude program nabízet pouze kompatibilní navazující komponenty obsažené v datovém souboru. Cílený postup je následující:

1. Výběr výrobce procesoru – výběrem AMD/Intel se výsledky konkrétních modelů procesorů filtrují s ohledem na zvoleného výrobce a v následující nabídce jsou zobrazeny pouze odpovídající procesory
2. Výběr konkrétního modelu procesoru – z vyfiltrovaného seznamu si uživatel vybere konkrétní CPU

3. Výběr základní desky – uživatel se v kolonce se základními deskami zobrazí pouze desky s kompatibilním PCH (čipovou sadou)
4. Výběr operační paměti – podle parametru základní desky o kompatibilitě s typem modulu RAM jsou opět filtrovány pouze odpovídající modely z datového souboru.
5. Volba chladiče procesoru – dostupné modely jsou filtrovány dle patice a TDP zvoleného procesoru
6. Volba grafické karty – volba není v této fázi ničím ovlivněna, pouze bude určovat následující prvky
7. Volba počítačové skříně – dostupné skříně jsou určeny třemi parametry, a to konkrétně formátem základní desky, výškou chladiče procesoru a délkou grafické karty
8. Oznámení minimálního doporučeného výkonu zdroje a formátu – podle součtu TDP procesoru, grafické karty a rezervy bude uživateli zobrazen výsledný parametr a formát bude určen výběrem počítačové skříně

### 5.3 Datový soubor

Kvůli požadavku na škálovatelnost programu bylo nutné vybrat typ datového souboru, ze kterého se komponenty budou do objektů v programu načítat. Opět je možné provedení pojmout několika způsoby. První možností je zápis komponent do textového souboru. Takové řešení by ovšem mohlo poměrně komplikovat načítání dat, a tak je vhodnější provedení v souborech csv, které se velice často využívají. Prakticky se také jedná o textový soubor, ale při inspekci v softwaru MS Excel je dokument přehlednější. Další možností bylo přímé využití souboru xlsx, se kterým VB dokáže pracovat. Z důvodu nedostatečné předchozí zkušenosti s integrací souborů xlsx byl ve finále upřednostněn formát csv. Poslední a nejspíše nejvhodnější variantou by bylo definování komponent a jejich parametrů do databáze. Řešení s využitím databáze nebylo zvoleno především po přechozí zkušenosti s dlouhým načítacím časem a pomalé odezvě v aplikaci po provedení úkonu. Výhodou by však byl přehlednější datový soubor a pravděpodobně jednodušší kódování.

Nutno dodat, že zvolený soubor csv musí pevně držet svou strukturu, jinak nebudou filtrovací pravidla správně fungovat.

## 6 Závěr

V bakalářské práci byla analyzována struktura a funkce expertních systémů. Tato část později sloužila také jako základ pro vývoj specializovaného programu s obdobnou funkcionalitou, avšak s využitím odlišných nástrojů, než je při tvorbě expertních systémů obvyklé. Druhá část teoretického výkladu byla zaměřena na komponenty osobního počítače, které často představují problematický aspekt z hlediska vzájemné kompatibility. Taktéž byly uvedeny charakteristické parametry ovlivňující výkonnost celé sestavy. Následně byly klíčové vazby mezi jednotlivými prvky zobrazeny ve schématu, které tvořilo podklad pro formulaci pravidel do programu.

Výsledkem této práce je funkční návrh programu, který usnadňuje výběr počítačových komponent se zajištěním jejich vzájemné kompatibility. Zároveň je program zamýšlen jako alternativní zpracování tradičního expertního systému. Testovací verze byla poskytnuta skupině uživatelů s pokročilými znalostmi v oblasti počítačového HW, kteří svou zpětnou vazbou přispěli k postupnému zlepšování programu. Nesmírně přínosné bylo především potvrzení, že pravidla pro filtrování komponent opravdu fungují tak, jak bylo zamýšleno, a to i po přidání nových dat do datového souboru. Další skupina lidí nebyla s problematikou seznámena, a tak zpětná vazba těchto uživatelů sloužila především k úpravě uživatelského rozhraní. Program se tedy podle požadavku podařilo vypracovat v provedení vodném pro laické uživatele, kteří chtějí mít jistotu při výběru funkčního PC.

Se zhotoveným návrhem jsou ovšem spojené i jisté nedostatky, a to především nutnost umístění složek programu do konkrétního adresáře. Dále například nemožnost výběru komponent v pořadí dle vlastního uvážení, s čímž je spojený další problém, a to při přidání nové komponenty do datového souboru, která není kompatibilní s navazujícím prvkem. Pokud tato situace nastane, tak uživatel nemá po výběru tohoto prvku možnost vybrat navazující komponent, jelikož z logiky programu neexistuje žádný dostupný zástupce a je nucen výběr resetovat. Všechny tyto nedostatky však představují potenciální oblasti pro vylepšení v budoucích verzích.

## Seznam použitých zdrojů

1. GÓRECKI, Jan. *Expertní systémy* [online]. 2017 [vid. 2023-11-13]. Dostupné z: [https://is.slu.cz/el/opf/leto2021/INMNKESY/um/gorecki2017\\_expertni\\_systemy.pdf](https://is.slu.cz/el/opf/leto2021/INMNKESY/um/gorecki2017_expertni_systemy.pdf)
2. V.S.JANKIRAMAN, K.SARUKESI a P.GOPALAKRISHNAN. *Foundations of Artificial Intelligence and Expert Systems*. [Place of publication not identified]: Laxmi Publications Pvt Ltd, 2017. ISBN 9789386202024.
3. GUPTA, Itisha a Garima NAGPAL. *Artificial Intelligence and Expert Systems*. Dulles, Virginia: Mercury Learning & Information, 2020. ISBN 9781683925071.
4. MAŘÍK, Vladimír, Olga ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří LAŽANSKÝ. *Umělá inteligence*. Praha: Academia, 1993. ISBN 80-200-0496-3.
5. SEGURA, Jason M a Albert C REITER. *Expert System Software: Engineering, Advantages, and Application*. New York: Nova Science Publishers, Inc, 2012. Computer Science, Technology and Applications. ISBN 9781612091143.
6. PERERA, Josage Chathura, Bhaskaran GOPALAKRISHNAN, Prakash Singh BISHT, Subodh CHAUDHARI a Senthil SUNDARAMOORTHY. A Sustainability-Based Expert System for Additive Manufacturing and CNC Machining. *Sensors (14248220)* [online]. 2023, **23**(18), 7770 [vid. 2023-11-18]. ISSN 14248220. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/s23187770>
7. *AI Developers, Inc. 's EZ-Xpert 3.0* [online]. [vid. 2024-01-24]. Dostupné z: <http://www.ez-xpert.com/>
8. OGU, Emmanuel C a Yinka A ADEKUNLE. Basic Concepts of Expert System Shells and an efficient Model for Knowledge Acquisition. *IJSR* [online]. 2013 [vid. 2024-01-24]. ISSN 2319-7064. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/263278128>
9. SIRIWARDHANE, Pawara. *An Introduction to Expert System Shells* [online]. [vid. 2024-01-24]. Dostupné z: <https://medium.com/nerd-for-tech/an-introduction-to-expert-system-shells-530043914ec0#2a67>
10. *TUF GAMING X670E-PLUS / ASUS* [online]. [vid. 2023-11-29]. Dostupné z: <https://www.asus.com/cz/motherboards-components/motherboards/tuf-gaming/tuf-gaming-x670e-plus/>
11. *Package Type Guide for Intel® Desktop Processors* [online]. [vid. 2023-11-26]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000005670/processors.html>
12. *List of AMD CPU sockets - WikiChip* [online]. [vid. 2023-11-26]. Dostupné z: [https://en.wikichip.org/wiki/amd/List\\_of\\_AMD\\_CPU\\_sockets](https://en.wikichip.org/wiki/amd/List_of_AMD_CPU_sockets)
13. VÍTEK, Jan a Petr POPELKA. *Přehled desktopových procesorů - Intel - Socket LGA 2066 | Svět hardware* [online]. 2. květen 2022 [vid. 2023-12-06]. Dostupné z: <https://www.svethardware.cz/prehled-desktopovych-procesoru/22566-24>
14. *Intel® 600 Series Chipset Family PCH Datasheet, Vol. 1* [online]. [vid. 2023-12-07]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/content-details/648364/intel-600-series-chipset-family-platform-controller-hub-pch-datasheet-volume-1-of-2.html>
15. *AMD Socket AM5 Chipset* [online]. [vid. 2023-12-07]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/products/processors/chipsets/am5.html>

16. *Motherboard form factor guide / SilverStone* [online]. [vid. 2023-12-08]. Dostupné z: [https://www.silverstonetek.com/en/tech-talk/wh11\\_008](https://www.silverstonetek.com/en/tech-talk/wh11_008)
17. *[Guide] Motherboard Form factors & Sizes - OC3D Forums* [online]. [vid. 2023-11-30]. Dostupné z: <https://forum.overclock3d.net/showthread.php?t=67889>
18. *12th Generation Intel® Core™ Processor Datasheet, Vol. 1* [online]. [vid. 2023-12-09]. Dostupné z: <https://cdrdv2.intel.com/v1/dl/getContent/655258>
19. *Understanding Precision Boost Overdrive | AMD* [online]. [vid. 2023-12-09]. Dostupné z: <https://community.amd.com/t5/gaming/understanding-precision-boost-overdrive-in-three-easy-steps/ba-p/416136>
20. *What Is Intel® Turbo Boost Technology? - Intel* [online]. [vid. 2023-12-09]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/gaming/resources/turbo-boost.html>
21. HORÁK, Jaroslav. *Stavíme si počítač*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2330-0.
22. *AMD Ryzen™ 9 7950X3D Gaming Processor | AMD* [online]. [vid. 2023-12-09]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/products/apu/amd-ryzen-9-7950x3d>
23. *Intel Core i9-14900K Specs | TechPowerUp CPU Database* [online]. [vid. 2023-12-09]. Dostupné z: <https://www.techpowerup.com/cpu-specs/core-i9-14900k.c3269>
24. *Intel/AMD x86 computer CPU market share 2023 | Statista* [online]. [vid. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/735904/worldwide-x86-intel-amd-market-share/>
25. *Intel® Celeron® Processors - View Latest Generation Celeron Processors* [online]. [vid. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/processors/celeron/products.html>
26. *Intel® Processor Names, Numbers and Generation List* [online]. [vid. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/processors/processor-numbers.html>
27. *Intel® Pentium® Gold Processors* [online]. [vid. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/processors/pentium/gold/products.html>
28. *Intel® Core™ i3 Processor - Features, Benefits and FAQs* [online]. [vid. 2023-12-10]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/processors/core/i3/products.html>
29. *Intel® Core™ i5 Processor - Features, Benefits and FAQs* [online]. [vid. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/processors/core/i5/products.html>
30. *Intel® Core™ i7 Processor - Features, Benefits and FAQs* [online]. [vid. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/processors/core/i7/products.html>
31. *Intel® Core™ i9 Processor - Features, Benefits and FAQs* [online]. [vid. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/processors/core/i9/products.html>

32. *Intel® Xeon® Platinum Processors* [online]. [vid. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/processors/xeon/scalable/platinum/products.html>
33. *AMD Athlon™ Desktop Processors with AMD Radeon™ Graphics* | AMD [online]. [vid. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/processors/athlon-desktop>
34. *AMD Ryzen™ Processors for Desktops* [online]. [vid. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/processors/ryzen>
35. *AMD Ryzen™ 5 5600X3D* | AMD [online]. [vid. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/products/cpu/amd-ryzen-5-5600x3d>
36. *AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO W7000WX Workstation Processors* [online]. [vid. 2024-01-24]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/processors/ryzen-threadripper-pro>
37. *AMD EPYC CPU list 2024* [online]. [vid. 2024-01-24]. Dostupné z: [https://www.cpu-monkey.com/en/cpu\\_family-amd\\_epyc](https://www.cpu-monkey.com/en/cpu_family-amd_epyc)
38. *AMD EPYC™ 4th Gen 9004 & 8004 Series Server Processors – Details* [online]. [vid. 2024-01-24]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/products/processors/server/epyc/4th-generation-9004-and-8004-series.html>
39. *Maximize Energy Efficiency with AMD EPYC™ 7003 Processors* [online]. [vid. 2024-01-24]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/processors/epyc-7003-series>
40. *DDR5 Memory Standard: An introduction to the next generation of DRAM module technology - Kingston Technology* [online]. [vid. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.kingston.com/en/blog/pc-performance/ddr5-overview>
41. *What is XMP | Extreme Memory Profile* | Crucial.com [online]. [vid. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.crucial.com/support/articles-faq-memory/what-is-xmp>
42. *AMD EXPO™ Technology for AMD Ryzen™ Processors on Socket AM5* [online]. [vid. 2024-01-18]. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/technologies/expo>
43. *Intel® Extreme Memory Profile (Intel® XMP) and Overclock RAM* [online]. [vid. 2024-01-18]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/gaming/extreme-memory-profile-xmp.html>
44. *80 PLUS®. PSU Certification Program* | CLEAResult [online]. [vid. 2024-01-20]. Dostupné z: <https://www.clearesult.com/80plus/>

## Prílohy

Príloha 1 – Kompletní soubory spojené s tvorbou programu na přiloženém médiu  
 Príloha 2 – Kompletní seznam testovaných komponent

Výrobce	Model	Patice	PCH	TDP
AMD	Ryzen 9 7950X	AM5	X670,B650,A620	170
AMD	Ryzen 9 7950X3D	AM5	X670,B650,A620	120
AMD	Ryzen 9 7900X	AM5	X670,B650,A620	170
AMD	Ryzen 9 7900X3D	AM5	X670,B650,A620	120
AMD	Ryzen 9 7900	AM5	X670,B650,A620	65
AMD	Ryzen 7 7800X3D	AM5	X670,B650,A620	120
AMD	Ryzen 7 7700X	AM5	X670,B650,A620	105
AMD	Ryzen 7 7700	AM5	X670,B650,A620	65
AMD	Ryzen 5 7600X	AM5	X670,B650,A620	95
AMD	Ryzen 5 8600G	AM5	X670,B650,A620	65
AMD	Ryzen 5 7600	AM5	X670,B650,A620	65
AMD	Ryzen 5 8500G	AM5	X670,B650,A620	65
AMD	Ryzen 9 5950X	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	105
AMD	Ryzen 9 5900X	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	105
AMD	Ryzen 9 5900	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	65
AMD	Ryzen 7 5800X	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	105
AMD	Ryzen 7 5800X3D	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	105
AMD	Ryzen 7 5700X	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	65
AMD	Ryzen 7 5700	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	65
AMD	Ryzen 5 5600X	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	65
AMD	Ryzen 5 5600X3D	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	105
AMD	Ryzen 5 5600	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	65
AMD	Ryzen 5 5500	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	65
AMD	Ryzen 3 4300G	AM4	X570,B550,A520,X470,B450	65
Intel	Core i9 14900K	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	253
Intel	Core i9 14700	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	219
Intel	Core i7 14700K	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	253
Intel	Core i7 14700	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	219
Intel	Core i5 14600K	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	181
Intel	Core i5 14500	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	154
Intel	Core i5 14400	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	148
Intel	Core i3 14100	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	110
Intel	Core i9 13900K	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	253
Intel	Core i9 13900	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	219
Intel	Core i7 13700K	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	253
Intel	Core i7 13700	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	219



Intel	Core i5 13600K	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	181
Intel	Core i5 13500	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	154
Intel	Core i5 13400	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	154
Intel	Core i3 13100	LGA1700	Z790,Z690,H770,H670,B760,B660	89
Intel	Core i9 11900K	LGA1200	Z590,Z490,H570,H470,B560,B460, H510	125
Intel	Core i7 11700K	LGA1200	Z590,Z490,H570,H470,B560,B460, H510	125
Intel	Core i5 11600K	LGA1200	Z590,Z490,H570,H470,B560,B460, H510	125

Model	Formát	Patice	PCH	Typ OP
ASRock X670E TAICHI CARRARA	eATX	AM5	X670	DDR5
MSI MPG X670E CARBON	ATX	AM5	X670	DDR5
ASUS ROG STRIX B650E-E GAMING	ATX	AM5	B650	DDR5
MSI PRO B650M-A	mATX	AM5	B650	DDR5
GIGABYTE B650I AORUS ULTRA	mITX	AM5	B650	DDR5
ASUS TUF GAMING A620-PRO	ATX	AM5	A620	DDR5
GIGABYTE A620I AX	mATX	AM5	A620	DDR5
GIGABYTE X570 AORUS XTREME	eATX	AM4	X570	DDR4
GIGABYTE X570 AORUS ELITE	ATX	AM4	X570	DDR4
ASUS ROG STRIX B550-F GAMING	ATX	AM4	B550	DDR4
ASRock B550M Steel Legend	mATX	AM4	B550	DDR4
GIGABYTE B550I AORUS PRO AX	mITX	AM4	B550	DDR4
MSI X470 GAMING PLUS MAX	ATX	AM4	X470	DDR4
GIGABYTE B450 AORUS ELITE V2	ATX	AM4	B450	DDR4
ASUS PRIME A320M-K	mATX	AM4	A320	DDR4
MSI MEG Z790 GODLIKE	eATX	LGA1700	Z790	DDR5
ASRock Z790 PRO RS	ATX	LGA1700	Z790	DDR5
ASUS TUF GAMING H770-PRO	ATX	LGA1700	H770	DDR5
ASUS TUF GAMING B760-PLUS WIFI D4	ATX	LGA1700	B760	DDR4
GIGABYTE B760M GAMING X	mATX	LGA1700	B760	DDR5
ASUS ROG STRIX B760-I GAMING WIFI	mITX	LGA1700	B760	DDR5
MSI PRO H610M-E	ATX	LGA1700	H610	DDR4
MSI PRO Z690-A WIFI	ATX	LGA1700	Z690	DDR5
ASUS TUF GAMING H670-PRO WIFI D4	ATX	LGA1700	H670	DDR4
ASUS ROG STRIX B660-A GAMING WIFI	ATX	LGA1700	B660	DDR5
MSI PRO B660M-A DDR4	mATX	LGA1700	B660	DDR4
ASUS ROG STRIX Z590-F GAMING WIFI	ATX	LGA1200	Z590	DDR4
ASUS Prime H570M-PLUS	mATX	LGA1200	H570	DDR4
GIGABYTE B560M H V2	mATX	LGA1200	B560	DDR4
GIGABYTE Z490 AORUS ELITE AC	ATX	LGA1200	Z490	DDR4

Model	Typ
Kingston FURY 16GB KIT DDR4 3200MHz CL16 Beast	DDR4
G.SKILL 32GB KIT DDR4 3600MHz CL16 Trident Z RGB	DDR4
Corsair 32GB KIT DDR4 3200MHz CL16 Vengeance LPX	DDR4
Patriot Viper Steel 64GB KIT DDR4 3600Mhz CL18	DDR4
Kingston 32GB KIT DDR5 6000MHz CL36 FURY Beast	DDR5
G.SKILL 32GB KIT DDR5 6000MHz CL30 Trident Z5 NEO	DDR5
Corsair 64GB KIT DDR5 6000MHz CL30 Vengeance	DDR5
Patriot Xtreme 5 32GB KIT DDR5 8200MT/s CL38	DDR5

Model	TDP	Výška	Patice
Endorfy Fera 5	220	155	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
Endorfy Fortis 5	220	159	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
Arctic Freezer 34 eSports	210	157	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
Arctic Freezer 7 X	160	133	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
DeepCool AK620	260	162	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
DeepCool AK400	220	155	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
Noctua NH-U12S	180	158	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
Noctua NH-D15	220	165	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
Be quiet! DARK ROCK PRO 4	250	163	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
Be quiet! Pure Rock 2 Black	150	155	AM4,AM5,LGA1200,LGA1700
Noctua NH-L9a-AM5	65	37	AM5
AKASA ALUCIA H4i	95	30	LGA1200,LGA1700

Výrobce	Model	TDP	Délka
nVidia	ASUS ROG STRIX RTX 4090 GAMING OC	450	358
nVidia	GIGABYTE RTX 4090 GAMING	450	340
nVidia	MSI RTX 4090 SUPRIM	450	336
nVidia	ASUS ProArt RTX 4080 SUPER OC	320	300
nVidia	Palit RTX 4080 SUPER GamingPro OC	320	329
nVidia	ZOTAC RTX 4080 SUPER Trinity Black	320	307
nVidia	Colorful iGame RTX 4080 Advanced	320	344
nVidia	GALAX RTX 4080 Boomstar	320	342
nVidia	Inno3D RTX 4080 X3	320	328
nVidia	ASUS TUF RTX 4070 Ti SUPER GAMING	285	305
nVidia	GIGABYTE RTX 4070 Ti SUPER EAGLE OC	285	261
nVidia	MSI RTX 4070 Ti SUPER GAMING SLIM	285	307
nVidia	ASUS DUAL RTX 4070 SUPER EVO	220	227
nVidia	ASUS ProArt RTX 4070 SUPER	220	300
nVidia	ZOTAC RTX 4070 SUPER Twin Edge OC	220	234
nVidia	ASUS TUF RTX 4070 GAMING	200	301
nVidia	Gainward RTX 4070 Ghost	200	269
nVidia	GIGABYTE RTX 4070 WINDFORCE OC	200	261

nVidia	ASUS DUAL RTX 4060 Ti OC	160	227
nVidia	Colorful iGame RTX 4060 Ti Ultra W OC	160	325
nVidia	GALAX RTX 4060 Ti EX	160	251
nVidia	GIGABYTE RTX 4060 EAGLE OC	115	281
nVidia	MSI RTX 4060 VENTUS 2X BLACK	115	199
nVidia	Palit RTX 4060 Dual OC	115	250
AMD	AMD Radeon RX 7900 XTX	355	287
AMD	ASRock RX 7900 XTX Taichi OC	355	345
AMD	Sapphire NITRO+ RX 7900 XTX Vapor-X	355	320
AMD	AMD Radeon RX 7900 XT	300	276
AMD	GIGABYTE RX 7900 XT GAMING OC	300	331
AMD	XFY Speedster MERC310 RX 7900 XT	300	344
AMD	Sapphire NITRO+ RX 7900 GRE	260	320
AMD	ASRock RX 7800 XT Phantom Gaming OC	263	328
AMD	Sapphire PULSE RX 7800 XT	263	280
AMD	ASUS TUF RX 7700 XT GAMING OC	245	320
AMD	ASRock RX 7700 XT Challenger OC	245	266
AMD	ASRock RX 7600 XT Steel Legend OC	190	304
AMD	XFY Speedster QICK309 RX 7600 XT	190	302
AMD	ASUS DUAL RX 7600 OC V2	165	205
AMD	Sapphire PULSE RX 7600 OC	165	240
Intel	ASRock Arc A580 Challenger	175	270
Intel	Intel Alchemist Arc A750	225	270
Intel	SPARKLE Intel Arc A770 TITAN OC Edition	225	306

Model	Podporovaný formát desky	Podporovaný formát zdroje	Max. délka GPU	Max. výška chladiče
Be quiet! Pure Base 500DX Black	ATX,mATX,mITX	ATX	369	190
Be quiet! SILENT BASE 802	eATX,mATX,mITX	ATX	432	185
Fractal Design Focus 2	ATX,mATX,mITX	ATX	405	170
Fractal Design Pop XL Silent	eATX,mATX,mITX	ATX	430	185
Fractal Design Meshify 2 Nano	mITX	ATX	331	167
Fractal Design Terra	mITX	SFX	322	77
NZXT H6 Flow	ATX,mATX,mITX	ATX	365	163
ASUS A21	mATX,mITX	ATX	380	165