

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

**Vicekritériální pohled na hodnocení procesorů
a grafických karet v závislosti na potřebách různých
typů uživatelů**

Bc. Alexej Rascelujev

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Alexej Rascelujev

Systémové inženýrství

Název práce

Vícekritériální pohled na hodnocení procesorů a grafických karet v závislosti na potřebách různých typů uživatelů

Název anglicky

Multiple criteria evaluation of processors and graphics cards depending on the needs of various types of users

Cíle práce

Cílem práce posouzení kvality procesorů a grafických karet na základě kritérií a preferencí různých uživatelských profilů pomocí vhodných modelů vícekritériálního rozhodování.

Metodika

Součástí teoretické části práce bude:

- rešerše a analýza teoretických aspektů vícekritériálního rozhodování,
- studium vybraných metod pro stanovení vah kritérií a výběru kompromisní varianty v rámci praktické implementace,
- podrobný popis relevantních charakteristik současných procesorů a grafických karet,
- popis efektu hrdla láhve ze strany procesoru (software).

Praktická část bude věnovaná stanovení různých uživatelských profilů a rozdělení uživatelů na skupiny. Pro každou uživatelskou skupinu budou určena kritéria a preference pro výběr procesoru a grafické karty a aplikací vícekritériálních metod bude vybrána kompromisní varianta. Ke kompromisním variantám budou grafické karty nebo procesory navrženy tak, aby nevznikal efekt hrdla lahve ze strany procesoru.

Závěr práce bude věnován shrnutí a vyhodnocení výsledků.

Doporučený rozsah práce

60-80 stran

Klíčová slova

Grafická karta, vícekriteriální analýza variant, procesor, CPU, GPU, kritéria, kompromisní varianta, efekt hrdla láhve, bottleneck

Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, Helena; HOUŠKA, Milan; ŠUBRT, Tomáš; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA, ; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA OPERAČNÍ A SYSTÉMOVÉ ANALÝZY. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Credit, 2009. ISBN 978-80-213-1019-3.

GIL DE LAMADRID, J. (2018): Computer organization: basic processor structure. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, ISBN 978-1-4987-9951-5.

JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum : kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.

ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.

WESCOTT, Bob, 2013. Every Computer Performance Book. Scotts Valley, California: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 1482657759.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

Vedoucí práce

RNDr. Petr Kučera, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 23. 11. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2024

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Vicekritériální pohled na hodnocení procesorů a grafických karet v závislosti na potřebách různých typů uživatelů“, jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.03.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval RNDr. Petru Kučerovi, Ph.D. za vstřícnou komunikaci a odborné vedení při zpracování diplomové práce. Poděkování za podporu patří mé rodině a přátelům.

Vícekritériální pohled na hodnocení procesorů a grafických karet v závislosti na potřebách různých typů uživatelů

Abstrakt

Diplomová práce „Vícekritériální pohled na hodnocení procesorů a grafických karet v závislosti na potřebách různých typů uživatelů“ se zabývá analýzou a hodnocením procesorů a grafických karet s využitím metod vícekritériální analýzy. Práce je motivována rychlým vývojem digitálních technologií a narůstajícími nároky na výpočetní výkon, což vyžaduje hlubší porozumění procesu výběru vhodných komponent. Je aplikována metoda váženého součtu a Saatyho metoda pro určení optimálních hardwarových konfigurací pro různé uživatelské skupiny, jako jsou hráči počítačových her, tvůrci online obsahu a streameři her. Výsledky práce poskytují cenné informace pro spotřebitele, usnadňují výběr komponent a přispívají k lepšímu porozumění dynamiky rozhodovacího procesu v oblasti počítačových komponent. V práci je také diskutováno o efektu hrdla lahve a o jeho vlivu na herní výkon systému, a nastiňuje způsoby, jak se efektu hrdla lahve ze strany procesoru ve videohrách vyvarovat. V neposlední řadě je provedena diskuse o současných technologiích a navrhuje možné směry budoucího výzkumu.

Klíčová slova: Saatyho metoda, Metoda váženého součtu, Vícekritériální analýza variant, Procesor, Grafická karta, Počítačové hry, Tvorba online obsahu, Streamování, AMD, Intel, Nvidia, Efekt hrdla láhve (software)

Multiple criteria evaluation of processors and graphics cards depending on the needs of various types of users

Abstract

The Master's thesis "Multiple criteria evaluation of processors and graphics cards depending on the needs of various types of users" focuses on the analysis and evaluation of processors and graphics cards using the methods of multiple criteria evaluation. The work is motivated by the rapid development of digital technologies and the increasing demands on computing power, which requires a deeper understanding of the selection process of suitable components. The weighted sum model and Saaty's method are applied to determine optimal hardware configurations for different user groups such as PC gamers, online content creators and video game livestreamers. The results of the work provide valuable information for consumers, facilitate component selection, and contribute to a better understanding the dynamics of the decision-making process in the PC hardware components domain. The paper also discusses the bottleneck effect and its impact on gaming performance, and outlines ways to avoid the bottleneck effect on the CPU side in video games. It concludes with a discussion of current technologies and suggests possible directions for future research.

Keywords: Multiple-criteria evaluation analysis, Weighted sum model, Saaty's method, GPU, CPU, PC gamers, Online content creators, Video game livestreaming, AMD, Intel, Nvidia, CPU bottleneck

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce	11
2.2 Metodika	11
3 Teoretická východiska	12
3.1 Vícekriteriální analýza variant, základní prvky	12
3.2 Metody stanovení vah kritérií, Saatyho metoda.....	14
3.3 Stanovení kompromisní varianty, metoda váženého součtu	17
3.4 Základní rozlišení mikroprocesorů	17
3.5 Významné charakteristiky současných mikroprocesorů a technologie	18
3.6 Základní rozlišení grafických procesorů	22
3.7 Významné charakteristiky a technologie současných grafických karet.....	23
4 Vlastní práce	27
4.1 Definování uživatelských profilů	27
4.2 Procesor pro herní komunitu	28
4.2.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice	29
4.2.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice	32
4.2.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu.....	39
4.3 Grafická karta pro herní komunitu	40
4.3.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice	40
4.3.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice	42
4.3.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu,.....	45
4.4 Procesor pro úpravu a tvorbu online obsahu	45
4.4.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice	47
4.4.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice	48
4.4.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu.....	51
4.5 Grafická karta pro úpravu a tvorbu online obsahu	52
4.5.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice	52
4.5.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice	54
4.5.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu.....	56
4.6 Procesor pro streamování her na sociálních platformách	57
4.6.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice	58
4.6.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice	60
4.6.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu.....	61
4.7 Grafická karta pro streamování her na sociálních platformách	62
4.7.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice	62

4.7.2	Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice	64
4.7.3	Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu.....	67
5	Zhodnocení a doporučení	69
5.1	Procesory a grafické karty na hraní her.....	69
5.2	Procesory a grafické karty na úpravu a tvorbu obsahu	71
5.3	Procesory a grafické karty na streamování her	72
6	Závěr.....	74
7	Bibliografie	76
8	Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk	90
8.1	Seznam obrázků	90
8.2	Seznam tabulek	90
8.3	Seznam použitých zkratk.....	92
Přílohy.....		94
	Seznam Příloh	94

1 Úvod

Vývoj digitálních technologií a rostoucí nároky na výpočetní výkon neustále zvyšují význam procesorů a grafických karet jako základních stavebních bloků moderních počítačových systémů. Tento trend motivuje potřebu hlouběji porozumět dynamice výběru počítačových komponent, což bylo také jádrem autorovy bakalářské práce s názvem „Hodnocení procesoru pomocí metod vícekriteriální analýzy variant“. Práce prozkoumala výběr procesorů z pohledu vícekriteriálního rozhodování, aplikující metody váženého součtu, TOPSIS a AHP na modelového hráče počítačových her. Výsledky daných metod pomohly nejen lépe se zorientovat při výběru procesorů, ale také lépe porozumět konceptu vícekriteriálního rozhodování a určit nejvhodnější metodu kompromisního výběru pro hardwarové komponenty, kterým se stala metoda váženého součtu. V diplomové práci bylo rozhodnuto na daný výzkum navázat, rozšířit jej a aplikovat metodologické přístupy nejen na procesory, ale i na grafické karty.

Volba zaměřit se na procesory a grafické karty v diplomové práci byla motivována jednak kontinuitou s bakalářskou prací, jednak i rostoucím významem daných komponent v širokém spektru uživatelských aplikací. Procesory a grafické karty byly vybrány pro vícekriteriální porovnání z několika důvodů. Za prvé, obě tyto komponenty hrají klíčovou roli v definování výkonu počítačových systémů. Za druhé, výběr těchto komponent je často předmětem komplexního rozhodovacího procesu, ve kterém se musí vyvážit mnoho různých faktorů, včetně ceny, výkonu, kompatibility, dostupných technologií a energetické efektivity. V neposlední řadě je trh s procesory a grafickými kartami neustále ve vývoji, což přináší nové výzvy a příležitosti pro optimalizaci výběru těchto klíčových komponent.

Důležitá je pro adekvátní výběr daných hardwarových komponent především vhodná interpretace požadavků cílové skupiny. Značná snaha bude orientovaná na porozumění specifickým požadavkům různých uživatelských skupin, včetně hráčů, tvůrců obsahu a streamerů videoher, kteří hledají nejlepší možný poměr mezi výkonem, cenou a dalšími klíčovými faktory.

Diplomová práce tedy staví na základech položených během bakalářského studia, avšak rozšiřuje je o nový rozměr a snaží se poskytnout ucelenější pohled na problematiku výběru procesorů a grafických karet. Prostřednictvím vícekriteriálního porovnání a analýzy trhu bude hlavní snahou identifikovat optimální hardwarovou konfiguraci pro různé typy uživatelů a aplikací, čímž bude dosaženo lepšího porozumění danému problému.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem dané diplomové práce je praktická aplikace metod vícekritériální analýzy variant pro hodnocení a výběr procesorů a grafických karet podle zvolených preferencí a kritérií třech uživatelských skupin. Těmi jsou herní komunita, tvořitelé online obsahů a streamerů počítačových her.

2.2 Metodika

Zvolenými metodami vícekritériální analýzy variant byly Saatyho metoda pro stanovení vah kritérií a metoda váženého součtu pro určení kompromisní varianty. Teoretické aspekty daných metod byly před jejich aplikací popsány. Následně byly vysvětleny relevantní charakteristiky a technologie současných mikroprocesorů a grafických procesorů. Část teorie je také věnována efektu hrdla lahve ze strany procesoru v počítačových hrách.

Vlastní práce byla založena na stanovení preferencí cílových skupin. Na základě preferencí byla určena relevantní kritéria a jejich váhy byly stanoveny pomocí Saatyho metody. Dalším krokem bylo nalezení věrohodných zdrojů pro kvantifikaci zvolených kritérií a aplikace metody váženého součtu pro nalezení kompromisní varianty.

Na základě výsledků vlastní práce byly pro všechny skupiny doporučeny nejlepší procesory a grafické karty. Pro skupinu herní komunita a streamery počítačových her byly k nejlepší grafické kartě navíc doporučeny procesory tak, aby nevznikal efekt hrdla lahve ze strany procesoru.

3 Teoretická východiska

3.1 Vícekriteriální analýza variant, základní prvky

Úvod knihy „Multiple Criteria Decision Making“ od Kulkarniho (2022, s. 1-5) pojednává o významu a složitosti rozhodování v různých oblastech, kdy je třeba zohlednit více kritérií současně. Tato složitost vyplývá z protichůdné a často nesrovnatelné povahy různých alternativ z mnoha možných hledisek, což vyžaduje optimalizaci těchto kritérií, aby bylo dosaženo co nejspokojivějšího výsledku. Text zdůrazňuje nepostradatelnost technik vícekriteriálního rozhodování pro rozhodovatele, neboť tyto techniky nabízejí matematickou metodiku, která zahrnuje nejen technické informace, ale také hodnoty rozhodovatelů a zúčastněných stran, čímž je možné projevit subjektivitu.

Přístupy ke vícekriteriálnímu rozhodování mohou být různé. Nejčastěji se však autoři (Šubrt et al., 2011, s. 162; Kulkarni, 2022, s. 165; Brožová et al., 2014, s. 3) shodují na rozdělení podle způsobu zadání variant na dvě hlavní kategorie. První možností jsou modely vícekriteriální analýzy variant, které jsou charakteristické tím, že je zadané konečné množství variant, na druhé straně jsou modely vícekriteriální optimalizace, kde jsou varianty vyjádřeny omezujícími podmínkami.

V dané práci byl věnován prostor pouze modelům vícekriteriální analýzy variant (VAV). Cílem metod VAV je nalezení kompromisního řešení. To je takové řešení, které je ze všech nabízených řešení nejlepší (Šubrt et al., 2011, s. 162). Pro lepší porozumění metod VAV je nutné si nejdříve představit její základní prvky.

Varianty ve vícekriteriálním modelu jsou volby nebo alternativy, které jsou hodnoceny na základě několika kritérií nebo faktorů. Tyto varianty jsou předmětem analýzy, porovnávání a výběru v rámci rozhodovacích procesů (Šubrt et al., 2011, s. 163).

Kritérium – je hledisko, podle kterého je možné varianty hodnotit nebo porovnávat. Podle typu kritéria je možné dělit kritéria na (Šubrt et al., 2001, s. 163):

- **minimalizační** – nejlepší varianty daného kritéria dosahují nejnižšího ohodnocení;
- **maximalizační** – nejlepší varianty daného kritéria dosahují nejvyššího ohodnocení.

Podle kvantifikovatelnosti je možné dělit kritéria na (Brožová et al., 2014, s. 6):

- **kritéria kvantitativní** – jsou měřitelná a vyjádřena spíše numericky;

- **kritéria kvalitativní** – popisují vlastnosti nebo charakteristiky, které nejsou přímo měřitelné.

Kvantifikovatelnost kritéria je důležitá především pro zvolení vhodné metody, na nalezení kompromisního řešení. Některé metody pracují pouze s kritérii kvantitativními, jiné pouze s kvalitativními.

Preference kritéria označuje prioritu nebo důležitost, kterou přikládáme jednotlivým kritériím při hodnocení a výběru mezi různými možnostmi v procesu rozhodování (Brožová et al., 2014, s. 6).

Váha kritéria – jedním ze způsobů vyjádření preference kritéria je pomocí stanovení jejich vah. Podle Brožové a kol. (2014, s. 6) „*Váha kritéria je hodnota z intervalu $<0;1>$, která vyjadřuje relativní důležitost kritéria v porovnání s kritérii ostatními. Součet vah všech kritérií je roven jedné.*“

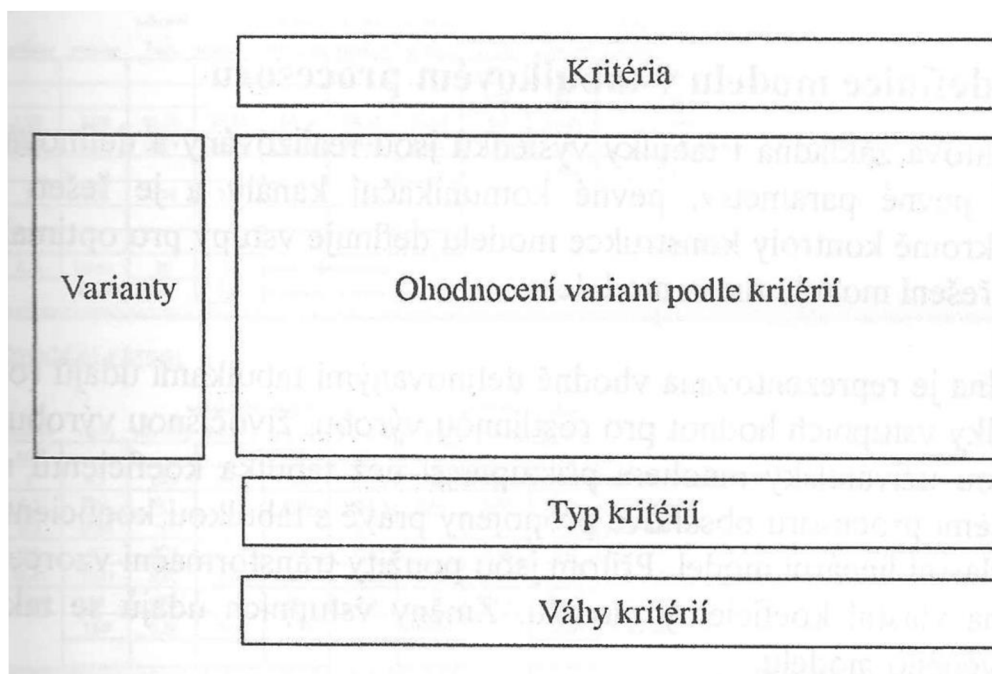
Nyní je vhodné vysvětlit některé možné vztahy mezi variantami.

Ideální varianta reprezentuje variantu s optimálními hodnotami ve všech relevantních kritériích. Jinými slovy, je to hypotetická nebo reálná možnost, která by v ideálním případě splňovala nejlepší možnou hodnotu pro každé kritérium použité při rozhodování. Pokud je daná varianta k nalezení mezi všemi ostatními, není potřeba mezi sebou varianty porovnávat, protože je ve všech kritériích lépe nebo stejně ohodnocena než ostatní (Šubrt et al., 2011, s. 166).

Bazální varianta je opak ideální varianty. Je to hypotetická nebo reálná varianta, která je nejhůře ohodnocená ve všech kritériích (Jablonský, 2002).

Dle Brožové a kol. (2014, s. 7) je **kompromisní varianta** variantou, která nejlépe vyváží různé, často protichůdné požadavky nebo kritéria a představuje přijatelný výsledek. Kompromis znamená, že i když tato varianta možná není nejlepší v každém jednotlivém kritériu, celkově poskytuje nejvyváženější řešení daného problému s ohledem na všechna relevantní kritéria a omezení. Výběr kompromisní varianty zaleží na zvoleném postupu řešení.

Teď je možné vysvětlit, co je kritériální matice nebo matice hodnocení. Jak uvádí (Brožová et al., 2014, s. 5), „*Kritériální matice je matice $Y=(y_{ij})$, jejichž prvky tvoří hodnocení i -té varianty podle j -tého kritéria*“. Příklad kritériální matice je možné vidět na obrázku č.1.



Obrázek 1 – Možné vyobrazení kritériální matice. Zdroj: (Získal et al., 1999)

Ke kritériální matici je možné přidat typ kritéria a jejich preferenci zobrazit vektorem vah, což přispívá k lepší interpretaci hodnot kritériální matice.

3.2 Metody stanovení vah kritérií, Saatyho metoda

Problémy s upřednostněním jednoho kritéria před druhým mohou být pro rozhodovatele obtížné. Existuje řada nástrojů, které jsou navrženy k usnadnění procesu přiřazování vah kritériím. Tyto nástroje jsou například metody pro stanovení vah kritérií (Jablonský, 2002, s. 274). Metody pro stanovení vah kritérií bývají po určení profilu rozhodovatele dalším krokem v modelech vícekritériální analýzy variant (Šubrt et al., 2011, s. 171). Slouží ke konstrukci odhadu vah na základě subjektivní informace od rozhodovatele. Pro danou konstrukci je vyžadovaný vhodný typ informací o kritériích na vstupu příslušné metody. Dané metody se podle typu informací rozlišují na (Jablonský, 2002, s. 274):

1. metody na určení vah kritérií bez informace o preferencích kritérií,
2. metody na určení vah kritérií z ordinální informace o preferencích kritérií,
3. metody na určení vah kritérií z kardinální informace o preferencích kritérií.

Pro účely dané práce bylo rozhodnuto o použití Saatyho metody. Základem této metody (Saaty, 2008, s. 85) je párové porovnávání mezi elementy rozhodovacího procesu. Saatyho metoda je zvláště užitečná v situacích, kde je třeba zvážit více kritérií nebo faktorů

a kde rozhodnutí zahrnuje subjektivní úsudky a preference. Pro vyjádření a převod kvalitativních charakteristik na kvantitativní je použita následující devítibodová stupnice (Šubrt et al., 2011, s. 174):

- 1 – rovnocenná kritéria i a j ,
- 3 – slabě preferované kritérium i před j ,
- 5 – silně preferované kritérium i před j ,
- 7 – velmi silně preferované kritérium i před j ,
- 9 – absolutně preferované kritérium i před j .

Stupně 2, 4, 6, a 8 je možné také využít a umožňují vyjádřit jemnější preference, čímž je poskytnuta větší flexibilita při určování relativní důležitosti kritérií nebo alternativ v rozhodovacím procesu (Jablonský, 2002, s. 276).

Podle (Brožová et al., 2014, s. 16) je dané kvantitativní vyjádření využíváno pro porovnání všech dvojic kritérií v tzv. Saatyho matici, kde $S = (s_{ij})$:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Matice je čtvercového typu. To znamená, že se počet řádků rovná počtu sloupců. V řádcích jsou kritéria i a ve sloupcích jsou kritéria j . Na diagonále matice je vždy hodnota 1, kde 1 znamená stejnou důležitost kritéria i před j . Nad diagonálou jsou hodnoty preference i -tého kritéria před j -tým. Pod diagonálou vyjádření preference j -tého kritéria před i -tým (Šubrt et al., 2011, s. 175).

Pro kontrolu vhodných hodnot preferencí je nutné prověřit konzistenci dané matice. „Matice je plně konzistentní, pokud pro libovolnou trojici indexů i, j, q platí $s_{iq} = s_{ij} * s_{jq}$.“ (Jablonský, 2002, s. 277). Ovšem pro matice, kde je kritérií $k > 3$, je skoro nemožné pro rozhodovatele zadat preference tak, aby matice S byla plně konzistentní (Saaty, 1990, s. 13).

Saaty (1990, s. 13) pro tento případ navrhnul jiné řešení a definoval index konzistence I_s , který se rovná:

$$I_s = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (2)$$

kde

n se rovná počtu kritérií;

λ_{max} je největším vlastním číslem Saatyho matice;

I_s index konzistence Saatyho matice.

Největší vlastní číslo Saatyho λ_{max} je zjištěno, jestliže determinant matice $(S - \lambda_{max} * E)$, kde E je matice jednotková, se limitně blíží nule. Za konzistentní matici je považovaná matice, u které hodnota indexu konzistence nabývá $I_s < 0,1$ (Brožová et al., 2014, s. 17). Saaty a jiné literatury (Saaty, 1990; Pant et al., 2022) uvádí ještě index C_R , který je vypočítán podílem I_s a R_i . Random Index (R_i), je empiricky určen pro matice různých velikostí. Hodnota indexu C_R nesmí dosahovat hodnoty 0,1, aby matice byla dostatečně konzistentní.

Pro výpočet vah ze Saatyho matice navrhnul Saaty několik způsobů, pomocí kterých lze odhadnout váhy kritérií. Početně jednodušší způsob, jež bývá použit pro dobrý odhad vah v_j , je geometrický průměr řádku Saatyho matice. Je tedy nutné nejdříve vypočítat hodnoty b_i pomocí geometrického průměru řádků Saatyho matice (Šubrt et al., 2011, s. 176).

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad (3)$$

Vektory Váh v_i jsou zjištěny pomocí normalizace hodnot b_i . To znamená, že v_i je vypočítaná jako podíl zjištěného geometrického průměru kritéria vůči součtu všech kritérií (Šubrt et al., 2011, s. 176).

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (4)$$

Díky schopnosti zahrnout jak kvantitativní, tak kvalitativní aspekty rozhodování a poskytnout jasný mechanismus pro zahrnutí subjektivních úsudků bude sestavení vah dosaženo právě pomocí Saatyho metody.

3.3 Stanovení kompromisní varianty, metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu je založena na principu lineární funkce užitku. Vychází z předpokladu, že každou možnou variantu je možné kvantifikovat na základě stupnice od nuly do jedničky, kde nula reprezentuje nejméně přijatelnou (bazální) variantu a jednička reprezentuje nejlepší variantu (ideální) v rámci zvolených kritérií. To umožňuje hodnocení a srovnání variant na základě jejich relativního přínosu nebo užitku. Pro daný účel je nutno prvky kritériální matice y_{ij} nahradit hodnotami y'_{ij} , které budou představovat užitek varianty X_i podle kritéria Y_j . Hodnoty y'_{ij} je možné získat následujícím způsobem (Jablonský, 2002, s. 280):

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}, i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, k. \quad (5)$$

H_j je nejlepší možná hodnota (u maximalizačního kritéria nejvyšší, u minimalizačního nejnižší) a D_j je nejhorší (u maximalizačního kritéria nejnižší, u minimalizačního nejvyšší) hodnota kritéria Y_j (Jablonský, 2002, s. 280). Matice s ohodnocenými hodnotami y'_{ij} je možné nazvat standardizovanou kritériální matici $R = (y'_{ij})$ (Brožová et al., 2014, s. 31). Celkový užitek varianty X_i je potom vypočítán následujícím vzorcem (Jablonský, 2002, s. 280):

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k v_j y'_{ij} \quad (6)$$

Nejlepší varianta v celkovém nebo agregovaném užitku nabývá hodnoty, která se nejvíce přibližuje k hodnotě jedna. Tyto varianty bývá vhodné uspořádat podle klesající hodnoty užitku (Šubrt et al., 2001, s. 84).

3.4 Základní rozlišení mikroprocesorů

Použité metody VAV byly již popsány. V dalších kapitolách již bude věnováno o základním rozlišení mikroprocesorů a grafických procesorů, relevantním charakteristikám architektury a technologií.

Mikroprocesor je označení pro centrální procesorovou jednotku neboli též CPU (central processing unit). Slovo procesor znamená schopnost pracovat (plnit úkoly a vytvářet

data) podle pokynu nějakého programu. Mikroprocesor často bývá označen jako „mozek“ současných počítačů, protože zpracovává naprostou většinu instrukcí od programů, kterými je řízen, a komunikuje s ostatními komponenty. Instrukce je možné si představit jako jednotlivé operace, které procesor zpracovává sekvenčně. Ostatní instrukce obstarávají další počítačové komponenty, jako je například grafická karta, operační paměť, disky, sběrnice atd. Kvalita procesoru podstatně ovlivňuje rychlost zpracování instrukcí, tudíž ovlivňuje výkon a rychlost počítače, nikoliv však úplně (Horák, 2004, s. 14).

Každý mikroprocesor se skládá z jádra/jader procesoru. Pojmem jádro procesoru bývá označován jako logický obvod, který dokáže zpracovávat sadu mikroinstrukcí. Mikroinstrukce jsou omezeny na jednoduché příkazy. Vytvoření aplikace sestavené pouze z mikroinstrukcí by bylo náročné. Každý mikroprocesor je proto vybaven instrukční sadou, která je pro programátory přívětivější. Převod instrukční sady na mikroinstrukce obstarává program, který je nedílnou součástí mikroprocesoru (Horák, 2004, s. 14).

Základní rozlišení mikroprocesorů je možné určit právě podle toho, jaký typ instrukční sady používají. V dnešní době se uchytily především dvě koncepce o instrukční sadě, které se liší právě její velikostí (Horák, 2004, s. 14; Yaseen, 2023):

- Complete Instruction Set Computer (CISC) – procesor je vybaven co nejúplnější instrukční sadou, což umožňuje složitější výpočty, které však mohou vést k pomalejším časům na zpracování procesorem.
- Reduced Instruction Set Computer (RISC) – procesor je vybaven pouze základními mikroinstrukcemi (okolo 20). Díky malé instrukční sadě je možné zpracovat instrukce velmi rychle. Neúplnost instrukční sady u RISC procesoru může způsobit špatnou proveditelnost složitějších instrukcí.

Přestože RISC i CISC mají své výhody i nevýhody, volba mezi nimi nakonec závisí na aplikaci. RISC je ideální pro aplikace, které vyžadují rychlé a efektivní zpracování, jako jsou mobilní zařízení a vestavěné systémy. CISC je vhodnější pro aplikace, které vyžadují složité operace, jako je zpracování videa a obrazu (Yaseen, 2023).

3.5 Významné charakteristiky současných mikroprocesorů a technologie

Registr je rychle přístupné místo, které má k dispozici procesor počítače. Každý mikroprocesor čerpá data a programové instrukce, které jsou uloženy ve vnějších pamětech, jako jsou např. RAM, disky. Momentálně zpracovávaná data si však musí ukládat do svých

vnitřních pamětí, tzv. registrů. Procesor často obsahuje několik druhů registrů, které lze rozdělit podle typů hodnot, které mohou uchovávat, nebo podle instrukcí, které s nimi pracují (Mečíř, 2014).

Cache paměť procesoru – v češtině vyrovnávací paměť. Jejím hlavním úkolem je vyrovnání rychlosti mezi jednotlivými hardwarovými komponenty (mezi rychlou a pomalou komponentou). Jelikož cache pracuje rychleji než sběrnice, nemusí mikroprocesor čekat, jako by tomu bylo v případě odebírání dat přímo ze sběrnice. Princip funkčnosti spočívá v tom, že cache načte ze sběrnice více dat, která pak v tomto meziskladu čekají. Jakmile je mikroprocesor potřebuje, z cache si je načte (Horák, 2004, s. 16).

Rozděluje se do tří úrovní (levels v angličtině), označují se zkratkou L. Cache paměť L3 představuje největší paměť procesoru a zároveň je nejpomalejší; tato paměť je sdílena mezi všemi jádry procesoru. V samotném jádru procesoru jsou implementovány paměti L2 a L1, které jsou sice rychlejší, ale mají menší kapacitu. L2 je vyrovnací paměť mezi procesorem a pamětí RAM, zatímco L1 je vyrovnací paměť pro vnitřní komponenty procesoru (Mečíř, 2014). Obecně platí, že čím větší je cache paměť procesoru, tím vyšší je jeho výkon (Alza.cz a.s, 2019).

Sběrnice – obecně je sběrnici nazývána soustava vodičů, jimiž proudí data, adresy nebo řídicí signály mezi PC komponenty. Pokud má šířka sběrnice 32 vodičů (každý vodič přenese jeden bit, jedná se tedy o 32bitovou sběrnici. Veškeré informace přenášené sběrnici se skládají z nul a jedniček – tedy z kombinací dvou stavů), může vygenerovat 232 kombinací. Čím více vodičů sběrnice má, tím lépe (Horák, 2004, s. 18).

Vnitřní frekvence (takt) – procesor pracuje podle tzv. hodinových kmitů. Ty jsou generovány krystalem, nacházejícím se na základní desce, a je označován jako clock (clk). Procesor pracuje s těmito kmity s určitou frekvencí. Čím je vyšší frekvence, tím je procesor rychlejší. Jednotky se udávají v hertzech (Hz). U dnešních procesorů jsou často k nalezení takty v gigahertzech (Ghz), tedy v miliardách hertzu. Celkový výkon CPU kromě frekvence mohou ovlivňovat faktory jako architektura, počet jader aj. (Horák, 2004, s. 18).

Vnější frekvence – jinak nazývaný takt systémové sběrnice. Určuje takt práce mezi periferními komponentami a čipovou sadou na základní desce. Základní deska je vybavena časovacím obvodem, který vytváří jak vnější, tak i vnitřní taktovací frekvenci. Právě kvůli tomu je vnitřní frekvence procesoru násobkem frekvence vnější (Mečíř, 2014).

Jádro procesoru – je samostatnou výpočetní jednotkou v procesoru. Dnešní procesory disponují několika takovými jádry. Tato jádra jsou výpočetně nezávislá, dokážou

tedy zpracovávat několik různých instrukcí najednou v tzv. režimu multitaskingu. Většina aplikací a her dnes dokáže využít velký počet jader u procesoru. Čím větší je počet jader, tím větší počet instrukcí dokáže procesor zpracovat (Alza.cz a.s, 2019).

Vlákno procesoru – je technologie, která pomocí jednoho fyzického jádra procesoru dokáže zpracovat další instrukci paralelně, tedy jedno fyzické jádro dokáže zpracovat dvě instrukce během jednoho taktu pomocí dvou vláken. Tato vlákna nepředstavují plnohodnotné fyzické jádro, a proto se jim přezdívá jádra logická či virtuální. Každopádně počet logických jader navyšuje výkon procesoru v aplikacích (Alza.cz a.s, 2019).

Architektura procesoru – dalším podstatným faktorem výkonu procesoru je jeho výrobní proces. Vždy, když výrobce obohatí svoji nabídku o nové CPU čipy, se jedná o novou generaci procesoru. Každá z těchto generací má svoje označení. Když jsou srovnávány dva procesory jiné generace, je nutné si uvědomit, že výkon těchto procesorů se od sebe může značně lišit, i kdyby všechny ostatní vlastnosti, jako je např. počet jader nebo takt procesoru, byly totožné (Alza.cz a.s, 2019).

Výrobní technologie – posledním důležitým východiskem pro výkon je výrobní technologie, která v současnosti záleží na rozměrech tranzistorů při výrobě čipu. Tento rozměr je dnes uveden v **nanometrech**. Zmenšení tranzistorů umožňuje zvětšit jejich celkový počet na ploše procesorového čipu. Větší počet tranzistorů znamená menší spotřebu a zvýšení taktu procesoru (Alza.cz a.s, 2019).

Multithreading – Dle Kirvana (2022) vícevláknové zpracování je technika, kterou programy a operační systémy používají k souběžné správě více požadavků nebo akcí, aniž by bylo nutné používat více instancí programu. Funguje tak, že každý požadavek nebo akci sleduje jako samostatné "vlákno" s vlastní identitou, což umožňuje efektivní správu a provádění těchto vláken. Tato schopnost se opírá o vysokou rychlost, počet jader/vláken procesoru a značnou paměť, což procesoru umožňuje rychle zpracovávat vlákna z různých programů a vytvářet dojem souběžného provádění. Přináší však také složitost z hlediska správy vláken a synchronizace, což může vést k různým systémovým problémům, pokud nejsou řešeny.

Singlethreading – Ve výpočetní technice se jednovláknovým zpracováním rozumí sekvenční provádění jednoho příkazu najednou. Tento přístup je jednoduchý a přímočarý a zajišťuje, že úlohy jsou prováděny jedna po druhé, aniž by se překrývaly. Jednovláknové

zpracování je možné provést na jednom jádře procesoru, což u současných procesorů s více jádry může vést k nedostatečnému využití výkonu. (Matikaynen, 2024)

Efekt hrdla lahve ze strany procesoru ve videohrách – Dle (Lawrence, Buss, 1995, s. 341-345) je efekt hrdla lahve (bottleneck) obecně jev, kdy je výkon nebo kapacita celého systému omezena jedinou složkou nebo faktorem. Tento pojem je široce použitelný v různých oblastech, včetně výroby, výpočetní techniky a řízení dopravy, což dokazuje jeho univerzální význam pro analýzu a optimalizaci systémů.

Jak uvádí Wescott (2013, s. 35-42), ve výpočetní technice se úzkým místem rozumí součást systému (například CPU, GPU nebo úložiště), která pracuje nejpomaleji a omezuje tak celkový výkon systému. Například pomalý pevný disk může výrazně omezit výkon počítače, i když má vysokorychlostní procesor a dostatek paměti.

Jeden z nepříznivých příkladů efektu hrdla lahve v počítačových systémech je tehdy, když procesor nestíhá zpracovávat požadavky na něho kladené v herních aplikacích. Efekt hrdla lahve ve videohrách nastává, když CPU není dostatečně rychlé na to, aby zpracovávala a předávala instrukce dalším komponentám, jako je grafický procesor (GPU), což vede k nedostatečnému výkonu, jelikož grafická karta není plně zatížena (Balas, 2018). Tato nerovnováha může způsobit špatný běh hry, který se projevuje jako např. nižší počet snímků za sekundu, zadrhávání a zpoždění, a to i při sníženém grafickém nastavení hry. Často se efekt hrdla lahve u procesoru projevuje ve scénářích, kdy hra vyžaduje velký výpočetní výkon pro úlohy, jako jsou fyzikální výpočty, chování umělé inteligence a zpracování velkého počtu entit současně, které jsou více závislé na CPU než na GPU (Kikugawa, 2015).

Pokud je však grafická karta plně zatížena, je možné říct, že efekt bottlenecku nastává ze strany GPU ne CPU. To však při hraní videoher nevykazuje negativní efekt neboli optimalizace herního výkonu vývojáři je provedena tak, aby byla grafická karta zatížena na 100 % (Balas, 2018).

Jedno z možných řešení dle (Roach, 2022) je snížení nastavení videoherních detailů, nebo v horším případě nákup výkonnějšího procesoru. Zjištění a výpočet efektu hrdla lahve není však jednoznačné, v praktické části bude pouze nastíněno možné řešení. Dane problematice by bylo vhodnější věnovat navazující studii.

3.6 Základní rozlišení grafických procesorů

Graphics Processing Units (GPUs) nebo grafické procesory, jak už jejich název napovídá, jsou specializované procesory optimalizované pro matematicky náročný proces vytváření obrázků, které mají být zobrazeny, pro běžného uživatele často v kontextu počítačové hry, simulace, nebo virtuálního prostředí. Bez grafického procesoru není možné vykreslit obraz na počítačový monitor, a tudíž je v dnešní době nedílnou součástí pro práci s výpočetní technikou (Austin, 2021).

Fungování grafické karty je velmi podobné fungování mikroprocesoru, a to s několika klíčovými rozdíly. Grafická karta obsahuje speciální čip s velkým počtem jader (GPU jader), což umožňuje rychlé a paralelní zpracování grafických dat. Tato jádra jsou zodpovědná za různé úkoly, jako je výpočet osvětlení, stínování a textury, nebo se používají pro akceleraci AI technologií. Stejně jako u CPU je u GPU implementován koncept registru, cache paměti a šířky sběrnice. Samozřejmě implementace daných konceptů se výrazně odlišuje od procesoru, avšak jejich základní princip fungování zůstává obdobný (Intel Corporation, b.r. a).

Specializovaný grafický hardware existuje přinejmenším od čtvrté generace výpočetní techniky, termín GPU byl zaveden během páté generace (v roce 1999) společností NVIDIA Corporation, která svůj procesor GeForce 256 označila za „První grafický procesor na světě“. Praxe používání tohoto označení však nastala až o několik let později (Dumas, 2016).

Grafické procesory se dají rozdělit do několika typů, nejběžněji se však vyskytují ve dvou typech (Austin, 2021):

- dedikované grafické procesory,
- integrované grafické procesory.

Často jsou dedikované grafické procesory uloženy na tzv. grafické kartě. Grafické karty obvykle bývají k základní desce připojeny pomocí rozšiřujícího slotu Peripheral Component Interconnect Express (PCI-E) nebo dříve používaného portu Accelerated Graphics Port (AGP) (Casey, 2015, s. 1920). Výhoda takového zapojení spočívá v její snadné výměně např. v případě poruchy. Proto termín „Dedikované grafické procesory“ bývá často spojovaný s tím, že je grafická karta odnímatelná. To je však omylná představa (Nvidia Optimus, 2023).

Termín „dedikované grafické procesory“ odkazuje na skutečnost, že grafické procesory mají k dispozici paměti názvem Video Random Access Memory (VRAM). Daný typ paměti je vyhrazen především pro použití grafických procesorů. (Hale, 2023)

VRAM slouží k ukládání pixelů a dalších grafických dat jako framebuffer pro vykreslování na monitoru počítače (D. Foley et al., 1995, s. 859). Systémová paměť RAM a paměť VRAM byly odděleny kvůli požadavkům na šířku pásma grafických procesorů a kvůli dosažení nižší latence, jelikož paměť VRAM je fyzicky blíže k desce grafického procesoru (Austin, 2021).

Integrovaná grafická jednotka (IGPU), integrovaná grafika, integrované grafické procesory (IGP) využívají část systémové paměti Random Access Memory (RAM) počítače namísto vyhrazené grafické paměti. IGP mohou být integrovány na základní desce jako součást čipové sady, nebo na stejné desce (integrovaném obvodu) s procesorem (jako AMD APU nebo Intel HD Graphics). (Sexton et al., 2017)

Jelikož je integrovaná grafika umístěna na stejné patici jako procesor a sdílí paměť a výkon, integrované grafické procesory spotřebovávají méně energie než dedikované grafické karty. To je důležité pro notebooky, které jsou závislé na napájení z baterií. Notebooky s IGPU bývají často také levnější, protože umožňují použít extrémně tenké a lehké šasi. Mnoho notebooků má integrované grafické procesory kvůli tomu, aby se snížila spotřeba energie a zvýšila se výdrž baterie. (Lenovo, 2023)

Největší nevýhodou integrované grafiky je, že umístěním CPU i GPU na stejný čip dojde k omezení jednoho nebo obou procesorů. Dedikovaná grafická karta má na rozdíl od integrované vlastní desku plošných spojů, paměť (VRAM), a proto není ve svém potenciálním výkonu tak omezena. Dedikovaná grafická karta nejenže poskytne větší výkon grafického procesoru, ale také sníží zátěž hlavního procesoru. (Hale, 2023)

3.7 Významné charakteristiky a technologie současných grafických karet

Paměť VRAM, jak již bylo popsáno, je paměť, která je osazena blízko grafického čipu. Velikost VRAM se dnes uvádí v gigabytech. Čím vyšší kapacita paměti je, tím náročnější aplikace nebo hry grafická karta zvládne. Paměť VRAM je důležitá pro hladký chod programů a her. Také je vhodná pro práci s grafickým designem, úpravou videa nebo 3D modelováním. Běžná velikost VRAM paměti se pohybuje v rozmezí od 4 do 12 GB. U dražší modelů grafických karet je možné najít až 24 GB VRAM paměti (Austin, 2021).

Pokud paměť VRAM nedokáže pokrýt požadavky na rozlišení obrazu a úroveň detailů, počítačový systém začne využívat prostředky v paměti RAM zařízení, která je pomalejší a má omezenou šířku pásma. To může způsobit zadržávání videa nebo zhoršení kvality obrazů. Také existuje možnost náhlého zastavení nebo pádu programu (Austin, 2021).

Typ VRAM paměti určuje rychlost čtení a zápisu grafické karty. Nejrozšířenějším typem paměti je GDDR paměť. S každou další generací paměti GDDR se frekvence paměti zdvojnásobuje. Novinkou jsou paměti HBM, které jsou integrovány přímo do čipu grafické jednotky. Pro typy paměti GDDR6 se šířka sběrnice pohybuje okolo 256 bitů a pro HBM2 se šířka pohybuje okolo 1024 bitů (Lheureux, 2022).

Propustnost paměti je u grafických karet dalším parametrem, který přímo ovlivňuje jejich výkon, zejména v úlohách náročných na paměť, jako je hraní her a tvorba obsahu. Odkazuje na rychlost, jakou lze přenášet data mezi grafickým procesorem a jeho vyhrazenou video pamětí (VRAM). Propustnost paměti se měří v gigabytech za sekundu (GB/s) a představuje rychlost, jakou lze data z paměti GPU číst, nebo do ní zapisovat (Lheureux, 2022).

Ray tracing, technika vykreslování obrazu pomocí simulace interakce světelných paprsků s objekty, má své kořeny v evropské renesanci. Pozoruhodné je, že základní princip sledování paprsků představil Albrecht Dürer již roce 1525, což dokazuje jeho raný význam ve vizuálních technikách. Od té doby se sledování paprsků vyvíjelo, zejména v počítačové grafice, k simulaci pohybu světla v prostředí, přičemž integrovalo myšlenky z různých oborů, jako je přenos neutronů a přenos tepla. Tato technika se v počítačové grafice prosadila díky klíčovému vývoji na konci 20. století, zejména díky Appelovi v roce 1968, Whittedovi v roce 1979 a Kayovi a Greenbergovi v roce 1979, kteří tento proces zdokonalili tak, aby zobrazoval přesný lom a odraz světla (Akenine-Möller, T., 2019, s. 7-8).

Sledování paprsků je také jednou z vykreslovacích technologií použitou v novodobých hrách. Danou technologii silně propagovala společnost NVIDIA, která s příchodem grafické architektury Turing představila v roce 2018 první grafickou kartu podporující sledování paprsku v reálném čase (Caulfield, 2018).

Integraci ray tracingu do videoher usnadnil pokrok v herním hardwaru, zejména v grafických procesorech, které podporují ray tracing v reálném čase. Moderní herní konzole a počítače vybavené těmito grafickými procesory zvládají výpočetní náročnost ray tracingu a vykreslují detailní a dynamické scény při vysokých snímkových frekvencích. Tento vývoj

hardwaru měl zásadní význam pro přenesení ray tracingu z konceptu používaného ve filmu a profesionální vizualizaci do oblasti spotřebitelských her, což představuje významný milník ve snaze o fotorealistickou grafiku v reálném čase (Panghal et al., 2020, s. 55-59).

Dle (Friedrich et al., 2006, s. 41-50) dosažení realistického osvětlení, stínů a odrazů ve videohrách tradičně vyžadovalo, aby vývojáři ručně umisťovali zdroje světla a nastavovali jejich parametry tak, aby simulovaly světelné podmínky v reálném světě. Tento proces byl nejen časově náročný, ale také často vedl k méně dynamickým a přesvědčivým scénám. Ray tracing automatizuje výpočet interakce světla s objekty v herním prostředí, včetně složitých chování, jako je odrazení od povrchů (odraz), ohýbání skrz průhledné materiály (lom) a vrhání stínů. Tato automatizace omezuje ruční doladování a umožňuje vývojářům soustředit se na jiné aspekty návrhu hry.

Technologie pro kódování videa – kódování videa je proces převodu videosouborů z jednoho formátu do druhého, kdy se surová video data komprimují do formátu, který je lépe zvládnutelný pro ukládání, přenos a přehrávání na různých zařízeních a platformách. Jedná se o použití algoritmů ke snížení velikosti souboru odstraněním nadbytečných nebo nepotřebných dat při maximálním zachování kvality videa. Výběr kodeku, například H.264 (AVC), H.265 (HEVC) AV1 nebo jiného určuje způsob komprese a ovlivňuje kompatibilitu, kvalitu a velikost videa. Tento klíčový úkol plní kodéry, které mohou být softwarové nebo hardwarové, a umožňují efektivní streamování videa přes internet, přičemž vyvažují kompromis mezi kvalitou, velikostí a využitím šířky pásma. (Manjunatha, 2024; Restream Team, 2023)

Softwarové kodéry – jsou to aplikace, které běží na univerzálních počítačích a ke zpracování využívají CPU (a někdy i GPU) počítače. Jsou všestranné a nabízejí širokou škálu funkcí, například možnost přepínat mezi více zdroji videa, přidávat textové a grafické překryvy a další. Mezi oblíbené příklady patří OBS Studio. Mezi jejich hlavní výhody patří cenová dostupnost a flexibilita, která umožňuje rozsáhlé přizpůsobení. Jsou však silně závislé na výpočetním výkonu počítače (CPU), což může vést ke zvýšené latenci a k nižšímu výkonu, zejména pokud je počítač silně zatížen, nebo pokud není optimalizován pro úlohy kódování. (Restream Team, 2023; Doe, 2023)

Hardwarové enkodéry – jsou to naopak specializovaná zařízení (často GPU) určená pro kódování videa. Ve srovnání se softwarovými řešeními nabízejí vyšší výkon, spolehlivost a nižší latenci, a to především proto, že jsou postaveny ze specializovaných

komponent optimalizovaných pro kódování. Hardwarové enkodéry jsou ideální pro produkce na profesionální úrovni, které vyžadují video ve vysílací kvalitě. I když jsou obvykle dražší a méně flexibilní než softwarové enkodéry, jejich specializovaná povaha znamená, že jsou méně náchylné k problémům, které mohou postihnout softwarové enkodéry, jako jsou pády systému nebo omezení výkonu způsobené jinými spuštěnými aplikacemi. (Restream Team, 2023; Doe, 2023)

4 Vlastní práce

4.1 Definování uživatelských profilů

Podstatným krokem při zpracování vícekriteriální analýzy variant je schopnost definovat uživatelské preference. Je zřejmé, že každý uživatel může mít odlišné preference. Aby tedy bylo možné určit nejlepší vícekriteriální model pro výběr grafické karty a procesoru, je nutné vycházet z preferencí každého uživatele zvlášť. Při velkém počtu uživatelů se daný postup při vytváření vícekriteriálního modelu jeví jako značně problematický.

Možné řešení problému je agregace uživatelů, kteří mají podobné preference, do skupin, neboli uživatelských profilů. Tím lze pro rozhodovatele / řešitele tvorbu vícekriteriálního modelu aspoň částečně zobecnit a zjednodušit. Řešení zobecněného modelu pro nalezení kompromisní varianty je pak možné s menšími úpravami aplikovat na konkrétního uživatele ze zvolené skupiny. V této práci se bude řešit tvorba zobecněného vícekriteriálního modelu pro různé skupiny uživatelů.

Pro potřeby naplnění cíle této práce bylo potřeba definovat jednotlivé uživatelské profily. Nejdříve budou uživatelské profily krátce představeny. V následujících kapitolách budou vysvětleny jejich preference a na základě preferencí bude vytvořen vícekriteriální model pro každou skupinu. Zvoleny byly následující uživatelské profily.

1. **Herní komunita** – herní komunita představuje mnohostrannou demografickou skupinu s odlišnými potřebami a preferencemi v oblasti počítačového hardwaru. Hráči upřednostňují především vysoce výkonné komponenty, které usnadňují plynulé hraní her a vyžadují špičkové grafické procesory (GPU) a výkonné procesory (CPU). Dalším faktorem jsou také možnosti přizpůsobení a rozšiřitelnosti, které hráčům umožňují přizpůsobit konfiguraci osobním preferencím a přizpůsobit se technologickému pokroku v průběhu času. Jelikož největší demografickou skupinou u hráčů jsou mladistvé od 20–30 let, často zvažují rovnováhu mezi výkonem a nákladovou efektivitou a projevují snahu optimalizovat své hardwarové konfigurace v rámci rozpočtových omezení. (Birk et al., 2017)
2. **Tvorba videa a online obsahu** – demografická skupina tvůrců obsahu zahrnuje osoby zabývající se různými tvůrčími činnostmi, jako je střih videa, grafický design a multimediální produkce. Pro jejich potřeby je klíčový požadavek na vysoce výkonný

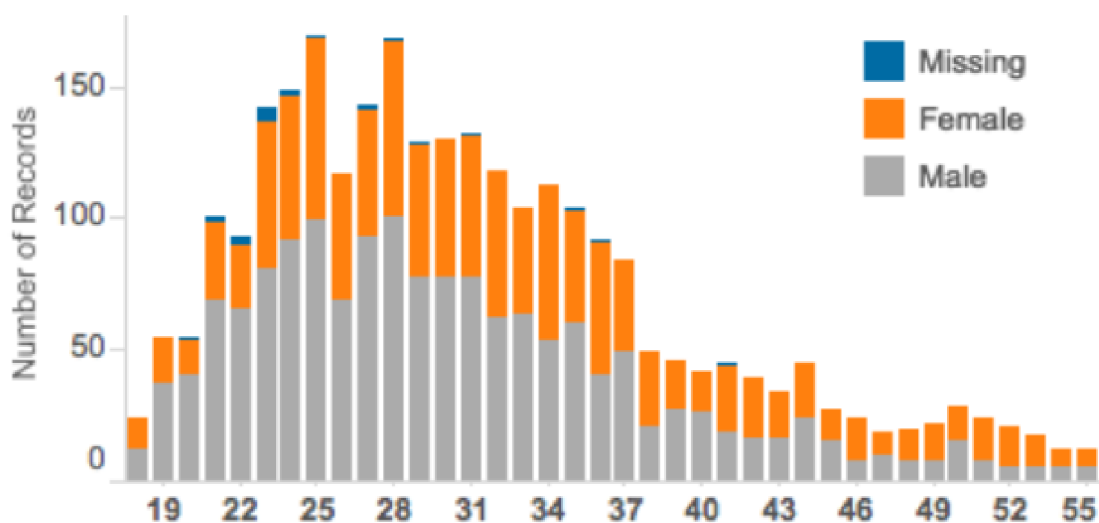
výpočetní hardware, který dokáže efektivně zpracovávat úlohy náročné na zdroje. Zdroje jsou dost často převzaty z natáčecích kamer vysoké kvality, dost často v rozlišení 4K až 8K v 60 snímcích za sekundu. Zpracování tak objemných zdrojů v reálném čase vyžaduje výkonné procesory s více jádry a vysokou taktovací frekvencí, dostatečnou paměť RAM pro bezproblémový multitasking a rychlá úložná řešení pro okamžitý přístup k datům. Grafické karty s významnými vykreslovacími schopnostmi jsou nezbytné pro úlohy, jako je stříh videa a 3D modelování. (Puget Systems, 2024a)

3. **Streamování videí na sociálních platformách** – komunita streamerů zahrnuje osoby, které vysílají živý obsah přes internet, a to v širokém spektru činností od hraní her až po vzdělávací prezentace. Mezi hlavní potřeby streamera patří kvalita přeneseného videa a zvuku. Nároky streamovací skupiny jsou dost často vyšší než u herní komunity, protože kromě pohodlného hraní vyžadují ještě výpočetní výkon pro kódování videa a streamování současně. Jedná se tedy o skupinu, která spíše upřednostňuje silnější výkon procesoru a grafické karty nežli nízkou cenu. (Woodcock, Johnson, 2019)

4.2 Procesor pro herní komunitu

Aby mohla být určena relevantní kritéria a jejich preference, je nutné si co nejlíže přiblížit cílovou skupinu, což jsou hráči počítačových her. Studie (Birk et al., 2017, s. 160) zkoumala, jak se mění preference hráčů a herní styly v různých věkových kategoriích v rámci demografické skupiny 18–55 let. Daná studie nasbírala data od 2747 účastníků, kteří hráli hry různého žánru, např. side-scrollers, hry založené na interaktivitě vyprávění a dalších mini-her. Histogram věkového rozložení je možné si prohlédnout na obrázku níže.

CHI PLAY 2017, October 15–18, 2017, Amsterdam, NL



Obrázek 2 – histogram věkového rozložení hráčů, Zdroj: (Birk et al., 2017, s. 161)

Jak ukazuje histogram, bylo zjištěno nenormální rozložení věku. Věkový průměr byl 32,07 let se směrodatnou odchylkou 9.66 let. Z histogramu je také patrné, že většina hráčů je spíše mladších než starších. Obrázek 2 ukazuje poměrně rovnoměrné rozložení žen a mužů, s velmi mírným sklonem k ženám ve starší věkové kategorii a mužům v mladších věkových kategoriích (Birk et al., 2017, s. 161).

Do většinové skupiny mladších lidí patří i autor dané diplomové práce a je také představitelem herní skupin. Volba, kvantifikace kritérií a stanovení preference bude odhadovaná na základě autorových zkušeností, podpořených recenzemi z ověřených zdrojů a expertů v daném oboru.

4.2.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice

Vzhledem k tomu, že v hráčské komunitě převládají lidé spíše mladšího věku, bude hlavní snaha věnována ušetření finančních prostředků tak, aby si za co nejmenší finanční náklady mohli hráči pořídit co největší procesorový výkon. Na základě daných poznatků zde budou vysvětlena zvolená kritéria a budou určeny preference k nim.

Cena procesoru – nejdůležitější kritérium s největším vlivem pro rozhodování. Dané kritérium bude preferováno podstatně více než jakékoliv jiné kritérium. Jak již bylo řečeno, mladiství jsou největší skupinou v herní komunitě. Primárně se budeme snažit ušetřit

finanční prostředky. Nejlepší procesor pro hraní her poskytuje dobrou hodnotu za danou cenu bez obětování herního zážitku.

Herní výkon – dalším parametrem z hlediska důležitosti je herní výkon. Zejména v náročných hrách má tento parametru zásadní význam pro zajištění plynulého hraní a vysoké snímkové frekvence. Procesor se silným herním výkonem si poradí se složitými herními simulacemi a s fyzikou, což vylepšuje celkový herní zážitek. Herní výkon bude silně preferován nad všemi ostatními kritérii kromě ceny.

Vhodně vybraný procesor také minimalizuje efekt bottlenecku, který vzniká při kombinaci silné grafické karty a slabého procesoru. Procesor nestíhá zpracovávat data z grafické karty, tudíž zpomaluje běh celého systému. Daný efekt, jak bylo zmíněno v kapitole 3.5, se projevuje ve hrách zasekáváním obrazu, nestabilním a malým počtem FPS a vyčíslenou grafickou kartu (Verma, 2022).

Výkon ve vícejádrovém (Multithread) benchmarku – podle společnosti Intel (Intel Corporation, b.r. b) je při zvažování srovnávacích testů CPU pro hraní her zásadní sledovat jak syntetické, tak reálné (herní) benchmarky. Význam syntetického benchmarku Multithread pro hraní her se liší v závislosti na typu her a na tom, jak využívají prostředky procesoru. Zatímco mnoho her se při dosahování vysokých snímkových frekvencí spoléhá především na jednovláknový výkon, moderní hry a hry navržené s enginem nové generace mohou z vícevláknového výkonu výrazně těžit. Vícevláknový výkon zlepšuje herní zážitek v titulech, které podporují pokročilou fyziku, umělou inteligenci a strategické hry v reálném čase. Jelikož se jedná spíše o referenční hodnotu více vláknového výkonu procesoru, preference daného kritéria bude menší než u reálného herního výkonu.

Spotřeba – spotřeba energie, často označovaná jako Thermal Design Power (TDP), je méně kritickým, ale přesto vlivným faktorem při výběru procesoru. Je však důležité si uvědomit, že Intel a AMD definují TDP odlišně. Je spíše použité jako marketingový nástroj, takže přímé srovnání na základě hodnot TDP je nespolehlivé (Burke, Lathan, 2019).

K přesnému posouzení spotřeby energie se využívají zátěžové testy v podmínkách vysoké zátěže, které poskytují reálné údaje o watttech spotřebovaných počítačovým systémem. Tato spotřeba přímo ovlivňuje odebíraný elektrický proud a vyžaduje správné dimenzování napájecí jednotky počítače (PSU), aby byla zajištěna celková funkčnost systému. Vyšší nároky na výkon procesoru vyžadují nejen PSU s vyšší kapacitou (W), ale také účinnější chladičové řešení pro odvádění vznikajícího tepla (Burke, Lathan, 2019).

Naopak procesor s nižší spotřebou energie může pomoci snížit výdaje na zdroj (PSU) i chladič systém, což ukazuje, jak je důležité zohlednit energetickou účinnost, aby se předešlo zbytečným nákladům. Tato rovnováha mezi spotřebou energie, výkonem systému a nákladovou efektivitou zdůrazňuje nutnost vyhodnocovat skutečné využití energie a nespolehat se pouze na specifikace TDP.

I přes zmíněnou významnost daného kritéria bude míň preferované než kritérium cena, herní výkon a výkon v multithread benchmarcích, protože pro běžného hráče může spotřeba procesoru v nejhorším případě ovlivnit jenom tím, že si vymění počítačový zdroj.

Chladič v balení – zahrnutí chladiče do balení procesoru lze považovat za drobnou, ale pozitivní výhodu, a to z několika důvodů. Pro nenáročného uživatele, zejména ty, kteří se nezajímají o přetaktování, odpadá díky zahrnutí chladiče nutnost dokoupení, což umožňuje jednodušší a cenově výhodnější sestavu. Chladič dodávaný výrobcem je obvykle navržen tak, aby byl dostatečný pro tepelnou správu procesoru při standardních provozních podmínkách.

Pro nadšence a uživatele, kteří plánují zvýšit výkon svých procesorů nad rámec standardních specifikací prostřednictvím přetaktování, často přibalený chladič nedokáže zajistit potřebný odvod tepla. V takových situacích se investice do výkonnějšího chladiče na trhu stává prioritou pro zajištění optimálních provozních teplot a stability při zátěži. Proto dané kritérium bude preferované minimálně oproti všem dosud zmíněným.

Podpora DDR4 a DDR5 paměti – novější procesory již dneska podporují nejen RAM paměti s moduly DDR4, ale i DDR5. Paměti DDR5 nabízí větší rychlost, lepší odezvu, větší kapacitu, ale vzhledem k tomu, že jsou nové, stojí o dost více než DDR4 paměti. Příkladem může být nejlevnější Kingston FURY 16GB KIT DDR4, který v dané chvíli stojí 1029 Kč s DPH a nejlevnější Kingston FURY 16GB KIT DDR5, který stojí 1699 Kč s DPH (Alza.cz a.s., 2024c; Alza.cz a.s., 2024d). Cenový rozdíl mezi DDR4 a DDR5 paměti stejné řady Kingston Fury činí až 60 %.

I když dle technických parametrů jsou DDR5 podstatně lepší paměti než DDR4, v současných videohrách se daná výhoda projevuje minimálně. Dle recenze od Techspotu, (Walton, 2023a) kde se testovaly hry na počítačový sestavě, která podporovala DDR4 nebo DDR5 paměti, byla konfigurace s DDR5 paměti z 21 her v průměru rychlejší jen o 7 % než stejná konfigurace, akorát s DDR4. To není až tak skvělý výsledek, když pro DDR5 paměť je potřeba zaplatit o dost více peněz.

Starší recenze (Walton, 2021) však poukazuje na to, že při dřívějším testování byly paměti DDR5 jen 4 % rychlejší než DDR4. Sice bylo testování provedeno na 41 hrách, a tím pádem tyto dvě recenze nelze moc srovnávat, avšak je vidět tendence vývojářů novějších her jako např. Baldur's Gate 3 (2023) a Marvel's Spider-Man Remastered (2022) optimalizovat svoje hry tak, aby těžily více z benefitů paměti DDR5.

Je tedy možné doporučit DDR5 na hraní her, pokud někdo chce mít nejnovější podporovanou platformu. Avšak dostupnost (nejen cenová) DDR4 paměti umožňuje lidem zjednodušit si výběr. Vybírat je možné pouze podle socketu, který podporuje daný procesor. Typicky nové procesory od AMD (Ryzen 5000, 7000) podporují buď DDR4, nebo DDR5 paměti. Nové procesory od Intel (Core 14000, 13000, 12000) však umožňují uživatelům si vybrat mezi DDR4 a DDR5 paměti. Tudíž procesory, které podporují DDR4 a DDR5 paměti, budou posledním stejně silně preferovaným kritériem jako dostupnost chladiče v balení.

Preference k jednotlivým kritériím už byly popsány a je možné sestavit Saatyho matici:

$I_s = 0,0451$	C	HV	VV	S	DCH	PDAD	b_i	v_i
Cena	1	2	5	7	9	9	4,2228	0,4441
Herní výkon	1/2	1	3	5	7	7	2,6763	0,2814
Vícejádrový výkon	1/5	1/3	1	3	5	5	1,3077	0,1375
Spotřeba	1/7	1/5	1/3	1	3	3	0,6640	0,0698
Dostupnost chladiče	1/9	1/7	1/5	1/3	1	1	0,3192	0,0336
Podpora paměti	1/9	1/7	1/5	1/3	1	1	0,3192	0,0336
Suma							9,5092	1

Tabulka 1 - Saatyho matice, herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování

Sloupec „ v_i “ vyjadřuje výslednou váhu kritéria, vzniklou na základě geometrického průměru „ b_i “ preference kritéria. Index konzistence „ I_s “ vyšel 0,0451, je menší než 0,1, matice je dostatečně konzistentní. V prvním řádku Saatyho matice budou vždy napsány zkratky názvu kritérií, které jsou vypsány v prvním sloupci. Jednotlivé kroky výpočtu je možné si prohlédnout v kapitole 3.3. Váhy kritérií budou zařazeny do výchozí matice.

4.2.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice

Stanovení výchozí matice je základním krokem při výpočtu kompromisní varianty. Kompromisní varianta bude určena pomocí metody váženého součtu. Pro výpočet pomocí metody váženého součtu je nutné všechna kritéria u všech variant vhodně kvantifikovat.

Zároveň je nutné stanovit váhy na základě již zmíněných preferencí. Váhy budou určeny Saatyho metodou.

Prvním krokem je nalezení vhodného zdroje pro určení výchozích dat ke každé variantě a jejich kvantifikace.

4.2.2.1 Cena procesoru (Kč)

Dle šetření od společnosti CzechCrunch s.r.o. (Brejčák, 2023), která měla za cíl přinést lepší vzhled do celého e-commerce trhu v České republice, byl vytvořen unikátní žebříček ze 100 TOP e-shopů v České republice. Mezi hlavními faktory pro určení pozici v žebříčku byly účetní závěrky jednotlivých společností, návštěvnost webu, pozice ve vyhledávačích, počty recenzí produktů a další. E-shop společnosti Alza.cz a.s. se na základě daných faktorů umístil na prvním místě.

Nejen na základě daného žebříčku byl obchod Alza.cz zvolen pro stanovení výchozích cen produktů. Bylo nutné zamezit cenové diferenciaci stejných produktů mezi různými obchody, aby porovnání cen mezi produkty bylo co nejvíce spravedlivé. Také bylo důležité, aby ceny produktů na Alze nebyly ovlivněné slevami a akcemi. Při prohlížení sortimentu grafických karet a procesorů je možné si všimnout, že ceny produktů jsou vyznačené následujícím způsobem:

AMD Ryzen 5 5600X	AMD Ryzen 9 5950X	Intel Core i7-14700K
Procesor 6 jádrový, 12 vláken, 3,7GHz (TDP 65W), Boost 4,6 GHz, 32MB L3 cache, bez integrovaného grafického čipu, socket AMD AM4, Vermeer, box chladič, Wraith Stealth	Procesor 16 jádrový, 32 vláken, 3,4GHz (TDP 105W), Boost 4,9 GHz, 64MB L3 cache, bez integrovaného grafického čipu, socket AMD AM4, Vermeer, bez chladiče	Procesor 20 jádrový, 28 vláken, 3,4GHz (TDP 253W), Boost 5,6 GHz, 33MB L3 cache, Intel UHD Graphics 770, socket Intel LGA1700, Raptor Lake Refresh, bez chladiče
	+Dárek Chladič na procesor NOCTUA v hodnotě 2 299,-	+Dárek Herní klávesnice Cooler Master v hodnotě 2 099,-
SUPER CENA 3 699,- Ušetříte 60,-	ZLEVNĚNO -2% 9 690,- 9 890,-	11 990,-
Do košíku	Do košíku	Do košíku
Skladem > 5 ks	Skladem > 5 ks	Skladem > 5 ks

Obrázek 3 – Přehled zlevněných i nezlevněných produktů na Alza.cz. Zdroj:(Alza.cz a. s., c1994 – 2024a)

Produkty, které žádnou cenovou výhodu nemají na Alza.cz, nejsou nijak zvýrazněné jako např. u produktu „Intel Core i7-14700K“. Dané ceny byly zanesené rovnou do výchozí matice.

Produkty označené „Zlevněno“ jsou produkty zlevněné o zvolenou procentuální hodnotu. Původní cenovou hodnotu bez slevy je možné vidět v přeškrtnuté formě na předchozím obrázku. Do výchozí matice byly ceny zlevněných produktů navýšené

o zlevněná procenta, aby porovnání mezi produkty obdobné kategorie bylo co nejvíce porovnatelné.

„Super cena“ na e-shopu Alza.cz označuje produkty, které má Alza za výhodné ceny. Často se jedná o produkty jejích privátních značek. Pod názvem „ušetříte“ se ukrývá, kolik korun uživatel ušetří, pokud bude kupovat produkt u Alzy oproti zvolené konkurenci. „Super cena“ ale nevyjadřuje, že daný produkt koupíte na Alze oproti všem ostatním e-shopům nejlevněji. Jedná se spíše o marketingový tah, kde si Alza vybere určitou konkurenci na trhu, aby ukázala, že má výhodnější ceny. Jelikož „Super cena“ neoznačuje zlevněné zboží, zboží s danou hodnotou nebylo ve výchozí matici upraveno.

Všechny ceny, jak pro procesory, tak i grafické karty, byly v dané diplomové práci stanoveny z nezlevněných cen v katalogu produktu Alza.cz. Samozřejmě se ceny produktu neustále mění. Poslední aktualizace cen pro jednotlivé procesory byla do výchozí matice zachycena 9. března 2024 (Alza.cz a.s., 2024a). Ceny byly zachyceny v Kč s DPH, tudíž jsou rovnou kvantifikované. Charakter kritéria je minimalizační.

4.2.2.2 Herní výkon (FPS)

Měření výkonu procesoru (CPU) ve videohrách spočívá v hodnocení toho, jak dobře procesor zvládá výpočetní úlohy potřebné k plynulému běhu hry. Snímková frekvence měřená ve snímcích za sekundu (FPS) je přímým ukazatelem plynulosti hry. Vyšší hodnoty FPS znamenají plynulejší hraní. Zatímco výkon GPU významně ovlivňuje FPS, CPU hraje klíčovou roli při zásobování GPU dostatečným množstvím dat pro udržení vysoké snímkové frekvence, zejména ve scénářích nebo hrách náročných na CPU.

Pro zjištění snímkové frekvence je nutné otestovat každý procesor z katalogu ve videohrách. Zajistit všechny procesory z katalogu Alza.cz nebylo cenově přístupné. Proto byla data pro herní výkon procesorů zjištěna z recenze (Alcorn, 2024) publikované na webu Tom's Hardware.

Tom's Hardware je vysoce ceněný web a online komunita v oblasti technologií, která se zaměřuje zejména na recenze hardwaru, novinky a komplexní srovnávací testy. Byl založen v roce 1996 Thomasem Pabstem a stal se jedním z nejdůvěryhodnějších zdrojů pro technologické nadšence, kteří hledají podrobné analýzy, recenze a srovnání počítačového hardwaru a spotřební elektroniky (About Tom's Hardware: Our Staff, Ratings and History, b.r.).

Výsledné hodnoty FPS byly do výchozí matice přenesené z recenze (Alcorn, 2024) obrázku č.5 pod názvem „Average FPS (Geomean), Entire Test Suite 1080p – Windows 11“. Vyhodnocení FPS hodnot bylo provedeno pomocí geometrického průměru FPS ve vybraných 9 hrách v rozlišení 1920x1080. V rámci testování bylo zajištěno, aby byly procesory testované ve stejné hardwarové konfiguraci, kde to šlo. Čipy od Intelu (podporující jak DDR4 paměti tak i DDR5) byly testovány na platformě s pamětí DDR5, aby nedocházelo ke zvýhodnění procesoru AMD.

Procesory 14. generace od Intelu nejsou k nalezení na obrázku č. 5, ale je možné jejich výkon najít na obrázku č. 1. Výsledky výkonu z obrázku č. 1 není možné rovnou přenést do výchozí matice, protože při výpočtu geometrického průměru FPS na obrázku č.1 byla vynechaná hra Total War: Warhammer 3 (Alcorn, 2023a). Bylo rozhodnuto odhadnout dané hodnoty tak, aby se daly porovnávat s hodnotami na obrázku č. 5.

Jelikož hodnoty některých procesorů z obrázku č. 5 je možné najít i na obrázku č. 1, je možné vyjádřit jejich podíl a na základě něho udělat odhad.

Procesory	Geometrický průměr FPS	Geometrický průměr FPS	Podíl hodnot
	z obr.5	z obr.1	obr.1/obr.5
AMD Ryzen 5 7600X	168	131	0,7798
AMD Ryzen 7 7700X	173	142	0,8208
AMD Ryzen 7 7800X3D	220	185	0,8409
AMD Ryzen 9 7900X	177	139	0,7853
AMD Ryzen 9 7900X3D	212	174	0,8208
AMD Ryzen 9 7950X	179	138	0,7709
AMD Ryzen 9 7950X3D	222	181	0,8153
Intel Core i5-13400F	153	116	0,7582
Intel Core i5-13600K	187	147	0,7861
Intel Core i7-13700K	197	159	0,8071
Intel Core i9-13900K	200	162	0,8100

Tabulka 2 - Výpočet podílu pro odhad herního výkonu procesorů Intel 14. generace, Zdroj: Vlastní zpracování podle (Alcorn, 2024)

Z podílu hodnot byl vypočítán aritmetický průměr podílu hodnot. Ten se rovnal 0,7996. Z něho byl vytvořen násobič pro odhad geometrického průměru FPS z obrázku č. 5. Chyba odhadu pomocí dané metody byla spočítaná jako odchylka od aritmetického průměru, která činila 2,14 %.

Arit. průměr podíl hodnot	0,7996
1– Arit. průměr podíl hodnot	0,2004
Průměrná odchylka (chyba odhadu)	2,14 %
Výsledný násobič pro odhad hodnot starý recenze	1,2004

Tabulka 3 - Výpočet výsledného násobiče a chyby odhadu pro herní výkon Intelu 14.generace, Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledné hodnoty odhadu je možné vidět na tabulce č. 3. Dané hodnoty byly zaneseny do výchozí matice. Odhad geometrického průměru FPS je vypočítán jako *Geometrický průměr FPS z obr. 1 * Násobič pro odhad geometrického průměru FPS z obr. 5*.

Procesory	Geometrický průměr FPS z obr.1	Násobič pro odhad geometrického průměru FPS z obr.5	Odhad geometrického průměru FPS pro obr.5
Intel Core i5-14600K	149	1,2004	178,8652
Intel Core i7-14700K	162	1,2004	194,4709
Intel Core i9-14900K	167	1,2004	200,4731

Tabulka 4 - Výsledný odhad geometrického průměru FPS z obr.5 pro Intelu 14.generace, Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnoty herního výkonu (FPS) jsou již kvantifikované, dané kritérium bude maximalizačního charakteru.

4.2.2.3 Výkon ve vícejádrovém multithread benchmarku Passmark (Skóre)

K vyhodnocení vícevláknového zpracování procesoru bylo použito skóre „Average CPU Mark“, které lze nalézt v otevřené databázi na stránkách PassMark Software (PassMark - CPU Mark, 2024).

PassMark Software je společnost známá vývojem řady softwarových benchmarkových nástrojů pro hodnocení výkonu počítačů a jejich komponent, jako jsou procesory, pevné disky a paměť RAM. Mezi její nejvýznamnější produkty patří Performance Test, který umožňuje uživatelům hodnotit výkon jejich hardwaru v různých parametrech, včetně možností více vláknového zpracování. Tento nástroj je široce používán pro standardizované porovnávání relativního výkonu různých počítačových systémů a komponent (About PassMark Software, 2024).

Výsledky benchmarku procesoru byly získány z příspěvků uživatelů na webové stránky PassMark a z interního testování. Program PerformanceTest, který je volně

dostupný pro každého uživatele, provádí osm různých testů, poté výsledky zprůměruje a určí známku CPU Mark pro daný systém (CPU Test Information, 2024).

Uživatelé mohou sdílet své výsledky do veřejně otevřené databáze. Ze všech posbíraných výsledků se dělá aritmetický průměr skóre CPU Mark pro každý procesor. Vzhledem k tomu, že průměrné skóre procesoru vychází z mnoha (často více jak milión) uživatelských testování, určování vícevláknového výkonu pomocí dané databáze benchmarku je velmi spolehlivé. Průměr skóre CPU Mark pro každý procesor bude zaznamenán do výchozí matice. Skóre je rovnou kvantifikované a je maximalizačního charakteru.

4.2.2.4 Spotřeba procesoru – y-cruncher Power (W)

Hodnoty pro spotřebu procesoru jsou získané z y-cruncher testu, který prováděli recenzenti z již zmíněného webu (viz kapitola 4.2.2.2) Tom's Hardware. Y-cruncher je zátěžový test na vícejádrové procesory, který počítá matematickou hodnotu Pi na co nejvíce desetinných míst (Yee, 2024). Daný test se běžně používá pro zátěžový test procesoru. Během daného testu se provádí měření a kalkulace odebraného proudu procesorem ve wattech. Větší množství wattů, které procesor vyžaduje během testování, signalizuje vyšší spotřebu energie při práci s náročnými aplikacemi. Spotřeba procesoru je kritériem minimalizačního charakteru. Výchozí hodnoty spotřeby procesorů byly získány z několika recenzí na Tom's hardware (Alcorn, 2022a; Alcorn, 2023b; Alcorn, 2023c) .

4.2.2.5 Dostupnost chladiče

Vzhledem k tomu, že dostupnost chladiče představuje kvalitativní údaj (buď je, nebo není k dispozici), bylo nezbytné převést tyto informace do kvantifikovatelné podoby pro analytické účely. Této transformace bylo dosaženo přiřazením binární hodnoty: „1“, znamená přítomnost chladiče v balení a „0“ znamená jeho nepřítomnost. V důsledku toho dané kritérium nabývá v rámci modelu maximalizační charakter. Údaje, zda je chladič přibalen k procesoru nebo není, je možné najít na stránkách výrobce (Advanced Micro Devices, Inc., 2024a; Intel Corporation, 2023a).

4.2.2.6 Podpora DDR4 a DDR5 paměti

Dané kritérium bude kvantifikované obdobným způsobem jako dostupnost chladiče. Hodnota „1“ bude přiřazena procesorům, které podporují jak paměti DDR4, tak i paměti DDR5. Pokud procesor podporuje pouze DDR4 paměť nebo pouze DDR5 paměť, bude mu přiřazena hodnota „0“. Ze zvolených variant jen procesory od Intelu podporují oba typy paměti (Intel Corporation, 2023b). Procesory od AMD řady Ryzen 5000 podporují jen DDR4 a řada Ryzen 7000 podporuje jenom DDR5 (Advanced Micro Devices, Inc., 2024b).

4.2.2.7 Výchozí matice

Výběr procesorů (variant) k porovnání podléhal značným problémům s dostupností dat. Bylo vyvinuto značné úsilí o zahrnutí široké škály procesorů, což vyžadovalo podrobný průzkum a shromáždění všech potřebných informací pro zvolená kritéria. Z důvodu zajištění důkladného posouzení byly ze srovnání vynechány procesory, u nichž chyběly údaje pro některé z kritérií.

Na základě výše zmíněných kvantifikovaných zdrojů ke kritériím a váhám, získané pomocí Saatyho metody, byla sestavena výchozí kritériální matice.

Procesory	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Vícejádrový Výkon (Skóre)	Spotřeba (W)	Dostupnost chladiče	Podpora paměti
AMD Ryzen 5 5500	2359	118	19479	40	1	0
AMD Ryzen 5 5600	3190	137	21583	64	1	0
AMD Ryzen 5 5600X	3699	138	21916	65	1	0
AMD Ryzen 5 7600	5090	159	27317	80	1	0
AMD Ryzen 5 7600X	5690	168	28619	107	0	0
Intel Core i5-14600K	8899	179*	39538	139	0	1
Intel Core i7-12700K	7729	165	34671	146	0	1
Intel Core i7-13700K	11590	197	46612	172	0	1
Intel Core i7-14700K	11690	194*	53672	230	0	1
Intel Core i9-12900K	10690	172	41357	197	0	1
Intel Core i9-13900K	15490	200	59421	212	0	1
Intel Core i9-14900K	16490	200*	61072	262	0	1
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX
Váha	0,4441	0,2814	0,1375	0,0698	0,0336	0,0336

*Hodnota herního výkonu pro procesory Intel 14. generace byla odhadnuta viz kapitola 4.2.2.2

Tabulka 5 - Kritériální matice pro herní procesory, kompletní data uvedeny v příloze č.1, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.2.2

Varianty označené hvězdičkou jsou procesory, u kterých byl herní výkon odhadován, viz kapitola 4.2.2.2. Ke každému kritériu je připsán jeho charakter: „MAX“ je kritérium maximalizačního charakteru (čím větší, tím lepší) a „MIN“ je minimalizačního charakteru (čím menší, tím lepší). Váhy jsou určeny na základě metody Saatyho, viz kapitola 4.2.1. Znak „*“ je přidán u procesorů, kde byl proveden odhad herního výkonu.

4.2.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu

Pro určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu je nutné nejdřív z výchozí matice zjistit ideální a bazální variantu pro určení hodnoty dílčí funkce užitku.

Varianty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Vícejádrový Výkon (Skóre)	Spotřeba (W)	Dostupnost chladiče	Podpora paměti
Ideální varianta (Hj)	2359	222	63025	40	1	1
Bazální varianta (Dj)	16490	118	13526	262	0	0

Tabulka 6 - Herní procesory, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování

Dílčí funkci užitku pro každé kritérium je vypočítáno pomocí rovnice 5, viz kapitola 3.2 Standardizovanou kriteriální matici je možné si prohlédnout v příloze č. 2.

Poslední krokem je výpočet agregovaného užitku z dílčích funkcí užitku pomocí rovnice 6. Tabulku výsledného pořadí prvních 10 procesorů je možné si prohlédnout níže.

Procesory	Agregovaný užitek	Pořadí
Intel Core i5-13400F	0,6022	1.
AMD Ryzen 7 7800X3D	0,5993	2.
AMD Ryzen 5 7600	0,5983	3.
Intel Core i5-13600K	0,5885	4.
AMD Ryzen 5 5600	0,5876	5.
Intel Core i5-12400	0,5863	6.
AMD Ryzen 7 5800X3D	0,5852	7.
Intel Core i5-12600K	0,5756	8.
AMD Ryzen 5 5600X	0,5749	9.
Intel Core i3-13100F	0,5743	10.

Tabulka 7 - Vyhodnocení pořadí herních procesorů pomocí metody váženého součtu, kompletní data v příloze č.3, Zdroj: vlastní zpracování

Na prvním místě se umístil procesor Intel Core i5-13400f, který je cenově velmi přístupný.

4.3 Grafická karta pro herní komunitu

Cílová skupina herní komunity se při volbě vhodné grafické karty nemění. Stejně jako u procesoru pro herní komunitu, viz kapitola 4.2, budou hlavní cílovou skupinou mladiství. Při tvorbě preferencí a kritérií bude prioritou stanovená na ušetření finančních prostředků. Podstatně menší, ale stále významnou prioritou bude navýšení herního výkonu. Vybraná kritéria a jejich preference budou popsány v následující kapitole.

4.3.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice

Cena grafické karty – obdobně jako u procesoru pro herní komunitu se jedná o nejdůležitější kritérium. Ačkoli jsou výkon a funkce GPU důležité, cena hraje v rozhodovacím procesu zásadní roli. Jde o vyvažování mezi uspokojením aktuálních potřeb cílové kategorie mladistvých s rozpočtovými omezeními.

Herní výkon – analýzou herního výkonu je možné zjistit, které grafické procesory nabízejí nejlepší poměr ceny a výkonu. Pro herní komunitu to bude nejpodstatnějším indikátorem grafického výkonu. Vzhledem k podstatnému omezení z hlediska rozpočtu bude dané kritérium druhé v pořadí z hlediska důležitosti.

Herní výkon s Ray Tracing – danou technologii je možné najít v plno novodobých hrách, ale zatím žádná z nich ji vyloženě nevyžaduje. Výhoda vykreslování her pomocí ray tracing spočívá v její silné podobě s efekty světla a jeho odrazu v realitě. Nevýhoda sledování paprsku spočívá v silné náročnosti na výpočetní výkon. Ve hrách je ray tracing nahraditelný vykreslovací technikou rastrování, která je znatelně levnější na výkon grafické karty, ale zároveň je míň přesnější než ray tracing (NVIDIA Corporation, 2024).

Je nutné zdůraznit, že technologie sledování paprsku nejen zlepšuje vizuální požitek ze hry, ale také usnadňuje práci vývojářům, viz kapitola 3.7. Jedná se tedy o technologii, která bude v budoucnu čím dal více využívána. Dané kritérium bylo vyhodnoceno jako méně důležité než herní výkon, ale je stále dost významné.

Velikost video paměti (VRAM) – paměť VRAM hraje klíčovou roli ve videohrách, protože umožňuje detailní a plynulé vykreslování grafiky ve vysokém rozlišení. Má přímý vliv na dobu načítání hry, vizuální kvalitu, výkon a schopnost využívat pokročilé grafické funkce. S tím, jak se hry stále zdokonalují ve své složitosti a grafické kvalitě, se zvětšují i nároky na velikost a rychlost dané paměti. Dané kritérium bude stejně důležité jako herní

výkon s ray tracing, protože se jedná také o technologii, která pomáhá odolávat budoucím nárokům na videohry (Hummel, 2023).

Spotřeba – stejně jako u procesoru je možné i u grafické karty změřit množství odběru elektrického proudu pomocí různých měřicích nástrojů v zátěžových testech. Menší spotřeba pomáhá šetřit finanční prostředky vynaložené na množství odebíraného elektrického proudu. Jedná se malou finanční úsporou, a proto kritérium bude ještě méně preferované než velikost videopaměti nebo herní výkon s ray tracingem.

Syntetický benchmark 3DMark Time Spy – Time Spy obsahuje řadu testů, které ve složitých 3D grafických simulacích posouvají grafický výkon počítače až na samé hranice možností. Tyto testy poskytují skóre, které odráží schopnost systému zvládnout hraní při různých rozlišeních a nastaveních kvality, a pomáhají uživatelům porovnat výkon různých systémů nebo komponent (UL Benchmarks, 2024).

Výhoda syntetického testu oproti reálnému hernímu výkonu spočívá v jeho standardizaci. Díky této standardizaci je možné přímo porovnávat výsledky mezi různými systémy, aniž by bylo potřeba se obávat variability způsobené různými nastaveními nebo verzemi hry. Také tím, že daný test dokáže zatížit širokou škálou funkcí GPU, nabídne ucelený pohled na schopnosti GPU.

Jelikož se však jedná o syntetický benchmark, nemusí dokonale reprezentovat herní výkon ve všech reálných scénářích. Některé hry mohou více využívat určité funkce GPU nebo optimalizace, které Time Spy nesimuluje. Výrobci GPU často optimalizují ovladače pro populární hry, což se nemusí ve výsledcích Time Spy projevit. Z výše uvedených důvodů bude dané kritérium méně preferované než herní výkon, ale více preferované než herní výkon s ray tracing a velikost VRAM.

Na základě výše popsaných preferencí byla sestavena Saatyho matice pro grafické karty na hraní her.

$I_s = 0,0352$	C	HV	VRT	VP	S	SB	b_i	v_i
Cena	1	2	6	6	8	5	3,7719	0,4466
Herní výkon	1/2	1	3	3	6	2	1,9442	0,2398
Výkon s ray tracing	1/6	1/3	1	1	4	1/2	0,6934	0,0881
Video paměť	1/6	1/3	1	1	4	1/2	0,6934	0,0881
Spotřeba	1/8	1/6	1/4	1/4	1	1/4	0,2623	0,0331
Syntetický benchmark	1/5	1/2	2	2	4	1	1,0815	0,1384
Suma							8,1090	1

Tabulka 8 - Saatyho matice, herní grafické karty, Zdroj: vlastní zpracování

Index konzistence se rovná 0,0352, což je menší než 0,1. Matice je dostatečně konzistentní.

4.3.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice

Pomocí Saatyho matice již byly zjištěny váhy jednotlivých kritérií. V dané kapitole budou představeny a vysvětleny zdroje dat pro zvolená kritéria a v případě, že data nejsou kvantitativního typu, bude na daný typ dat převeden. Na konci kapitoly bude představena výsledná kritériální matice.

4.3.2.1 Cena grafické karty (Kč)

Na rozdíl od procesoru, kde je možné chladič a procesor koupit zvlášť, tomu tak u grafických karet není. Grafickou kartu je možné koupit pouze s namontovaným chladičím řešením. Proto pro určitý druh grafického čipu existuje až desítky různých variací chladičím řešení, v různých cenových kategoriích. Chladičím řešení může mít vliv na výkon, velikost, teplotu a hluk grafické karty, což značně komplikuje její výběr (Chan, Mates, 2023). Výkon grafické karty může být změněn slabým přetaktováním grafické karty od výrobců chladičím řešení. Testy stejného grafického čipu od různých výrobců chladičím řešení ale naznačují, že vliv daného přetaktování je zanedbatelný (Hardware Unboxed, 2023).

Pro usnadnění vzájemného srovnání výkonu různých grafických čipů bylo rozhodnuto určit jejich cenu na základě ceny nejlevnějšího dostupného chladičím řešení pro každý grafický čip.

Cena grafických karet byla zjištěna z již zmíněného katalogu produktu na Alza.cz, viz kapitola 4.2.2.1. Ceny byly očištěny o slevu, aby nedocházelo ke zkreslenému porovnání. „Super cena“ byla ponechána, jelikož nepředstavuje slevu. Poslední aktualizace cen pro jednotlivé grafické karty byly do výchozí matice zaneseny 9. března 2024. Ceny jsou v Kč s DPH, tudíž jsou rovnou kvantifikované (Alza.cz a.s, 2024b). Charakter kritéria je minimalizační.

4.3.2.2 Herní výkon ve FullHD/Ultra preset (FPS)

Data pro herní výkon byla převzata z recenze (Walton, 2024a) grafických karet na webu Tom's Hardware, který se specializuje na testování hardwarových komponent, viz kapitola 4.2.2.2. V části „GPU Benchmarks Hierarchy — 1080p Ultra“, obrázek č.2, modely

grafických čipů byly testované v 9 videohrách v rozlišení 1920x1080 (FullHD). Z průměrného počtu snímku za sekundu (FPS) v každé hře byl udělán geometrický průměr, tím došlo ke zjištění průměrného herního výkonu z 9 vybraných her. Dané výsledky byly poznamenány do kritériální matice. Jedná se maximalizační kritérium.

4.3.2.3 Výkon s ray tracing ve FullHD/Ultra preset (FPS)

Obdobně jako u kritéria „Herní výkon ve FullHD/Ultra preset (FPS)“ byla data zjištěna z recenze (Walton, 2024b) grafických karet na webu Tom's Hardware. V části „GPU Benchmarks Hierarchy — 1080p Ultra“, obrázek č.3, byly modely grafických čipů testované v 6 videohrách v rozlišení 1920x1080 (FullHD) se zapnutými efekty sledování paprsků. Z průměrného počtu snímků za sekundu (FPS) se v každé hře udělal geometrický průměr, tím došlo ke zjištění průměrného herního výkonu z 6 vybraných her. Výsledky byly zapsané do kritériální matice. Charakter kritéria je maximalizační.

4.3.2.4 Velikost video paměti (GB)

Velikost VRAM je zjistitelná ze specifikace každé grafické karty. Pro přehlednost na webu Techpowerup je možné najít specifikace pro skoro každý model grafické karty na trhu, včetně velikosti VRAM. Uvádí se v gigabytech (GB). Hodnoty VRAM převzaté z veřejně dostupné databáze byly vloženy do kritériální matice. Jedná se maximalizační kritérium (Techpowerup, c2004-2024).

4.3.2.5 Spotřeba ve 4K/FullHD* (W)

Spotřeba grafických karet byla zjištěna z již zmíněné recenze (Walton, 2024c) na internetové stránce Tom's Hardware. V části „Power, Clocks, and Temperatures“, Graf. 1, obrázek č.4 byla geometrický zprůměrovaná spotřeba ve wattech pro většinu modelů grafických čipů, během testování 15 her v rozlišení 3840x2160.

Hry v rozlišení 4K dokážou maximálně zatížit grafickou kartu a vyvarovat se tak bottlenecku ze strany procesoru. Na některých grafických kartách nešly spustit hry ve 4K rozlišení. Pro tyto GPU byla převzata data z obrázku č.1 ve stejné části, kde se testovalo v rozlišení 1920x1080. Grafické karty, u kterých spotřeba byla zjištěna v rozlišení FullHD, budou označeny ve výchozí matici znakem „*“. Dané kritérium je minimalizačního charakteru.

4.3.2.6 Syntetický benchmark - 3DMark Time Spy (Skóre)

Skóre pro jednotlivé grafické karty bylo získané z otevřené databáze na internetové stránce GPU-Monkey (GPU-monkey, 2024). GPU-Monkey sbírá data ze svých a z uživatelských testů v daném syntetickém benchmarku (About us, b.r.), následně ze všech výsledků pro danou grafickou kartu je zjištěn aritmetický průměr skóre. Testování probíhalo v syntetickém benchmarku Time Spy v rozlišení 2560x1440 a výsledkem je hodnota grafického skóre. Čím větší je grafické skóre, tím lepší je výkon grafické karty. Kritérium je maximalizačního charakteru.

4.3.2.7 Výchozí matice

Zdroj dat pro kritériální matici byl v dané kapitole popsán. Bylo potřeba zajistit, aby žádné kritérium pro žádnou grafickou kartu nechybělo. Pokud nějaké hodnocení ve variantě chybělo, byla daná varianta z porovnání vyřazena. Kritéria byla rovnou kvantifikovaná. Prohlédnout si kritériální matici je možné níže.

Grafické karty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Výkon s ray tracing (FPS)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)	Syntetický benchmark (Skóre)
Intel Arc A380	3469	27	12	6	71*	4306
Intel Arc A580	5199	64	36	8	189*	10823
AMD Radeon RX 6700	7399	84	34	10	180*	14936
AMD Radeon RX 7600 XT	9299	91	35	16	194	10959
AMD Radeon RX 7900 XT	19999	157	83	20	308	25256
GeForce RTX 4070 SUPER	16490	146	97	12	216	21031
GeForce RTX 4070 Ti	19499	154	104	12	264	22478
GeForce RTX 4080	28999	172	126	16	291	28773
GeForce RTX 4080 SUPER	29290	175	129	16	300	28453
GeForce RTX 4090	49990	190	154	24	403	36924
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX
Váha	0,4466	0,2398	0,0881	0,0881	0,0331	0,1384

*Hodnota spotřeby (W) byla převzata v rozlišení FullHD oproti ostatním grafickým kartám viz kapitola 4.3.2.5

Tabulka 9 - Kritériální matice pro herní grafické karty, kompletní data uvedeny v příloze č.4, Zdroj: vlastní zpracování, podle zdrojů z kapitoly 4.3.2

Vyobrazena je zde jenom část tabulky. Celou kriteriální matici je možné prohlédnout v příloze č. 4. Znak „*“ je přidán u grafických karet, kde byla převzata spotřeba v rozlišení FullHD, ostatní grafické karty mají uvedenou spotřebu v rozlišení 4K.

4.3.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu,

Obdobně jako u procesorů pro herní komunitu je nutné určit ideální a bazální variantu. Potom bude možné sestojit standardizovanou matici pomocí rovnice 5, viz kapitola 3.3. Standardizovanou kriteriální matici je možné si prohlédnout v příloze č. 5.

Varianty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Výkon s ray tracing (FPS)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)	Syntetický benchmark (Skóre)
Ideální varianta (Hj)	3469	190	154	24	71	36924
Bazální varianta (Dj)	49990	27	12	6	403	4306

Tabulka 10 - Grafické karty pro herní komunitu, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování

Poslední krokem je výpočet agregovaného užítku z dílčích funkcí užítku pomocí rovnice 6. Tabulku výsledného pořadí prvních 10 grafických karet je možné vidět zde.

Grafická karta	Agregovaný užitek	Pořadí
AMD Radeon RX 7900 XT	0,6673	1.
AMD Radeon RX 7900 XTX	0,6636	2.
GeForce RTX 4070 SUPER	0,6485	3.
GeForce RTX 4070 Ti SUPER	0,6472	4.
AMD Radeon RX 7800 XT	0,6400	5.
GeForce RTX 4070 Ti	0,6367	6.
AMD Radeon RX 6800	0,6326	7.
GeForce RTX 4070	0,6303	8.
GeForce RTX 4080 SUPER	0,6257	9.
GeForce RTX 4080	0,6238	10.

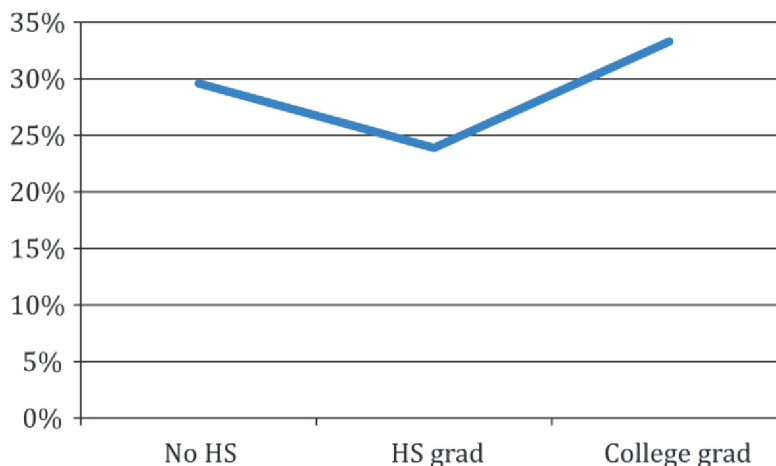
Tabulka 11 – Vyhodnocení pořadí grafických karet pomocí metody váženého součtu, kompletní data v příloze č. 6, Zdroj: vlastní zpracování

Nejlepší grafickou kartou na hraní her je AMD Radeon RX 7900 XT.

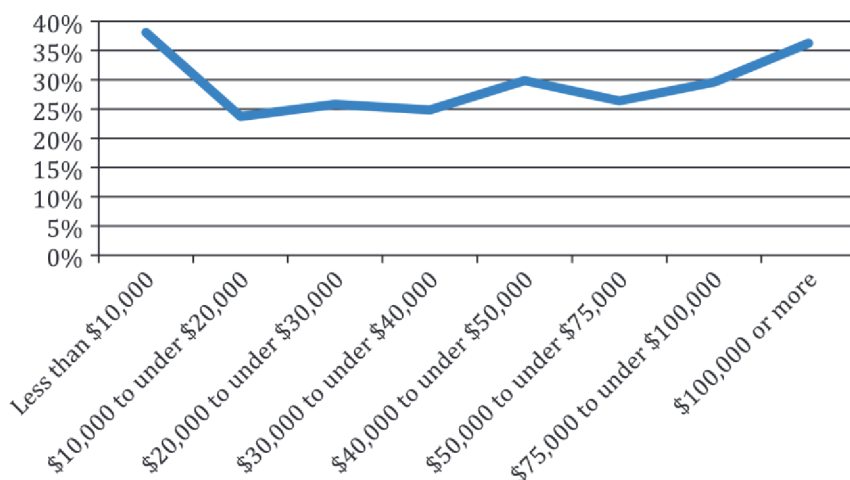
4.4 Procesor pro úpravu a tvorbu online obsahu

Obdobně jako v kapitole 4.2. bude vhodné cílovou skupinu lidí věnující se tvorbě videa a jejich úpravě co nejvíce přiblížit.

Doktor David R. Brake publikoval v roce 2014 vědecký článek zkoumající, do kterých demografických skupin spadají online tvůrci obsahu. V Kapitole „OCC in Develped Countries“ je OCC označení pro tvůrce online obsahu (Online Content Creators). Naznačuje, že tvorba internetového obsahu zahrnuje převážně lidi s lepším sociálním a finančním statutem (Brake, 2014, s. 595).



Obrázek 4 – Procentuální rozdělení lidí ve Spojených státech amerických, kteří sdíleli svoji tvorbu na internetu podle dosaženého vzdělání, Zdroj: (Brake, 2014, s. 596)



Obrázek 5 – Procentuální rozdělení lidí ve Spojených státech amerických, kteří sdíleli svoji tvorbu na internetu podle domácího příjmu za rok, Zdroj: (Brake, 2014, s. 596)

Obrázek č. 4 ukazuje, že většina populace, která sdílí obsah na internetu, jsou převážně lidi s vysokoškolským vzděláním. Obrázek č. 5 poukazuje i na slušný domácí příjem u většiny obyvatel. Oba obrázky pochází ze stejného dotazníkového šetření, kde byl počet dotazovaných 471 osob. Jak ale sám autor článku poukazuje, je zde i podstatná skupina lidí, kteří vysoké příjmy ani vzdělání nemají. Také rozdělení lidí pouze podle toho, zda vytváří obsah na internetu nebo nevytváří, není ani z části dostačující (Brake, 2014, s. 603-

604). Bylo by nutné provést detailnější šetření a aktuálnější šetření pro lepší určení cílové skupiny, kterých je, jak autor poukazuje, velmi málo (Brake, 2014, s. 604).

Pro účely dané diplomové práce budou preference pro tvůrce obsahu orientované na poměr mezi cenou a výkonem. Na základě předchozí studie je možné se domnívat, že lidé, kteří tvoří internetový obsah, jsou po finanční stránce zajištěni. Proto preference pro tvorbu online obsahu budou orientované na lidi, kteří se danému oboru věnují spíše profesionálně.

4.4.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice

Cena procesoru – bude kritérium se stejně důležitým vlivem jako výkon v tvůrčích aplikacích. Profesionálové v daném oboru jsou ochotni obětovat finanční zdroje na kvalitní a možná dražší technické vybavení, což považují za důležité pro svou práci nebo podnikání. Ačkoliv nejdražší procesory na trhu nabízí nejvyšší výkon, jejich vysoká cena je často neúměrná. Volba méně nákladných, byť mírně méně výkonných alternativ, bývá výhodnější.

Výkon v aplikacích pro úpravu a střih videa – kritérium bude stejně důležité jako cena procesoru. Úprava videí je klíčová zejména v současném trendu směrem k video obsahu, který dominuje na platformách, jako je YouTube, Instagram a TikTok. Nástroje, jako je Adobe Premiere Pro a DaVinci Resolve, nabízí širokou škálu možností pro vytváření poutavých videoklipů, což zahrnuje přidávání vizuálních efektů, titulků, editaci videa a úpravy zvuku. Pro rychle a plynule zpracování danými nástroji je vyžadován co nejlepší procesor (Etechblogcz, 2023).

Výkon v aplikacích pro úpravu fotografie – úprava fotografií zůstává stěžejní pro vizuální aspekty webů, blogů a sociálních médií. Programy jako Adobe Photoshop umožňují uživatelům vytvářet kvalitní obsah kombinací a úpravy fotografií, poskytující snadné a efektivní řešení pro vytváření vizuálně atraktivního obsahu. Dané kritérium bude mít stejnou důležitost jako kritéria předchozí.

Výkon v aplikacích pro zpracování 3D grafiky a animace – tvorba 3D modelů a animací může být nezbytná pro specifické projekty, jako jsou videohry, virtuální realita, nebo speciální efekty a animace ve filmech a reklamách. Přestože toto umění nabízí úžasné možnosti pro vizuální upoutání a prezentaci produktů, jeho využití může být podstatně komplikovanější ve srovnání s denní potřebou pro tvorbu obsahu na internetu. Proto dané kritérium bylo preferováno oproti doposud zmíněným méně.

Vícejádrový (Multithread) výkon – přínos vícejádrového výkonu byl částečně vysvětlen v předchozích kapitolách. V reálných aplikacích pro úpravu videí, fotek a 3D modelování je ne vždy optimálně zacházeno s prostředky nabízenými procesorem. V kontextu tvorby obsahu benchmark na multithread výkon představuje referenční hodnotu výkonu procesoru v plné zátěži. Dokáže maximálně vytěžit všechna jádra a vlákna procesoru, což ne všechny reálné aplikace umí. Výkon v aplikacích však lépe prezentuje reálnou situaci, a proto bude dané kritérium preferováno nejméně.

$I_s = 0,01048$	C	UV	UF	Z3DG	VV	b_i	v_i
Cena	1	1	1	3	5	1,7188	0,2815
Úprava videa	1	1	1	3	5	1,7188	0,2815
Úprava fotografie	1	1	1	3	5	1,7188	0,2815
Zpracování 3D grafiky	1/3	1/3	1/3	1	3	0,6444	0,1055
Vícejádrový Výkon	1/5	1/5	1/5	1/3	1	0,3056	0,0501
Suma						6,1063	1

Tabulka 12 - Saatyho matice, Tvorba online obsahu, procesory, Zdroj: Vlastní zpracování

Index konzistence je v přijatelné hodnotě, matice je dostatečně konzistentní.

4.4.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice

Saatyho matice vyjadřující vektor vah pro metodu váženého součtu byla určena. Je nutné ještě vhodně určit výchozí data, správně je kvantifikovat a vytvořit kriteriální matici. Výchozí hodnoty budou získány ze zdrojů popsané v této kapitole.

4.4.2.1 Cena procesorů (Kč)

Všechny ceny pro procesory byly stanoveny z nezlevněných cen z již zmíněného katalogu produktu Alza.cz, viz kapitola 4.2.2.1. Samozřejmě se ceny produktu neustále mění. Poslední aktualizace cen pro jednotlivé procesory byla do výchozí matice zachycena 9. března 2024 (Alza.cz a.s., 2024a).

4.4.2.2 Výkon v aplikaci pro úpravu videa – PugetBench for DaVinci Resolve 0.93.2 (Overall Extended Score)

Pro určení výkonu procesorů v aplikaci pro úpravu videí byly vybrány výsledky z benchmarku PugetBench pro aplikaci DaVinci Resolve verze 0.93.2, nabízené společností Puget Systems. Výsledky byly získány z veřejně přístupných recenzí od odborníků

na stránkách Puget Systems (Bach, Lagergren, 2023; Lagergren et al., 2024a; Lagergren et al., 2023a).

Společnost Puget Systems klade důraz na rozsáhlé testování, aby zajistila, že jejich pracovní stanice jsou optimalizovány pro různé aplikace pro tvorbu online obsahu, zahrnující střih videa, 3D design, animace a další. Jejich cílem je poskytovat hardware, který splňuje náročné požadavky kreativních pracovních postupů, a nabízet systémy, které správně a efektivně provozují aplikace. Zaměřují se také na sdílení svých poznatků a znalosti s komunitou a usnadnit tvůrcům online obsahu nákup (Puget Systems, 2024a).

PugetBench pro DaVinci Resolve od společnosti Puget Systems je srovnávací nástroj určený k testování výkonu systému v softwaru DaVinci Resolve. Je zaměřen na umožnění recenzentům hardwaru provádět srovnávací testy v reálném prostředí a podporuje řadu testů včetně médií v 4K a 8K rozlišení, OpenFX a výkonu Fusion. Je k dispozici ke stažení a nabízí možnost bezplatné i komerční licence, což usnadňuje širší zapojení komunity do testování výkonu. K použití daného nástroje je potřeba mít nainstalovanou aplikaci DaVinci Resolve, která je jednou z nejpoužívanějších aplikací pro tvorbu, střih a úpravu videí (Blackmagic Design Pty. Ltd., 2024; Bach, 2019).

Nutné bylo zajistit, aby testování probíhalo na stejné hardwarové konfiguraci a na stejné verzi 0.93.2. PugetBench benchmarku pro aplikaci DaVinci Resolve, jinak by mohlo dojít ke zkreslení výkonu. Kvůli tomu bylo potřeba silně omezit výběr procesorů, aby tyto podmínky splňovaly. Výsledky byly získány z recenzí od odborníků na stránkách Puget Systems (Bach, Lagergren, 2023; Lagergren et al., 2024a; Lagergren et al., 2023a). Výsledky z grafů „PugetBench for DaVinci Resolve 0.93.2 (Overall Extended Score)“ byly převzaty z recenzí a doplněny do výchozí matice. Skóre je kvantifikované a maximalizačního charakteru.

4.4.2.3 Výkon v aplikaci pro úpravu fotografie – PugetBench for Photoshop 0.93.6 (Overall Score)

Obdobně jako bylo popsáno v předchozí kapitole, výkon v aplikaci pro úpravu fotografie byl zjištěn z benchmarku PugetBench for Photoshop, který je napojen na aplikaci Adobe Photoshop, což je jeden z nástrojů na úpravu obrázků (Puget Systems, 2024b; Adobe, 2024).

Data byla zjištěna z recenzí odborníků (Lagergren et al., 2023b; Lagergren et al., 2023c). Bylo podstatné, aby hardwarové komponenty testovaných sestav byly totožné, verze

benchmarku je 0.93.6. Data z grafů „PugetBench for Photoshop 0.93.6 (Overall Score)“ byla vložena do kritériální matice. Pro AMD Ryzen Threadripper PRO procesory bylo nutné zjistit hodnoty z databáze dostupné na Puget Systems. Braly se nejlepší výsledky pro každý procesor, které jsou ověřené, tzn. že jsou přidány odborníky z Puget Systems neboli na webu označené jako „Puget Systems Verified“ a měly stejnou hardwarovou konfiguraci jako v předchozích recenzích (Puget Systems, 2024c). Skóre z daných benchmarků je rovnou kvantifikované a je maximalizačního charakteru.

4.4.2.4 Výkon v aplikaci pro zpracování 3D grafiky –Blender Benchmark 4.0.0. (Skóre)

Pro zjištění výkonu v aplikaci pro zpracování 3D grafiky bude použit medián skóre uživatelů benchmarku dostupný v otevřené databázi Blender Open Data. Jelikož jde o medián uživatelských výsledků pro každý procesor ve verzi Blender 4.0.0., zvětšuje se tím důvěryhodnost daného zdroje. Skóre je ve kvantifikované podobě, charakter kritéria je maximalizační (Blender - Open Data, CPU, 2024).

Blender Open Data je platforma pro shromažďování, zobrazování výsledků testů výkonu hardwaru a softwaru Blenderu. Jejím cílem je porovnávat rozdíly ve výkonu softwaru a hardwaru a podporovat tak proces vývoje Blenderu podle zásad inspirovaných osmi principy otevřených dat. Iniciativa klade důraz na úplnost, dostupnost, nediskriminaci a stálost dat. Benchmarky lze spouštět na různých systémech a veřejně je sdílet, což přispívá k otevřenému souboru dat pro analýzu (What is open data?, 2024).

Blender je jedna z nepoužívanějších aplikací pro tvorbu 3D grafiky. Podporuje 3D modelování, animace, simulace, renderování, kompozice, sledování pohybu, střihu videa a tvorby her. Jedná se o komunitní projekt, který umožňuje veřejné příspěvky do své kódové základny za účelem neustálého zlepšování (Blender, b.r.).

4.4.2.5 Syntetický benchmark PassMark– Vícejádrový (Multithread) výkon (Skóre)

Data o multithread výkonu procesoru pro výchozí matici byla získána stejným způsobem, jako je popsáno v kapitole 4.2.2.3 (PassMark - CPU Mark, 2024). Jedná se o maximalizační kritérium.

4.4.2.6 Výchozí matice

Výslednou kritériální matici je možné si prohlédnout v tabulce 13. Z důvodu zajištění důkladného posouzení byly ze srovnání vynechány procesory, u nichž chyběly údaje, nebo byly zkreslené, pro některé z kritérií.

Procesory	Cena (Kč)	Úprava videa (Skóre)	Úprava fotografie (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Vícejádrový Výkon (Skóre)
AMD Ryzen 5 7600X	5690	2568	1490	205,97	28619
AMD Ryzen 7 7700X	8159	2725	1574	277,76	36070
AMD Ryzen 9 7900X	10390	2860	1577	414,18	51992
AMD Ryzen 9 7900X3D	12390	2473	1508	394,36	50540
AMD Ryzen 9 7950X	13690	2923	1617	555,24	63025
AMD Ryzen 9 7950X3D	16390	2633	1585	312	62589
AMD Threadripper PRO 5965WX	52990	2854	1308	598,07	66582
AMD Threadripper PRO 5975WX	74690	2972	1257	828,99	75834
AMD Threadripper PRO 5995WX	148690	2896	1183	1131,25	92987
AMD Threadripper PRO 7965WX	75790	3254	1289	746,54	83812
AMD Threadripper PRO 7975WX	104990	3346	1264	1038	95618
AMD Threadripper PRO 7985WX	200990	3383	1206	1741,85	137171
AMD Threadripper PRO 7995WX	287490	3412	1164	2254,34	154293
Intel Core i5-13600K	8317	2754	1526	307,14	38202
Intel Core i5-14600K	8899	2775	1542	315,49	39538
Intel Core i7-13700K	11590	2959	1676	383,93	46612
Intel Core i7-14700K	11690	3110	1739	461,55	53672
Intel Core i9-13900K	15490	3087	1774	509,84	59421
Intel Core i9-14900K	16490	3159	1806	519,24	61072
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
Váha	0,2815	0,2815	0,2815	0,1055	0,0501

Tabulka 13 – Výchozí matice, Tvorba obsahu, Procesory, Zdroj: Vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.4.2.

4.4.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu

Realizace ideální a bazální varianty je možné si prohlédnout v tabulce 14.

Varianty	Cena (Kč)	Úprava videa (Skóre)	Úprava fotografie (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Vícejádrový Výkon (Skóre)
Ideální varianta (Hj)	5690	3412	1806	2254	154293
Bazální varianta (Dj)	287490	2473	1164	206	28619

Tabulka 14 – Procesory pro tvorbu online obsahu, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování

Standardizovanou matici, která je dalším krokem výpočtu, je možné vidět v příloze č. 7. Posledním krokem je výpočet agregovaného užítku z dílčích funkcí užítku pomocí rovnice 6. Tabulku výsledného pořadí procesorů je možné vidět zde.

Procesory	Agregovaný užitek	Pořadí
Intel Core i9-14900K	0,7869	1.
Intel Core i9-13900K	0,7511	2.
Intel Core i7-14700K	0,7417	3.
Intel Core i7-13700K	0,6621	4.
AMD Ryzen 9 7950X	0,6387	5.
AMD Ryzen 9 7900X	0,5939	6.
AMD Ryzen Threadripper PRO 7975WX	0,5574	7.
AMD Ryzen Threadripper PRO 7965WX	0,5502	8.
Intel Core i5-14600K	0,5445	9.
AMD Ryzen 7 7700X	0,5410	10.
Intel Core i5-13600K	0,5309	11.
AMD Ryzen 9 7950X3D	0,5223	12.
AMD Ryzen Threadripper PRO 7985WX	0,5000	13.
AMD Ryzen Threadripper PRO 5975WX	0,4538	14.
AMD Ryzen 5 7600X	0,4528	15.
AMD Ryzen Threadripper PRO 5965WX	0,4468	16.
AMD Ryzen 9 7900X3D	0,4440	17.
AMD Ryzen Threadripper PRO 7995WX	0,4370	18.
AMD Ryzen Threadripper PRO 5995WX	0,3471	19.

Tabulka 15 – Vyhodnocení pořadí procesoru pro online tvorbu pomocí metody váženého součtu, Zdroj: vlastní zpracování

Nejlépeším procesorem tvorbu online obsahu je Intel Core i9-14900K.

4.5 Grafická karta pro úpravu a tvorbu online obsahu

Podobně jako bylo uvedeno v kapitole 4.4., kritéria a jejich preference budou zaměřeny na jednotlivce, kteří se věnují tvorbě online obsahu na spíše profesionální úrovni. Cílem bude najít kompromis mezi cenou a kvalitou výkonu.

4.5.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice

Cena – osoby profesionálně působící v daném oboru obvykle neváhají investovat do nákupu vysokovýkonné grafické karty, tudíž se cena stává stejně důležitým faktorem jako výkon v aplikacích pro tvorbu online obsahu.

Výkon v aplikacích pro úpravu a střih videa – grafický výkon je v aplikacích pro střih a úpravu videa nesmírně důležitý. Při práci s video obsahem, zejména ve 4K, nebo dokonce 8K rozlišení, se zpracování videa stává náročnou úlohou, která vyžaduje silný grafický výkon. Moderní software pro úpravu videa, jako je DaVinci Resolve, intenzivně využívá schopnosti GPU ke zpracování dat pro urychlení renderování, kódování a dekodování videa, což umožňuje rychlejší náhled a efektivnější práci s video efekty a přechody. Preference daného kritéria bude stejně důležitá jako cena (Puget Systems, 2024d).

Výkon v aplikacích pro zpracování 3D grafiky a animace – v 3D designu a zejména v programu Blender hraje GPU zásadní roli při vykreslování a kvalitě vizuálního zobrazení. Ovlivňuje, jak hladce a rychle se modely, textury a efekty vykreslují na obrazovce. Přestože práce s 3D a animací umožňuje vizuálně poutavou prezentaci, jeho použití je složitější než běžná tvorba online obsahu, což vede k menší preferenci tohoto kritéria (Puget Systems, 2024e).

Video paměť – paměť Video RAM je podstatná pro aplikace tvorby online obsahu, protože přímo ovlivňuje schopnost zpracovávat video soubory s vysokým rozlišením a složité 3D modely. Větší paměť VRAM umožňuje plynulejší úpravy a vykreslování obsahu ve vysokém rozlišení tím, že ukládá více dat blíže ke grafickému procesoru. Výsledkem je vyšší výkon, zejména v úlohách, které vyžadují zpracování velkého množství vizuálních dat, jako je střih videa, barevná gradace a 3D vykreslování. U těchto aplikací může GPU s větším množstvím paměti VRAM zvýšit efektivitu pracovního postupu a kvalitu výstupu. Nutno podotknout, že ne každý uživatel pro tvorbu online obsahu bude potřebovat pracovat s videi v 8K rozlišení nebo s obrovskými 3D modely, a proto dané kritérium bude preferované ještě méně než výkon v aplikacích pro zpracování 3D grafiky (Puget Systems, 2024f; Puget Systems, 2024e; Puget Systems, 2024d).

Spotřeba – spotřebu elektrické energie grafických karet lze určit pomocí měřicích zařízení během zátěžových testů. Nižší spotřeba energie přispívá k úsporám nákladů na elektrickou energii. Protože ušetření finančního prostředku při tvorbě online obsahu není hlavním cílem, ale spíše malým bonusem, bude dané kritérium preferované nejméně.

$I_s = 0,0321$	C	UV	Z3DG	VP	S	b_i	v_i
Cena	1	1	3	4	9	2,5508	0,3599
Úprava videa	1	1	3	4	9	2,5508	0,3599
Zpracování 3D grafiky	1/3	1/3	1	2	7	1,0924	0,1541
Video paměť	1/4	1/4	1/2	1	5	0,6899	0,0973
Spotřeba	1/9	1/9	1/7	1/5	1	0,2039	0,0288
Suma						7,0879	1

Tabulka 16 - Saatyho matice, Tvorba online obsahu, grafické karty, Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě uvedených preferencí u kritérií byla zpracována Saatyho matice. Index konzistence je menší než 0,1, a lze tedy matici považovat za dostatečně konzistentní.

4.5.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice

4.5.2.1 Cena (Kč)

Všechny ceny pro grafické karty byly stanoveny z nezlevněných cen z již zmíněného katalogu produktu Alza.cz, viz kapitola 4.3.2.1. Samozřejmě se ceny produktu neustále mění. Poslední aktualizace cen pro jednotlivé GPU byly do výchozí matice zachyceny 9. března 2024 (Alza.cz a.s, 2024b).

4.5.2.2 Výkon v aplikaci pro úpravu a střih videa – DaVinci benchmark 0.93.2 (efekty pro GPU skóre)

Výkon v aplikaci pro úpravu a střih videa byl zjištěn pomocí již zmíněného benchmarku PugetBench pro aplikaci DaVinci Resolve verze 0.93.2, viz kapitola 4.4.2.2. V daném benchmarku budou podstatné výsledky tzv. „GPU effects score“. Tato část benchmarku se zaměřuje na to, jak dobře dokáže GPU systému zvládnout náročné úlohy jako filmové zrno, rozmazání objektivu atd., které jsou klíčové pro střih videa a zpracování efektů v aplikaci DaVinci Resolve (Bach, 2019). Výkon grafické karty v daném testu je vyhodnocen skórovacím systémem: čím vyšší skóre GPU má, tím lepší je její výkon v aplikacích pro úpravu videa.

Výsledné skóre daného testu pro každou grafickou kartu bylo převzato z recenzí odborníku na webu Puget Systems (Lagergren, 2023; Lagergren et al., 2024b; Lagergren et al., 2024c; Bach, 2023). Pokud se v recenzích víckrát objevovala totožná grafická karta, bylo

do výchozí matice zařazeno nejvyšší dosažené skóre dané GPU. Důležité bylo, aby grafické karty byly testovány na totožné verzi benchmarku 0.93.2. Totožnost hardwarové konfigurace nebylo potřeba zajistit, protože se jedná o test, který zatěžuje jenom grafickou kartu, vliv ostatních komponent je zanedbatelný. Pokud grafická karta nebyla v recenzích nalezená, nebo nesplňovala požadavky na verzi benchmarku, byla z porovnání vyřazena.

4.5.2.3 Výkon v aplikacích pro zpracování 3D grafiky a animace – Blender benchmark 4.0.0. (Skóre)

Pro zjištění výkonu grafické karty v aplikaci pro zpracování 3D grafiky bude použit medián skóre GPU uživatelů benchmarku dostupný v otevřené databázi Blender Open Data (Blender - Open Data, GPU, 2024). Více o aplikaci Blender a metodice Open Data je možné si přečíst v kapitole 4.4.2.4. Benchmark byl prováděn v Blenderu verze 4.0.0. Zdrojová data jsou ve kvantifikovaném formátu a jedná se o kritérium maximalizačního charakteru.

4.5.2.4 Velikost video paměti (GB)

Velikost VRAM je zjistitelná ze specifikace každé grafické karty. Pro přehlednost na webu Techpowerup je možné najít specifikace pro skoro každý model grafické karty na trhu, včetně velikosti VRAM, uvádí se v GB. Hodnoty VRAM převzaté z veřejně dostupné databáze byly vloženy do kritériální matice. Jedná se o maximalizační kritérium (Techpowerup, c2004-2024).

4.5.2.5 Spotřeba 4K/FullHD* (W)

Spotřeba každé grafické karty byla zjištěna z recenze Tom's Hardware, zmíněné v kapitole 4.3.2.5. (Walton, 2024c). Kritérium je minimalizačního charakteru.

4.5.2.6 Výchozí matice

Z popsaných zdrojů byla vytvořena kritériální matice, viz Tabulka č.17.

Grafické karty	Cena (Kč)	Úprava videa (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)
Intel Arc A750	5699	84	1969	8	205*
Intel Arc A770	8799	89,5	1986,81	16	217*
AMD Radeon RX 7900 XTX	25999	191,3	3932,8	24	351
GeForce RTX 3060	7190	80,7	2246,96	8	166
GeForce RTX 4060	7889	76	3196,37	8	126
GeForce RTX 4060 Ti (8GB)	10399	87	3825,05	8	146
GeForce RTX 4070	13999	135	5400,38	12	194
GeForce RTX 4070 SUPER	16490	144	6349,75	12	216
GeForce RTX 4070 Ti	19499	147	6494,1	12	264
GeForce RTX 4070 Ti SUPER	22190	174,7	7232,78	16	283
NVIDIA RTX A4000	28999	97,7	2939,04	16	150
GeForce RTX 4080	28999	192	8590,03	16	291
GeForce RTX 4080 SUPER	29290	194	8389,88	16	300
GeForce RTX 4090	49990	261,3	11278,92	24	403
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN
Váha	0,3599	0,3599	0,1541	0,0973	0,0288

*Hodnota spotřeby (W) byla převzata v rozlišení FullHD oproti ostatním grafickým kartám viz kapitola 4.3.2.5

Tabulka 17 - Východí matice, Tvorbba online obsahů, Grafické karty, Zdroj: Vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.5.2

Znak „*“ je přidán u grafických karet, kde byla převzata spotřeba v rozlišení FullHD, ostatní grafické karty mají uvedenou spotřebu v rozlišení 4K.

4.5.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu

Aby bylo možné použít metodu váženého součtu, je nutné sestavit standardizovanou matici. K tomu je nejdříve potřeba určit ideální a bazální variantu (Tabulka č.18). Poté pomocí rovnice 5 již není obtížné určit dílčí užitek, a tím zjistit celou standardizovanou matici R_{ij} , viz příloha č. 8.

Varianty	Cena (Kč)	Úprava videa (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)
Ideální varianta (Hj)	5699	261	11279	24	126
Bazální varianta (Dj)	49990	76	1969	8	403

Tabulka 18 - Grafické karty pro tvorbu online obsahu, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování

Ze standardizované matice je možné pomocí rovnice 6 vytvořit agregovaný užitek skalárním součinem vektoru váhy každého kritéria a dílčím užitek varianty u každého kritéria. Z agregovaného užitku je možné sestavit výsledné pořadí variant. Na prvním místě bude varianta kompromisní.

Grafické karty	Agregovaný užitek	Pořadí
GeForce RTX 4090	0,6113	1.
GeForce RTX 4070 Ti SUPER	0,5659	2.
GeForce RTX 4080	0,5658	3.
GeForce RTX 4080 SUPER	0,5630	4.
AMD Radeon RX 7900 XTX	0,5541	5.
GeForce RTX 4070 SUPER	0,5206	6.
GeForce RTX 4070	0,5099	7.
GeForce RTX 4070 Ti	0,4993	8.
Intel Arc A770 TITAN	0,4292	9.
GeForce RTX 4060 Ti (8GB)	0,4005	10.
Intel Arc A750	0,3960	11.
GeForce RTX 4060	0,3912	12.
GeForce RTX 3060	0,3861	13.
RTX A4000 (16GB)	0,3037	14.

Tabulka 19 – Vyhodnocení pořadí grafických karet pro online tvorbu pomocí metody váženého součtu, Zdroj: vlastní zpracování

Nejlepší grafickou kartu na tvorbu online obsahu je RTX 4090.

4.6 Procesor pro streamování her na sociálních platformách

Poslední uživatelskou skupinou, pro kterou budou zjištěny nejvhodnější procesory a grafické karty, jsou streameré her na sociálních platformách.

Jak uvádí Woodcock (2019, s. 322-325) streamery videoher je možné definovat jako hráče, kteří vysílají hry online typicky na platformách jako Twitch, YouTube nebo Facebook. Uživatelé, kteří se tím zabývají, často nejen hrají hry, ale také komentují svůj postup, interagují se svými diváky a vytvářejí komunitu kolem svého obsahu.

Pro záznam a přenos videa a zvuku na streamovací platformu je nutné využít kompatibilní software jako OBS Studio. Jak byl vysvětleno v kapitole 3.7, po zachycení videa a zvuku je třeba jej zakódovat. Kódování je proces komprese video a audio dat, aby byla vhodná pro streamování přes internet. Obvykle se k tomu používají kodeky jako H.264, H.265 nebo AV1 pro video a AAC pro zvuk. Kódování může provádět CPU (softwarové

kódování) nebo GPU (hardwarové kódování). Softwarové kódování nabízí větší flexibilitu a kvalitu za cenu vyššího využití CPU, zatímco hardwarové kódování je efektivnější, ale nemusí dosahovat stejné úrovně kvality (NVIDIA Corporation, 2024). Po kódování je stream odeslán na streamovací platformu, jako je například Twitch.

Zajištění vysoké kvality obrazu a zvuku bude pro streamera videoher zásadní. K danému úkonu bude potřeba mít silnou počítačovou sestavu, která nejenom dokáže rychle a efektivně zpracovávat obraz a zvuk, ale zároveň nabídne dobrý požitek z hraní her. Po odvysílání herního záznamu na streamovací platformy bude pro streamery také podstatná možnost si záznam stáhnout, upravit ho a nahrát na video platformy jako YouTube, TikTok, Facebook, aby mohli oslovit co největší publikum. (Woodcock, Johnson, 2019)

Zjednodušeně řečeno je daná skupina jakýmsi hybridem mezi skupinu pro tvorbu online obsahu a herní komunitou, protože potřebuje nejen výkon pro nahrání záznamu a úpravu videa/zvuku, ale také výkon na hraní her.

V kapitole 4.4 byl vysloven předpoklad, že tvůrci online obsahů jsou většinou finančně zajištěni. S daným předpokladem se bude pracovat i nadále. Priorita bude orientována na zajištění vysokého výkonu hardwarových komponent pro účel streamování, a ne ušetření finančních prostředků.

4.6.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice

Pro nalezení nejvhodnějšího procesoru na živé vysílání her byla vybrána následující kritéria.

Cena – cena procesoru bude důležitým faktorem při sestavování nebo upgradu počítače pro streamování her, ale není to jediné, co by mělo být vzato v úvahu. Vyšší cena obvykle znamená lepší výkon, který je klíčový pro zpracování náročných úloh, jako je hraní a současné streamování her. Bude důležité najít rovnováhu mezi cenou a výkonem, a proto bude dané kritérium stejně důležité jako jeho výkon.

Herní výkon – pro komfortní streamovací zážitek bude klíčové mít uspokojivý herní výkon. Pokud herní výkon nebude dostatečným hra se bude zdát trhaná nebo pomalá, což může způsobit, že ovládání a celkový zážitek z hraní nebude plynulý, a to nejen ze strany streamera, ale také ze pohledu diváků. Dané kritérium bude stejně důležité jako cena.

Vícejádrový výkon Multithread – streamování, zejména při vysoké kvalitě a při současném hraní náročných her, může značně zatěžovat procesor. Testy zaměřené na multithreading umožňují zjistit, jak dobře procesor zvládá paralelní zpracování úloh, což je pro streamování důležité. Jelikož se testuje v syntetickém benchmarku, nemusí přesně

reprezentovat výkon v reálné situaci, a proto bude dané kritérium slabě nepreferované ku hernímu výkonu a ceně procesoru.

Singlethread jednojádrový výkon – singlethread výkon odkazuje na schopnost procesoru efektivně zpracovávat úlohy, které nelze rozdělit mezi více jader, což znamená, jak dobře procesor zvládá instrukce vyžadující vysokou výpočetní sílu jednoho jádra. Vysoký singlethread výkon je stále podstatný pro celkový výkon zejména ve starších hrách a aplikacích, které neumějí správně využívat vícejádrové zpracování. Multithreading (Vibox Ltd., 2023) je však pro streamování her obecně považován za důležitější kvůli potřebě efektivně zpracovávat více úloh současně, a proto dané kritérium bude perforované méně než výkon v multithreadu.

Výkon v aplikaci pro zpracování 3D grafiky – možnost vizuální grafické úpravy, zejména pro nahrání záznamu ze streamu na jiné platformy, může zvětšit dosah a pomoci tak získat další divácké publikum. Není to však tak vyžadovaná kvalita pro streamování videoher, a proto dané kritérium bude ještě méně preferované než kritéria doposud v kapitole zmíněná.

Spotřeba – významnost spotřeby u procesoru byla vysvětlena v kapitole 4.2.1. Menší spotřeba procesoru pomáhá šetřit náklady na elektrickou energii, ale jelikož cílem není ušetřit finanční náklady, ale zajistit dostatečný výkon procesoru na streamování her, bude dané kritérium nejméně preferované pro streamování her.

Výslednou Saatyho matici je možné vidět v Tabulce 20. Index konzistence dosahoval hodnoty 0,0365, a tak je možné prohlásit, že matice je dostatečně konzistentní.

$I_s = 0,0365$	C	HV	VV	JV	Z3DG	S	b_i	v_i
Cena	1	1	2	4	6	9	2,7495	0,3145
Herní výkon	1	1	2	4	6	9	2,7495	0,3145
Vícejádrový výkon	1/2	1/2	1	3	6	9	1,8531	0,2120
Jednojádrový výkon	1/4	1/4	1/3	1	1/2	5	0,6111	0,0699
Zpracování 3D grafiky	1/6	1/6	1/6	2	1	4	0,5774	0,0660
Spotřeba	1/9	1/9	1/9	1/5	1/4	1	0,2023	0,0231
Suma							8,7428	1

Tabulka 20 – Saatyho matice, procesory na streamování her, Zdroj: Vlastní zpracování

4.6.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice

4.6.2.1 Cena (Kč)

Všechny ceny pro procesory byly stanoveny z nezlevněných cen z již zmíněného katalogu produktu Alza.cz, viz kapitola 4.2.2.1. Poslední aktualizace cen pro jednotlivé procesory byla do výchozí matice zachycena 9. března 2024 (Alza.cz a.s., 2024a).

4.6.2.2 Herní výkon (FPS)

Herní výkon byl zjištěn z již zmíněné recenze Tom's Hardware (Alcorn, 2024). Více o zpracování hodnot z dané recenze do výchozí kritériální matice je možné se dočíst v kapitole 4.2.2.2.

4.6.2.3 Syntetický benchmark vícejádrové – PassMark Multithread (Skóre)

Data o vícejádrovém výkonu procesoru byla zjištěna pomocí syntetického benchmarku od společnosti PassMark Software (PassMark - CPU Mark, 2024). Více o společnosti PassMark Software a metodice zadávání dat do výchozí matice je možné zjistit v kapitole 4.2.2.3. Jedná se o maximalizační kritérium.

4.6.2.4 Syntetický benchmark jednojádrový – PassMark Single Thread Performance (Skóre)

Data o jednojádrovém výkonu procesoru byla obdobně zjištěna pomocí syntetického benchmarku od společnosti PassMark Software. Kromě více jádrového výkonu je možné v sekci „Single Thread Performance“ zjistit i průměrný výkon procesoru na jedno jádro. Data z dané sekce byla vložena do kritériální matice (PassMark Software, 2024). Více o sběru dat od společnosti PassMark Software v kapitole 4.2.2.3. Jedná se o maximalizační kritérium.

4.6.2.5 Výkon v aplikaci pro zpracování 3D grafiky – Blender benchmark 4.0.0. (Skóre)

Jelikož vhodné bylo zjistit výkon u co největšího počtu procesorů, bude pro vyhodnocení výkonu v tvůrčích aplikacích použit benchmark v Blenderu ve verzi 4.0.0.,

což je aplikace pro 3D modelování a animaci (viz kapitola 4.4.2.4). Medián skóre uživatelů pro každý procesor je dostupný v otevřené databázi Blender Open Data (Blender - Open Data, CPU, 2024). Skóre je v kvantifikované podobě, charakter kritéria je maximalizační.

4.6.2.6 Spotřeba – y-cruncher Power (W)

Výchozí hodnoty spotřeby procesorů byly získány z již zmíněných recenzí na Tom's hardware (viz kapitola 4.2.2.4.) a zadány do výchozí matice (Alcorn, 2022a; Alcorn, 2023b; Alcorn, 2023c). Jedná se o minimalizační kritérium.

4.6.2.7 Kriteriační matice

Část kriteriační matice je možné vidět zde, celou matici je možné prohlédnout v Příloze č.9.

Procesory	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Vícejádrový Výkon (Skóre)	Jednojádrový výkon (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Spotřeba (W)
AMD Ryzen 5 5500	2359	118	19479	3060	136,08	40
AMD Ryzen 5 5600	3190	137	21583	3258	151,82	64
AMD Ryzen 5 5600X	3699	138	21916	3360	149,04	65
AMD Ryzen 5 7600	5090	159	27317	3933	194,67	80
AMD Ryzen 7 5700X	4659	142	26738	3384	197,89	66
Intel Core i5-13600K	8317	187	38202	4161	307,14	126
Intel Core i5-14600K	8899	178*	39538	4298	315,49	139
Intel Core i7-12700K	7729	165	34671	4040	287,27	146
Intel Core i7-14700K	11690	194*	53672	4478	461,55	230
Intel Core i9-12900K	10690	172	41357	4176	343,38	197
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN
Váha	0,3145	0,3145	0,2120	0,0699	0,0660	0,0231

*Hodnota herního výkonu pro procesory Intel 14. generace byla odhadnuta viz kapitola 4.2.2.2

Tabulka 21 - Kriteriační matice pro procesory na streamování her, kompletní data uvedeny v příloze č.9, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.3.2

4.6.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu

Obdobným způsobem jako u předchozích výpočtů pomocí metody váženého součtu bude z kriteriační matice vyhodnocena ideální a bazální varianta (Tabulka č. 22).

Varianty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Vícejádrový Výkon (Skóre)	Jednojádrový výkon (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Spotřeba (W)
Ideální varianta (Hj)	2359	222	63025	4782	555	40
Bazální varianta (Dj)	16490	118	13526	3060	105	262

Tabulka 22 - Procesory na streamování her, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní

Na základě zjištěných hodnot ideální a bazální varianty bude určena standardizovaná matice (příloha č. 10). Z dílčích užitek standardizované matice je již možné získat užitek agregovaný. Varianta s největším agregovaným užitek je označena jako kompromisní.

Procesory	Agregovaný užitek	Pořadí
AMD Ryzen 9 7900X3D	0,6373	1.
Intel Core i7-14700K	0,6232	2.
AMD Ryzen 9 7950X3D	0,6185	3.
AMD Ryzen 7 7800X3D	0,6149	4.
Intel Core i9-13900K	0,5956	5.
Intel Core i7-13700K	0,5931	6.
Intel Core i5-13600K	0,5847	7.
AMD Ryzen 9 7950X	0,5846	8.
AMD Ryzen 9 7900X	0,5842	9.
Intel Core i9-14900K	0,5836	10.

Tabulka 23 - Vyhodnocení pořadí procesorů na streamování her pomocí metody váženého součtu, kompletní data uvedena v příloze č. 11, Zdroj: vlastní zpracování

Nejlepší procesor na streamování her je od společnosti AMD Ryzen 9 7900X3D.

4.7 Grafická karta pro streamování her na sociálních platformách

Cílová skupina pro streamování videoher byla popsána v kapitole 4.6. V procesu definování kritérií a jejich priorit bude kladen důraz na zlepšení kvality streamování. Další prioritou bude herní výkon, poslední již menší prioritu dostane aplikace pro grafickou úpravu online obsahu.

4.7.1 Stanovení kritérií a preferencí, Saatyho matice

Cena – cena stejně jako u procesoru pro streamování her bude významným kritériem, snaha bude udělena na nalezení grafické karty, která poskytne dobrý poměr ceny ku výkonu.

Herní výkon – herní výkon při streamování her bude velmi podstatný. Jak již bylo vysvětleno v kapitole 4.6.1, nedostatek (grafického) výkonu na hry způsobuje nepříjemný nejen požitek pro streamera, ale i pro diváky. Kritérium bude stejně důležité jako cena.

Herní výkon s ray tracing – principy technologie sledování paprsku je vysvětleno v kapitole 3.7. Dané kritérium bylo zahrnuto i u herního výkonu (kapitola 4.3.1). Pro streamování bude dané kritérium méně podstatné než při běžném hraní her, protože technologie Ray tracing silně zatěžuje výkon jak procesoru, tak i grafické karty. Pokud výkon počítače bude dostačující, může streamerovi a divákům přinést lepší vizuální požitek. Kritérium bude silně neperforované oproti ceně a hernímu výkonu.

Video paměť (GB) – se současným vývojem her a aplikací se čím dal více projevuje důležitost mít co největší množství dostupné VRAM paměti. Během streamování her velikost VRAM bude důležitá nejen z hlediska plynulého chodu hry, ale také podporování streamovacího softwaru a současného kódování záznamu na streamovací platformu.

Spotřeba – význam spotřeby grafické karty byl již vysvětlen u kategorie tvorba online obsahu, preference daného kritéria bude nejmenší, viz kapitola 4.5.1.

Syntetický benchmark – výhody a nevýhody herního syntetického benchmarku byly již vysvětleny v kapitole 4.3.1. Výsledky reálných herních testů budou důležitější, ale syntetický herní benchmark představuje referenční hodnoty výkonu GPU, které jsou minimálně ovlivněné nepřesnostmi měření. Dané kritérium bude více preferované než herní výkon s ray tracing a spotřeba grafické karty.

Výkon v aplikaci pro zpracování 3D grafiky (Skóre) – někteří streameré ocení možnost grafické editace, což umožňuje lepší adaptaci záznamů streamů pro další platformy, a tím rozšíření dosahu a získání nových diváků. Přesto tato funkce není považována za zásadní pro streamování videoher, a tak bude kritérium stejně důležité jako výkon v syntetickém benchmarku.

Podpora kódování do AV1 – zajištění co největší kvality obrazu bude pro streamera největší prioritou, a proto hardwarové kódování videa bude preferováno více než softwarové kódování. Více o kódování videa je možné si přečíst v kapitole 3.7. Ne všechny grafické karty však podporují hardwarové kódování u všech kodeků.

Nejlépeším kodekem dle (TS, 2024) na živé vysílání je kodek AV1, což je nový formát (2018) pro kompresi videa s otevřeným zdrojovým kódem, za který se neplatí licenční poplatky. Jednou z významných výhod kodeku AV1 je jeho účinnost komprese dat, která je přibližně o 30 % lepší než u kodeku HEVC, a ještě lepší ve srovnání s kodekem H.264, což

je velmi výhodné pro online streamovací platformy, které se snaží snížit náklady na šířku bitového pásma a ukládání dat. Zajištění hardwarového kódování kodeku AV1 bude stejně důležité jako cena a herní výkon.

Ztráta kvality při kódování – implementace hardwarových kodeků na grafických kartách může být různá. Obvykle je to spojeno s vlastnostmi architektury grafických čipů. Proto některé grafické čipy mají lepší kvalitu přeneseného obrazu než jiné (Walton, 2023b). Minimalizace ztráty video kvality bude preferována stejně jako cena nebo herní výkon.

Výslednou Saatyho matici je možné vidět v tabulce č. 24. Index Konzistence je menší než 0,1, matice je dostatečně konzistentní.

$I_s = 0,0274$	C	HV	VRT	VP	S	SB	Z3DG	PKA	ZKK	b_i	v_i
Cena	1	1	7	4	9	6	6	1	1	2,7526	0,2040
Herní výkon	1	1	7	4	9	6	6	1	1	2,7526	0,2040
Výkon s ray tracing	1/7	1/7	1	1/4	2	1/2	1/2	1/7	1/7	0,3342	0,0248
Video paměť	1/4	1/4	4	1	5	2	2	1/4	1/4	0,8788	0,0651
Spotřeba	1/9	1/9	1/2	1/5	1	1/4	1/4	1/9	1/9	0,2143	0,0159
Syntetický benchmark	1/6	1/6	2	1/2	4	1	1	1/6	1/6	0,5261	0,0390
Zpracování 3D grafiky	1/6	1/6	2	1/2	4	1	1	1/6	1/6	0,5261	0,0390
Podpora kódování do AV1	1	1	7	4	9	6	6	1	1	2,7526	0,2040
Ztráta kvality kódování	1	1	7	4	9	6	6	1	1	2,7526	0,2040
Suma										13,4899	1

Tabulka 24 - Saatyho matice, grafické karty na streamování her, Zdroj: Vlastní zpracování

4.7.2 Použité zdroje, kvantifikace dat, stanovení výchozí matice

4.7.2.1 Cena grafické karty (Kč)

Všechny ceny pro grafické karty byly stanoveny z nezlevněných cen z již zmíněného katalogu produktu Alza.cz, viz kapitola 4.3.2.1. Samozřejmě ceny produktů se neustále mění. Poslední aktualizace cen pro jednotlivé GPU byly do výchozí matice zachyceny 9. března 2024 (Alza.cz a.s, 2024b).

4.7.2.2 Herní výkon ve FullHD/Ultra preset (FPS)

Data pro herní výkon GPU byla převzata z recenze (Walton, 2024a) grafických karet na webu Tom's Hardware, viz kapitola (4.3.2.2).

4.7.2.3 Raytracing ve FullHD/Ultra preset (FPS)

Data pro herní výkon GPU za použití technologie sledování paprsků byla zjištěna z recenze (Walton, 2024b) grafických karet na webu Tom's Hardware, viz kapitola 4.3.2.3.

4.7.2.4 Velikost video paměti (GB)

Velikost VRAM je zjistitelná ze specifikací každé grafické karty. Hodnoty VRAM převzaté z veřejně dostupné databáze byly vloženy do kritériální matice. Jedná se o maximalizační kritérium (Techpowerup, c2004-2024).

4.7.2.5 Spotřeba ve 4K a FullHD* (W)

Zdrojová data pro energetickou spotřebu grafické karty byla převzata z již zmíněné recenze Tom's Hardware (Walton, 2024c). Více o zařazení daných hodnot do výchozí matice v kapitole 4.3.2.5.

4.7.2.6 Syntetický benchmark 3DMark Time Spy (Skóre)

Skóre v herním syntetickém benchmarku pro jednotlivé grafické karty bylo získané z otevřené databáze na internetové stránce GPU-Monkey (GPU-monkey, 2024). Více o GPU – Monkey v kapitole 4.3.2.6.

4.7.2.7 Výkon v aplikaci pro zpracování 3D grafiky – Blender benchmark (Skóre)

Pro zjištění výkonu grafické karty v aplikaci pro tvorbu online obsahu bude použit medián skóre grafické karty uživatelů dostupný v otevřené databázi Blender Open Data (Blender - Open Data, GPU, 2024). Více o aplikaci Blender a metodice Open Data je možné si přečíst v kapitole 4.4.2.4. Benchmark byl prováděn v Blenderu verze 4.0.0. Zdrojová data jsou ve kvantifikovaném formátu a jedná se o kritérium maximalizačního charakteru.

4.7.2.8 Podpora kódování do AV1

Informace o podpoře hardwarového kódování pro kodek AV1 je k nalezení na stránkách výrobců grafických karet (Advanced Micro Devices, Inc., b.r. a; Advanced Micro Devices, Inc., b.r. b; NVIDIA Corporation, 2024; Intel Corporation, 2024). Grafické karty řady RX 6000 od AMD byly jediné grafiky, které nepodporovaly hardwarovou

akceleraci kódování kodeku AV1. Pro kvantifikaci dat byla daným grafikám byla přiřazena hodnota „0“ a zbylým hodnota „1“. Jedná se maximalizační kritérium.

4.7.2.9 Ztráta kvality při kódování VMAF (%)

Pro zjištění dat daného kritéria byla využita recenze (Walton, 2023b) odborníků z již zmíněného webu Tom's Hardware. Zjišťoval se výkon kódování videa u grafických procesorů AMD, Intel a Nvidia. Jejich testovací rámec využíval software .mpeg k jednorůchodovému kódování napříč různými kodeky videa (H.264/AVC, H.265/HEVC a AV1) s cílem vyhodnotit kvalitu pomocí skóre VMAF.

VMAF (Video Multi-Method Assessment Fusion) je metrika určená k měření vnímané kvality kódovaného videa ve vztahu ke zdrojovému videu. Metrika VMAF, vyvinutá společností Netflix, využívá kombinaci modelování lidského zraku a algoritmů strojového učení k předpovídání vizuální kvality. Kombinuje více metrik kvality do jediného skóre, které odráží celkovou kvalitu videa z pohledu koncového diváka. (Li et al., 2018)

Jak uvádí Walton (2023b) byly použity stejné zdrojové videomateriály a stejná hardwarová konfigurace pro různé grafické karty s účelem co nejpřesnějšího testování a porovnání. Výsledky testů byly z dané recenze převzaty a zprůměrovány procentuální ztráty kvality u metody VMAF pro každou řadu grafických procesorů, viz příloha č. 12. Kritérium je rovnou kvantifikované a je minimalizačního charakteru.

4.7.2.10 Kriteriaální matice

Příklad výsledné kriteriaální matice je možné si prohlédnout v tabulce č. 25. Celá kriteriaální matice je k nalezení v příloze č. 13.

Grafické karty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Výkon s ray tracing (FPS)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)	Syntetický benchmark (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Podpora kódování do AV1	Ztráta kvality kódování (%)
Intel Arc A380*	3469	27,4	12,1	6	40	4306	396	1	1,558
Intel Arc A580*	5199	64,1	36,1	8	197	10823	1922	1	1,558
AMD Radeon RX 6700*	7399	84,3	34,3	10	186	14936	1353	0	13,125
AMD Radeon RX 7600 XT	9299	90,5	35,1	16	194	10959	1287	1	9,883
Radeon RX 6700 XT	9299	95,5	38,7	12	218	12834	1515	0	13,125
AMD Radeon RX 7900 XT	19999	157,0	83,2	20	308	25256	3465	1	9,883
GeForce RTX 4070 SUPER	16490	145,8	96,6	12	216	21031	6349	1	0,908
GeForce RTX 4070 Ti	19499	153,9	104,4	12	264	22478	6494	1	0,908
GeForce RTX 4080	28999	171,9	125,7	16	291	28773	8590	1	0,908
GeForce RTX 4080 SUPER	29290	175,4	128,9	16	300	28453	8389	1	0,908
GeForce RTX 4090	49990	190,2	153,7	24	403	36924	11278	1	0,908
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN
Váha	0,2040	0,2040	0,0248	0,0651	0,0159	0,0390	0,0390	0,2040	0,2040

*Hodnota spotřeby (W) byla převzata v rozlišení FullHD oproti ostatním grafickým kartám viz kapitola 4.3.2.5

Tabulka 25 - Kriteriační matice pro grafické grafiky na streamování her, kompletní data uvedeny v příloze č.13, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.3.2

4.7.3 Určení kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu

Obdobným způsobem jak u předchozích výpočtů pomocí metody váženého součtu bude z kriteriační matice vyhodnocena ideální a bazální varianta (Tabulka č. 26).

Grafické karty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Výkon s ray tracing (FPS)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)	Syntetický benchmark (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Podpora kódování do AV1	Ztráta kvality kódování (%)
Ideální varianta (Hj)	3469	190	154	24	40	36924	11279	1	0,0091
Bazální varianta (Dj)	49990	27	12	6	403	4306	397	0	0,1313

Tabulka 26 - Grafické karty na streamování her, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování

Na základě zjištěných hodnot ideální a bazální varianty bude určena standardizovaná matice (příloha č. 14). Z dílčích užitek standardizované matice je již možné získat užitek agregovaný. Varianta s největším agregovaným užitek je označena jako kompromisní.

Grafické karty	Agregovaný užitek	Pořadí
GeForce RTX 4070 Ti SUPER	0,8041	1.
GeForce RTX 4080 SUPER	0,8030	2.
GeForce RTX 4080	0,8009	3.
GeForce RTX 4070 SUPER	0,7895	4.
GeForce RTX 4070 Ti	0,7879	5.
GeForce RTX 4090	0,7801	6.
GeForce RTX 4070	0,7707	7.
GeForce RTX 4060 Ti (16GB)	0,7465	8.
GeForce RTX 4060 Ti (8GB)	0,7279	9.
GeForce RTX 4060	0,7089	10.

Tabulka 27 - Vyhodnocení pořadí grafických karet na streamování her pomocí metody váženého součtu, kompletní data jsou uvedena v příloze č.15, Zdroj: vlastní zpracování

Nejlepší grafická karta na streamování her je od společnosti NVIDIA RTX 4070 Ti SUPER.

5 Zhodnocení a doporučení

Na základě výpočtů provedených v práci bylo nalezeno kompromisní řešení pro každou uživatelskou skupinu. Bude zde představeno 10 nejlepších grafických karet a procesorů. Pro herní komunitu bude k nejlepší grafické kartě zjištěn procesor s nejmenším efektem hrdla lahve.

5.1 Procesory a grafické karty na hraní her

Prvních 10 nejlepších grafických karet a procesorů je možné si prohlédnout v následující tabulce č. 28.

Procesory	Pořadí	Grafické karty	Pořadí
Intel Core i5-13400F	1.	AMD Radeon RX 7900 XT	1.
AMD Ryzen 7 7800X3D	2.	AMD Radeon RX 7900 XTX	2.
AMD Ryzen 5 7600	3.	GeForce RTX 4070 SUPER	3.
Intel Core i5-13600K	4.	GeForce RTX 4070 Ti SUPER	4.
AMD Ryzen 5 5600	5.	AMD Radeon RX 7800 XT	5.
Intel Core i5-12400	6.	GeForce RTX 4070 Ti	6.
AMD Ryzen 7 5800X3D	7.	AMD Radeon RX 6800	7.
Intel Core i5-12600K	8.	GeForce RTX 4070	8.
AMD Ryzen 5 5600X	9.	Geforce RTX 4080 SUPER	9.
Intel Core i3-13100F	10.	GeForce RTX 4080	10.

Tabulka 28 - Nejlepší procesory a grafické karty pro herní komunitu, Zdroj: vlastní zpracování

Na prvním místě u procesorů se umístil Intel Core i5-13400f, který je cenově velmi přístupný, ale nemá vynikající herní výkon. Druhé místo obsadil procesor AMD Ryzen 7 7800X3D, který je úplným opakem od Intel Core i5-13400f, jelikož disponuje slušným výkonem pro hraní videoher. Cenově však už tak přístupný není. Jelikož cena byla daleko nejdůležitějším kritériem, je zcela zřejmé, že žebříček nejlepších procesorů obsadily převážně cenově dostupné procesory.

U grafických karet se na prvním místě umístila grafická karta od AMD – Radeon RX 7900 XT, jen o málo prohrála nejdražší grafická karta od společnosti AMD – Radeon RX 7900 XTX. Od společnosti NVIDIA je možné vidět na 3. místě kartu GeForce RTX 4070 SUPER, která je levnější než první dvě grafické karty. Od firmy Intel se karta Intel Arc A770 umístila až na 15. místě. Je obdivuhodné, že v žebříčku 10 nejlepších karet stojí

nejlevnější karta 10299 Kč, a to je AMD Radeon RX 6800, přitom cena byla kritériem s největším vlivem. Celou tabulku výsledků je možné prozkoumat v příloze č. 6.

Ke grafické kartě AMD – Radeon RX 7900 XT bude doporučen procesor (z 10 nejlepších) s žádným nebo s co nejmenším bottleneckem. Efekt hrdla lahve ze strany CPU není tak jednoznačně spočítat. Jak bylo řečeno v kapitole 3.5, daný efekt silně závisí na zvolené hře. Některé hry dokážou zatížit procesor více, některé méně. Proto je pro výpočet bottlenecku nutné si vybrat hru, která je pro uživatele důležitá, a na základě výkonu procesoru a grafické karty v dané hře je už možné bottleneck v procentech vyjádřit.

<i>Grafická karta</i>	Herní výkon Watch Dogs Legion (FPS)	Herní výkon Watch Dogs Legion (FPS)	Nevyužitý výkon grafické karty FullHD	Nevyužitý výkon grafické karty 2K
AMD Radeon RX 7900 XT	162,6	139,7	0 %	0 %
<i>Procesory</i>	-	-	-	-
Intel Core i5-13400F	107,1	97,9	34,13 %	29,92 %
AMD Ryzen 7 7800X3D	194,7	180,5	-19,74 %	-29,21 %
AMD Ryzen 5 7600	130,4	129,3	19,80 %	7,44 %
Intel Core i5-13600K	152	155,4	6,52 %	-11,24 %
AMD Ryzen 5 5600	103,9	101	36,10 %	27,70 %
Intel Core i5-12400	119,6	116,6	26,45 %	16,54 %
AMD Ryzen 7 5800X3D	159	163,9	2,21 %	-17,32 %
Intel Core i5-12600K	130,4	123,3	19,80 %	11,74 %
AMD Ryzen 5 5600X	108,1	103,8	33,52 %	25,70 %
Intel Core i3-13100F	93,8	90,4	42,31 %	35,29 %

Tabulka 29 - Bottleneck ve hře Watch Dogs Legion, Zdroj: vlastní zpracování podle (Walton, 2024d; Alcorn, 2022c; Alcorn, 2022b; Alcorn, 2023d; Alcorn, 2023e; Alcorn, 2023f)

Data pro výkon ve Watch Dogs Legion byla převzata z recenzí na Tom's hardware. Bylo testováno rozlišení FullHD a 2K se stejným herním nastavením Ultra, herní výkon je zobrazen v jednotkách průměrných FPS (snímky za sekundu). Pokud měl procesor méně FPS než grafická karta AMD – Radeon RX 7900 XT, vznikal tím efekt hrdla lahve. Poslední dva sloupce vyjadřují, kolik procent výkonu grafické karty není ve hře využito. Pokud je u procent znaménko „-“, pak je všechen výkon grafické karty ve hře s daným procesorem využit.

Jediný procesor, který je možné doporučit v kombinaci s grafickou kartou AMD Radeon RX 7900 XT pro hraní hry Watch Dogs Legion v rozlišení FullHD, je AMD Ryzen 7 7800X3D. Je však vidět, že se zvednutím cílového rozlišení (z FullHD na 2K) se herní

výkon snižuje více na GPU než na CPU. To je jeden z možných způsobů, jak eliminovat bottleneck ze strany CPU. Na hraní zmíněné hry v rozlišení 2K je možné doporučit už tři různé procesory, viz Tabulka 29.

Nakonec bude pro herní komunitu doporučen procesor AMD Ryzen 7 5800X3D v kombinaci s grafickou kartou AMD Radeon RX 7900 XT. Hlavním důvodem daného doporučení je cenová přístupnost oproti jiným variantám, kde nevzniká efekt hrdla lahve.

5.2 Procesory a grafické karty na úpravu a tvorbu obsahu

Prvních 10 nejlepších grafických karet a procesorů na tvorbu online obsahu je možné si prohlédnout v následující tabulce.

Procesory	Pořadí	Grafické karty	Pořadí
Intel Core i9-14900K	1.	GeForce RTX 4090	1.
Intel Core i9-13900K	2.	GeForce RTX 4070 Ti SUPER	2.
Intel Core i7-14700K	3.	GeForce RTX 4080	3.
Intel Core i7-13700K	4.	GeForce RTX 4080 SUPER	4.
AMD Ryzen 9 7950X	5.	AMD Radeon RX 7900 XTX	5.
AMD Ryzen 9 7900X	6.	GeForce RTX 4070 SUPER	6.
AMD Ryzen Threadripper PRO 7975WX	7.	GeForce RTX 4070	7.
AMD Ryzen Threadripper PRO 7965WX	8.	GeForce RTX 4070 Ti	8.
Intel Core i5-14600K	9.	Intel Arc A770	9.
AMD Ryzen 7 7700X	10.	GeForce RTX 4060	10.

Tabulka 30 - Nejlepší procesory a grafické karty pro tvorbu online obsahu, Zdroj: vlastní zpracování

Mezi procesory se na první místo dostal procesor Intel Core i9-14900K. Je možné se domnívat, že prvenství daného procesoru je především díky jeho silnému výkonu na jedno jádro. Po prohlédnutí kritériální matice (viz tabulka 13) je vidět, že výkon v aplikacích pro tvorbu online obsahů s počtem jader narůstá velmi slabě. Jediný Blender dokáže plnohodnotně využít velký počet jader a vláken, avšak výkon v Blenderu není silně prioritizován. Procesory značky Ryzen Threadripper PRO sice disponují obrovským počtem jader/vláken a dobrým výkonem na jádro, avšak cena těchto procesorů je silně penalizuje.

I přes to, že je grafická karta od společnosti Nvidia GeForce RTX 4090 nejdražší ze všech karet, byla vyhodnocena jako kompromisní varianta. Nemá to velkým překvapením, jelikož kromě kritéria cena a spotřeba dosahuje daná karta ideálních hodnot. Zajímavější je však grafická karta RTX 4070 Ti SUPER, která se umístila na druhém místě. Je o 27800 Kč levnější než RTX 4090 a může posloužit jako dobrá alternativa pro tvorbu online obsahu.

Na posledním místě se umístila grafická karta RTX A4000, která je marketingově mířená právě na tvůrčí osobnosti. Exceluje sice ve spotřebě, ale výkon ve tvůrčí aplikaci má vzhledem k cenové úrovni slabý.

K nejlepší grafické kartě není potřeba ošetřovat efekt hrdla lahve, jelikož se nejedná o skupinu, která hraje počítačové videohry.

5.3 Procesory a grafické karty na streamování her

Prvních 10 nejlepších grafických karet a procesorů na streamování her je možné si prohlédnout v následující tabulce.

Procesory	Pořadí	Grafická karta	Pořadí
AMD Ryzen 9 7900X3D	1.	GeForce RTX 4070 Ti SUPER	1.
Intel Core i7-14700K	2.	GeForce RTX 4080 SUPER	2.
AMD Ryzen 9 7950X3D	3.	GeForce RTX 4080	3.
AMD Ryzen 7 7800X3D	4.	GeForce RTX 4070 SUPER	4.
Intel Core i9-13900K	5.	GeForce RTX 4070 Ti	5.
Intel Core i7-13700K	6.	GeForce RTX 4090	6.
Intel Core i5-13600K	7.	GeForce RTX 4070	7.
AMD Ryzen 9 7950X	8.	GeForce RTX 4060 Ti 16G	8.
AMD Ryzen 9 7900X	9.	GeForce RTX 4060 Ti 8G	9.
Intel Core i9-14900K	10.	GeForce RTX 4060	10.

Tabulka 31 - Nejlepší procesory a grafické karty pro streamování her, Zdroj: vlastní zpracování

Nejlepším procesorem na streamování her je AMD Ryzen 9 7900X3D. Je pozoruhodné, že je zde stejný počet procesorů od AMD a Intelu. Převážně jsou však lepší AMD procesory s 3D cachem, které díky zvětšenému L3 cache paměti dokážou poskytnout mimořádný výkon ve videohrách oproti procesorům od firmy Intel.

Oproti herní skupině, zde převažují spíše dražší procesory, protože herní výkon byl pro streamování preferován stejně jako cena. Také výběr kritérií byl orientován spíše na výkon procesoru než na snahu ušetřit finance.

U grafických karet na streamování her jednoznačně převládají GPU od firmy Nvidia. U dané skupiny byla prioritizována především kvalita přenášeného obrazu, kde jednoznačně zvítězila výborná podpora hardwarového kódování u řady RTX 4000. Kompromisní variantou je zde grafická karta Nvidia GeForce RTX 4070 Ti SUPER, která je oproti RTX 4090 podstatně levnější.

Obdobně jako v kapitole 5.1 bude k nejlepší grafické kartě doporučen procesor tak, aby nevznikal efekt hrdla lahve ve hře Watch Dogs Legion.

<i>Grafická karta</i>	Herní výkon Watch Dogs Legion (FPS)	Herní výkon Watch Dogs Legion (FPS)	Nevyužitý výkon grafické karty FullHD	Nevyužitý výkon grafické karty 2K
GeForce RTX 4070 Ti SUPER	163,5	128,6	0 %	0 %
<i>Procesory</i>	-	-	-	-
AMD Ryzen 9 7900X3D	181,1	170,7	-10,76 %	-32,74 %
Intel Core i7-14700K	160,9	154,9	1,59 %	-20,45 %
AMD Ryzen 9 7950X3D	199,4	181,8	-21,96 %	-41,37 %
AMD Ryzen 7 7800X3D	194,7	180,5	-19,08 %	-40,36 %
Intel Core i9-13900K	165,9	156,9	-1,46 %	-22,01 %
Intel Core i7-13700K	157,7	152,8	3,55 %	-18,82 %
Intel Core i5-13600K	131,6	119,9	19,51 %	6,77 %
AMD Ryzen 9 7950X	150,3	146,4	8,07 %	-13,84 %
AMD Ryzen 9 7900X	146,5	140,6	10,40 %	-9,33 %
Intel Core i9-14900K	166,1	159,2	-1,59 %	-23,79 %

Tabulka 32 - Bottleneck ve hře Watch Dogs Legion, Zdroj: vlastní zpracování podle (Walton, 2024d; Alcorn, 2023f)

Ke grafické kartě Nvidia GeForce RTX 4070 Ti SUPER vzniká slabý bottleneck ve hře Watch Dogs Legion pouze u pěti procesorů v rozlišení FullHD. V rozlišení 2K je efekt hrdla lahve jenom u procesoru Intel Core i5-13600K. Oproti nejlepším procesorům v herní skupině jsou procesory pro streamování her daleko méně nachýlené na bottleneck, i když výkon grafické karty Nvidia GeForce RTX 4070 Ti SUPER je podobný výkonu AMD Radeon RX 7900 XT v dané hře. Ke grafické kartě Nvidia GeForce RTX 4070 Ti SUPER bude doporučen procesor AMD Ryzen 9 7900X3D na streamování her.

6 Závěr

Cílem dané diplomové práce byla praktická aplikace metod vícekritériální analýzy variant pro hodnocení a výběr procesorů a grafických karet podle zvolených preferencí a kritérií třech uživatelských skupin. Těmi byla herní komunita, tvořitelé online obsahů a streameré her.

Pro nalezení nejvhodnějších grafických karet a procesorů u každé skupiny byla použita Saatyho metoda pro určení vah kritérií a metodou váženého součtu byla vypočítaná kompromisní varianta.

Kritéria a preference k nim byly u herní komunity orientované především na ušetření finančních prostředků, jelikož byl vysloven předpoklad, že většina hráčů patří do věkové kategorie mladistvých. Cena procesoru a grafické karty byla nejdůležitějším kritériem, dále byl prioritizován herní výkon.

Metodou váženého součtu byla kompromisní variantou zvolena grafická karta AMD Radeon RX 7900 XT, která cenově vyjde skoro na 20 tisíc Kč. I přestože bylo podstatné najít spíše cenově dostupné grafické karty, mezi 10 nejlepšími z 26 porovnávaných se vyskytují převážně dražší varianty. Zřejmě byly hodnoty ostatních kritérií podstatně lepší, než aby převážily cenovou dostupnost.

V běžné rozhodovací situaci si uživatel při výběru hardwarových komponent určí nějakou cenovou hranici, a přes zvolenou hranici již nákup dražších komponent nebere v úvahu. Na daném příkladu je vidět, jak tento přístup může pro být nákup grafické karty omylný. Použitím metod vícekritériální analýzy je možné lépe vysvětlit neintuitivní výběr.

Nejlepším procesorem na hraní her se stal Intel Core i5-13400F, který stojí 5499 Kč. Pokud je však daný procesor vybrán v kombinaci s nejlepší grafickou kartou na hraní her, vzniká tím až ze 34 % efekt hrdla lahve ve hře Watch Dogs Legion, kdy procesor nestíhá zpracovávat vykreslovací požadavky od grafické karty. Proto byl k dané grafické kartě doporučen spíše AMD Ryzen 7 5800X3D, který je dražší, ale dokáže lépe zpracovávat požadavky od GPU.

Pro uživatele, kteří se věnují tvorbě online obsahu, byla kritéria a jejich preference stanovena převážně na zajištění poměru ceny ku výkonu v aplikacích pro tvorbu videí, fotografií a 3D designu. První příčky nejlepších procesorů obsadily dražší procesory od značky Intel. Procesory od Intelu oproti AMD mají tendenci mít ve stejné cenové kategorii lepší výkon na jedno jádro, viz příloha 9. Vícejádrový výkon také není možné

opomenout, když se na první příčce umístila nejdražší z variant od Intelu Intel Core i9-14900K. Nejlepší grafickou kartou na tvorbu online obsahu se stala Nvidia GeForce RTX 4090, která i přesto, že je nejdražší grafickou kartou na trhu, silně převážila ostatní varianty v aplikačním výkonu.

Poslední skupinou byli streameři her. Preference této skupiny byly orientované na poměr mezi cenou, herním výkonem a kvalitou přeneseného videozáznamu. Nejlepším procesorem se stal AMD Ryzen 9 7900X3D, který díky vysokému počtu jader dokáže zpracovat více aplikací v multitaskingu, což je pro streamery vhodnější. Také díky zvětšenému L3 cache nabídne slušný herní výkon. Mezi 10 nejlepšími grafickými kartami na streamování her se ocitly pouze GPU řady RTX 4000, nejlepší se stala Nvidia GeForce RTX 4070 Ti SUPER. Řada RTX 4000 dokáže oproti ostatním grafickým architektuám poskytnout minimální ztrátu kvality obrazu, a to díky skvěle podpoře hardwarového kódování. Bottleneck mezi nejlepším procesorem na streamování a grafickou kartou nebyl ve hře Watch Dogs Legion zjištěn, a proto doporučení zůstanou zachovaná.

Je nutné zmínit, že zjištění efektu hrdla lahve mezi procesorem a grafickou kartou ve videohrách není jednoznačnou záležitostí. V dané práci bylo pouze nastíněno možné řešení, které by bylo vhodné pro lepší analýzu rozšířit zapojením více testovaných her, a kromě průměrné snímkové frekvence zapojit minimální snímkovou frekvenci, čas mezi vykreslením snímků a další statistiky, ve kterých je možné zkoumat efekt hrdla lahve. Řešení je za hranicí stanovených cílů práce, jelikož je nutné se danému fenoménu věnovat podrobněji.

Dalším důležitým zjištěním je fakt, že nemožnost si pořídit a otestovat všechny CPU a GPU z katalogu Alzy výrazně ovlivňuje výběr variant k porovnání. Některé hodnoty u variant bylo nutné odhadovat, nebo je úplně z porovnání vyřadit. I když byla udělena velká snaha o zajištění věrohodnosti zdrojů, orientace na testy provedenými experty z různých webových zdrojů mohou i tak způsobit nepřesnost dosažených výsledků.

Poslední překážka při tvorbě daného vícekritériálního modelu vznikla při stanovení vah kritérií metodou Saatyho, kdy bylo u grafických karet pro streamování her celkem 9 kritérií. Při daném počtu je obtížné uhlídat konzistenci kritériální matice a bylo nutné ji několikrát přehodnotit. Možným řešením daného problému je použití jiné metody pro stanovení vah, kde konzistenci není nutné hlídat, případně lepším řešením bude odebrat některá méně důležitá kritéria, protože i pro experta je určit přesné preference u 9 kritérií velmi obtížné.

7 Bibliografie

About PassMark Software, 2024. online. In: PassMark Software. Dostupné z: <https://www.passmark.com/about/index.php>. [cit. 2024-02-10].

About Tom's Hardware: Our Staff, Ratings and History, b.r. online. In: PABST, Thomas. Tom's Hardware. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/about-us,4260.html#section-ethics-and-standards>. [cit. 2024-03-12].

About us, b.r. online. In: GPU-Monkey. Dostupné z: <https://www.gpu-monkey.com/en/aboutus>. [cit. 2024-03-20].

ADOBE, 2024. *Oficiální Adobe Photoshop – špičkový software pro fotky a design podporovaný umělou inteligencí*. online. In: Adobe. Dostupné z: <https://www.adobe.com/cz/products/photoshop.html>. [cit. 2024-02-21].

ADVANCED MICRO DEVICES, INC., 2024a. AMD Ryzen™ Processors for Desktops. online. In: *Advanced Micro Devices*. Kapitola specification. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/processors/ryzen>. [cit. 2024-03-10].

ADVANCED MICRO DEVICES, INC., 2024b. *Processor Specifications*. online. In: AMD. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/products/specifications/processors>. [cit. 2024-02-17]. Nutné zakliknout "System Memory Type" ve filtrech.

ADVANCED MICRO DEVICES, INC., b.r. a. *Compare Graphics Specifications, RX 6000*. online. In: AMD. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/products/specifications/compare/graphics/10526,10521,10516,10886,11296>. [cit. 2024-02-24]. Chybí řádek "AV1 Encode".

ADVANCED MICRO DEVICES, INC., b.r. b. *Compare Graphics Specifications, RX 7000*. online. In: AMD. Dostupné z: <https://www.amd.com/en/products/specifications/compare/graphics/12666,12671,13611,13606,14061>. [cit. 2024-02-24]. Řádek "AV1 Encode".

AKENINE-MÖLLER, T., Haines, E., 2019. *Ray Tracing Gems*. online. 1st ed. Apress. ISBN 978-1-4842-4426-5. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4427-2>. [cit. 2024-02-19].

ALCORN, Paul, 2022a. Intel Core i9-12900K and Core i5-12600K Review: Retaking the Gaming Crown. online. *Tom's Hardware*. s. 31. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/intel-core-i9-12900k-and-core-i5-12600k-review-retaking-the-gaming-crown/3>. [cit. 2024-03-10].

ALCORN, Paul, 2022b. *Intel Core i5-13600K vs AMD Ryzen 7 7700X and Ryzen 5 7600X Face Off*. online. In: *Tom's Hardware*. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/news/intel-core-i5-13600k-vs-amd-ryzen-7-7700x-and-ryzen-5-7600x-face-off>. [cit. 2024-03-28]. Sekce: Gaming Benchmarks and Performance: Intel Core i5-13600K vs AMD Ryzen 7 7700X and Ryzen 5 7600X, obr.17 a 18.

ALCORN, Paul, 2022c. *Intel Core i9-12900K and Core i5-12600K Review: Retaking the Gaming Crown: Retaking the Gaming Crown*. online. In: *Tom's Hardware*. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/intel-core-i9-12900k-and-core-i5-12600k-review-retaking-the-gaming-crown/4>. [cit. 2024-02-28]. Sekce: Watch Dogs Legion on Core i9-12900K and Core i5-12600K, obr.1 a 2.

ALCORN, Paul, 2023a. Intel Core i9-14900K, i7-14700K and i5-14600K Review: Ryzen X3D Stays On Top. online. *Tom's Hardware*. s. . Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/news/intel-core-i9-14900k-cpu-review>. [cit. 2024-03-06].

ALCORN, Paul, 2023b. Intel Core i3-13100F Review: Higher Pricing, Smaller Gains. online. *Tom's Hardware*. s. 23. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/intel-core-i3-13100f-cpu-review/2>. [cit. 2024-03-10].

ALCORN, Paul, 2023c. Intel Core i9-14900K, i7-14700K and i5-14600K Review: Ryzen X3D Stays On Top. online. *Tom's Hardware*. s. 1. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/news/intel-core-i9-14900k-cpu-review#section-power-consumption-on-intel-core-i9-14900k-i7-14700k-and-i5-14600k>. [cit. 2024-02-10].

ALCORN, Paul, 2023d. *AMD Ryzen 9 7900, Ryzen 7 7700, and Ryzen 5 7600 Review: Zen 4 Gets More Affordable*. online. In: *Tom's Hardware*. Dostupné z:

<https://www.tomshardware.com/news/amd-ryzen-5-7600-cpu-review>. [cit. 2024-02-28].
Sekce: Watch Dogs Legion on Ryzen 5 7600, Ryzen 7 7700, Ryzen 9 7900, obr.1 a 2.

ALCORN, Paul, 2023e. *Intel Core i3-13100F Review: Higher Pricing, Smaller Gains*. online. In: Tom's Hardware. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/intel-core-i3-13100f-cpu-review/3>. [cit. 2024-02-28]. Sekce: Watch Dogs Legion Benchmarks on Intel Core i3-13100F, obr.1 a 2.

ALCORN, Paul, 2023f. *Intel Core i9-14900K, i7-14700K and i5-14600K Review: Ryzen X3D Stays On Top*. online. In: Tom's Hardware. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/news/intel-core-i9-14900k-cpu-review>. [cit. 2024-02-28].
Sekce: Watch Dogs Legion on Intel Core i9-14900K, Obr.1 a 2.

ALCORN, Paul, 2024. CPU Benchmarks and Hierarchy 2024: CPU Rankings. online. *Tom's Hardware*. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/cpu-hierarchy,4312.html#section-gaming-cpu-benchmarks-ranking-2024>. [cit. 2024-03-06].

ALZA.CZ A.S, 2019. *Co je procesor?*. online. In: ALZA.CZ A.S. Alza.cz. 10. prosince 2023. Dostupné z: <https://www.alza.cz/co-je-procesor>. [cit. 2024-01-07].

ALZA.CZ A.S, 2024b. *Grafické karty*. online. In: The Wayback Machine. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20240309142054/https://www.alza.cz/levne-graficke-karty/18842862.htm>. [cit. 2024-03-09].

ALZA.CZ A.S., 2024a. *Levné CPU - Procesory | Alza.cz*. online. In: The Wayback Machine. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20240309140026/https://www.alza.cz/levne-procesory/18842843.htm#f&availabilityFilterValue=1&cst=1&cud=0&pg=1-4&pn=1&prod=1293,1294&sc=4362.81689453125>. [cit. 2024-03-12].

ALZA.CZ A.S., 2024c. *Kingston FURY 16GB KIT DDR4 3200MHz CL16 Beast Black*. online. In: ALZA.CZ A.S. Alza.cz. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20240311114748/https://www.alza.cz/kingston-fury-16gb-kit-ddr5-4800mhz-cl38-beast-black-d7004719.htm?o=18>. [cit. 2024-03-11].

ALZA.CZ A.S., 2024d. *Kingston FURY 16GB KIT DDR5 4800MHz CL38 Beast Black*. online. In: ALZA.CZ A.S. Alza.cz. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20240311114748/https://www.alza.cz/kingston-fury-16gb-kit-ddr5-4800mhz-cl38-beast-black-d7004719.htm?o=18>. [cit. 2024-03-11].

AUSTIN, , 2021. What is VRAM: The Memory Power Behind Real-time Ray-Tracing. online. In: *Digital advisor*. Dostupné z: <https://digitaladvisor.com/graphics-cards/what-is-vram/>. [cit. 2023-11-01].

BACH, Matt a LAGERGREN, Evan, 2023. *DaVinci Resolve Studio: Intel Core 14th Gen vs AMD Ryzen 7000: Intel Core 14th Gen vs AMD Ryzen 7000*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/davinci-resolve-studio-intel-core-14th-gen-vs-amd-ryzen-7000/>. [cit. 2024-02-21]. Tabulka pod sekci Raw Benchmark Data, Řádek "Extended Overall Score".

BACH, Matt, 2019. *PugetBench for DaVinci Resolve*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/pugetbench-for-davinci-resolve-1523/>. [cit. 2024-02-21].

BACH, Matt, 2023. *NVIDIA GeForce 40 Series vs AMD Radeon 7000 for Content Creation*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/nvidia-geforce-40-series-vs-amd-radeon-7000-for-content-creation/>. [cit. 2024-02-22]. Sekce Video Editing: DaVinci Resolve Studio, Obrázek PugetBench for DaVinci Resolve 0.93.2 (GPU Effects Score).

BALAS, Fotis, 2018. *What Is CPU Bottleneck In PC Gaming And How To Avoid It*. online. In: PCsteps.com. Dostupné z: <https://www.pcsteps.com/21732-what-is-cpu-bottleneck-in-pc-gaming-and-how-to-avoid-it/>. [cit. 2024-03-25].

BIRK, Max; FRIEHS, Maximilian a MANDRYK, Regan, 2017. Age-Based Preferences and Player Experience. online. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. s. 159-161. ISBN 9781450348980. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/3116595.3116608>. [cit. 2024-01-06].

BLACKMAGIC DESIGN PTY. LTD., 2024. *Blackmagic Design*. online. Dostupné z: www.blackmagicdesign.com. [cit. 2024-02-21].

BLENDER, b.r. *The Freedom to Create*. online. In: Blender. Dostupné z: <https://www.blender.org/about/>. [cit. 2024-02-21].

Blender - Open Data, CPU, 2024. online. In: VAN LOMMEL, Brecht; MACGRATH, Dan a VAZQUEZ, Pablo. Open Data. Dostupné z: https://opendata.blender.org/benchmarks/query/?compute_type=CPU&group_by=device_name&blender_version=4.0.0. [cit. 2024-12-12].

Blender - Open Data, GPU, 2024. online. In: VAN LOMMEL, Brecht; MACGRATH, Dan a SIDDI, Francesco. Open Data. Dostupné z: https://opendata.blender.org/benchmarks/query/?compute_type=OPTIX&compute_type=CUDA&compute_type=HIP&compute_type=METAL&compute_type=ONEAPI&group_by=device_name&blender_version=4.0.0. [cit. 2023-12-11].

BRAKE, David R., 2014. Are We All Online Content Creators Now? Web 2.0 and Digital Divides. online. *Journal of Computer-Mediated Communication*. roč. 19, č. 3, s. 591-609. ISSN 10836101. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jcc4.12042>. [cit. 2024-02-21].

BREJČÁK, Peter, 2023. Lídry znáte, poznejte i ostatní. Představujeme unikátní žebříček 100 největších e-shopů v Česku. online. *Czechcrunch*. Dostupné z: <https://cc.cz/lidry-znate-poznejte-i-ostatni-predstavujeme-unikatni-zebricek-100-nejvetsich-e-shopu-v-cesku/>. [cit. 2024-01-20].

BROŽOVÁ, Helena; HOUŠKA, Milan a ŠUBRT, Tomáš, 2014. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. První. Praha: Credit. ISBN 978-80-213-1019-3.

BURKE, Steve a LATHAN, Patrick, 2019. AMD Ryzen TDP Explained: Deep-Dive on TDP Definitions & What Cooler Manufacturers Think. online. *GamersNexus*. Dostupné z: <https://gamersnexus.net/guides/3525-amd-ryzen-tdp-explained-deep-dive-cooler-manufacturer-opinions>. [cit. 2024-03-11].

CASEY, Jerome, 2015. *Computer Hardware: Hardware Components and Internal PC Connections*. online. 1st ed. Dublin. Dostupné z: <https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=schmuldissoft>. [cit. 2023-11-02].

CAULFIELD, Brian, 2018. *NVIDIA Unveils GeForce RTX, World's First Real-Time Ray Tracing GPUs*. online. In: NVIDIA Blog. Dostupné z: <https://blogs.nvidia.com/blog/gamescom-rtx-turing-real-time-ray-tracing/>. [cit. 2024-02-19].

CPU Test Information, 2024. online. In: PassMark Software. Dostupné z: https://www.cpubenchmark.net/cpu_test_info.html. [cit. 2024-02-10].

D. FOLEY, James; VAN DAM, Andries; K. FEINER, Steven a F. HUGHES, John, 1995. *Computer Graphics: Principles and Practice in C*. 2nd ed. Addison-Wesley Professional. ISBN 978-0-201-84840-3.

DOE, John, 2023. *Hardware vs. Software Encoding in OBS*. online. In: Hollyland. Dostupné z: <https://www.hollyland.com/blog/tips/hardware-vs-software-encoding-in-obs>. [cit. 2024-03-31].

DUMAS, Joseph D., 2016. *Computer Architecture*. online. 2nd ed. CRC Press. ISBN 9781315367118. Dostupné z: <https://doi.org/10.4324/9781315367118>. [cit. 2023-11-02].

ETECHBLOGCZ, , 2023. *7 nejlepších AI video editorů pro vlastní produkci vysoce kvalitních videí*. online. In: Etechblog.cz. Dostupné z: <https://etechblog.cz/7-nejlepsich-ai-video-editoru-pro-vlastni-produkci-vysoce-kvalitnich-videi/>. [cit. 2024-03-21].

FRIEDRICH, Heiko; GÜNTHER, Johannes; DIETRICH, Andreas; SCHERBAUM, Michael; SEIDEL, Hans-Peter et al., 2006. Exploring the use of ray tracing for future games. online. *Proceedings of the 2006 ACM SIGGRAPH symposium on Videogames*. s. 41-50. ISBN 1595933867. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/1183316.1183323>. [cit. 2024-02-18].

GPU-MONKEY, 2024. *3DMark Benchmark (DirectX, Raytracing)*. online. In: GPU-monkey. Dostupné z: https://www.gpu-monkey.com/en/gpu_benchmark-3dmark_time_spy_and_fire_strike-5. [cit. 2024-03-12]. Část: Time Spy Graphics score.

HALE, Brent, 2023. *Dedicated Graphics Card vs. Integrated Graphics: Which is Better?*. online. In: Tech Guided. Dostupné z: <https://techguided.com/dedicated-graphics-card-vs-integrated-graphics/>. [cit. 2023-11-01].

HARDWARE UNBOXED, 2023. *I Can't Afford It! Asus ROG Matrix Platinum GeForce RTX 4090 Review*. online. Dostupné z:

<https://youtu.be/eT765FI8Jqg?si=UH0THCnrgFpLSArX&t=435>. [cit. 2024-02-20].

Benchmark různých modelů RTX 4090 v několika hrách.

HORÁK, Jaroslav, 2004. *Hardware učebnice pro pokročilé*. Vydání druhé. Computer Press. ISBN 80-7226-553-9.

HUMMEL, Matthew, 2023. *Importance of VRAM when Gaming at 1440p in 2023*. online.

In: AMD.com. Dostupné z: <https://community.amd.com/t5/gaming/importance-of-vram-when-gaming-at-1440p-in-2023/ba-p/611105>. [cit. 2024-03-19].

CHAN, Eric a MATES, Mike, 2023. *Are GPUs With The Same Chipsets*. online. In: Are GPUs With The Same Chipsets & Memory But From Different Manufacturers Identical?. Dostupné z: <https://gadgetmates.com/are-gpus-with-the-same-chipsets-memory-but-from-different-manufacturers-identical>. [cit. 2024-03-20].

INTEL CORPORATION, 2023a. *Intel® Core™ Boxed Desktop Processors Shipped without Fan Heatsink*. online. In: Intel. Dostupné z:

<https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000005940/processors.html>. [cit. 2024-03-13].

INTEL CORPORATION, 2023b. *Supported Memory Type for Intel® Core™ Desktop Processors*. online. In: Intel. Dostupné z:

<https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000094585/processors.html>. [cit. 2024-03-13].

INTEL CORPORATION, 2024. *Video Codecs Supported by Intel® Arc™ GPUs*. online. In: Intel. 22-03-2024. Dostupné z:

<https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000098345/graphics.html>. [cit. 2024-03-24]. Sloupec "Intel® Arc™ A-Series", řádek "Encode - supported formats".

INTEL CORPORATION, b.r. a. *CPU vs. GPU: What's the difference?*. online. In: INTEL CORPORATION. Intel. Dostupné z:

<https://www.intel.com/content/www/us/en/products/docs/processors/cpu-vs-gpu.html>. [cit. 2024-01-07].

INTEL CORPORATION, b.r. b. *How to Read and Understand CPU Benchmarks*. online. In: INTEL CORPORATION. Intel. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/gaming/resources/read-cpu-benchmarks.html>. [cit. 2024-02-10].

JABLONSKÝ, Josef, 2002. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. První. Praha: Professional Publishing. ISBN 80-864-1942-8.

KIKUGAWA, Sho, 2015. *Will Your CPU Bottleneck Your Graphics Card?*. online. In: Pcgamer. Dostupné z: <https://www.pcgamer.com/will-your-cpu-bottleneck-your-graphics-card/>. [cit. 2024-02-25].

KIRVAN, Paul, 2022. *Multithreading*. online. In: TechTarget. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/multithreading>. [cit. 2024-03-03].

KULKARNI, Anand J., 2022. *Multiple Criteria Decision Making*. online. 1st ed. Studies in Systems, Decision and Control. Singapore: Springer Nature Singapore. ISBN 978-981-16-7413-6. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-7414-3>. [cit. 2024-01-26].

LAGERGREN, Evan; BACH, Matt a SHIPMAN, Kelly, 2023a. *AMD Ryzen 9 7900X3D and 7950X3D Content Creation Review*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/amd-ryzen-9-7900x3d-and-7950x3d-content-creation-review/>. [cit. 2024-02-21]. Sekce Video Editing: DaVinci Resolve Studio, Obrázek PugetBench for DaVinci Resolve 0.93.2 (Extended Overall Score).

LAGERGREN, Evan; BACH, Matt a SHIPMAN, Kelly, 2023b. *Intel Core 14th Gen Processors Content Creation Review*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/14th-gen-intel-core-processors-content-creation-review/>. [cit. 2024-02-21]. Sekce: Graphic Design: Adobe Photoshop, Obrázek: PugetBench for Photoshop 0.93.6 Overall Score.

LAGERGREN, Evan; BACH, Matt a SHIPMAN, Kelly, 2023c. *AMD Ryzen 9 7900X3D and 7950X3D Content Creation Review*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/amd-ryzen-9-7900x3d-and-7950x3d-content-creation-review/>. [cit. 2024-02-21]. Sekce: Graphic Design: Adobe Photoshop, Obrázek: PugetBench for Photoshop 0.93.6 Overall Score.

LAGERGREN, Evan; BACH, Matt a SHIPMAN, Kelly, 2024a. *AMD Ryzen Threadripper PRO 7000 WX-Series Content Creation Review*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/amd-ryzen-threadripper-pro-7000-wx-series-content-creation-review/>. [cit. 2024-02-21]. Sekce: Video Editing / Motion Graphics: DaVinci Resolve Studio, Obrázek PugetBench for DaVinci Resolve 0.93.2 (Extended Overall Score).

LAGERGREN, Evan; BACH, Matt a SHIPMAN, Kelly, 2024b. *NVIDIA RTX Ada Generation Content Creation Review*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/nvidia-rtx-ada-generation-content-creation-review/>. [cit. 2024-03-22]. Sekce Video Editing: DaVinci Resolve Studio, Obrázek PugetBench for DaVinci Resolve 0.93.2 (GPU Effects Score).

LAGERGREN, Evan; BACH, Matt a SHIPMAN, Kelly, 2024c. *NVIDIA GeForce RTX 40 SUPER Series Content Creation Review*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/nvidia-geforce-rtx-40-super-series-content-creation-review/>. [cit. 2024-03-22]. Sekce Video Editing: DaVinci Resolve Studio, Obrázek PugetBench for DaVinci Resolve 0.93.2 GPU Effects Score (Extended).

LAGERGREN, Evan, 2023. *Intel Arc A770 and A750 Content Creation Review (Sept. 2023 Update)*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/intel-arc-a770-and-a750-content-creation-review-sept-2023-update/>. [cit. 2024-02-22]. Sekce Video Editing: DaVinci Resolve Studio, Obrázek PugetBench for DaVinci Resolve 0.93.2 (GPU Effects Score).

LAWRENCE, Stephen a BUSS, Arnold, 1995. Economic analysis of production bottlenecks. online. *Mathematical Problems in Engineering*. roč. 1, č. 4, s. 341-345. ISSN 1024-123X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/S1024123X95000202>. [cit. 2024-02-25].

LENOVO, 2023. *What is the difference between an integrated and dedicated graphics card?*. online. In: Lenovo. Dostupné z: <https://www.lenovo.com/us/en/glossary/integrated-vs-dedicated-graphics-cards/>. [cit. 2023-11-01].

LHEUREUX, Adil, 2022. GPU Memory bandwidth. online. In: *Paperscape*. Dostupné z: <https://blog.paperspace.com/gpu-memory-bandwidth/>. [cit. 2024-01-07].

LI, Zhi; BAMPIS, Christos; NOVAK, Julie; AARON, Anne; SWANSON, Kyle et al., 2018. *VMAF: The Journey Continues: The Journey Continues*. online. In: Medium. Dostupné z: <https://netflixtechblog.com/vmaf-the-journey-continues-44b51ee9ed12>. [cit. 2024-03-23].

MANJUNATHA, Shashikanth, 2024. *What is Video Encoding? Complete Guide*. online. In: Gumlet. Dostupné z: <https://www.gumlet.com/learn/what-is-video-encoding/>. [cit. 2024-03-21].

MATIKAYNEN, Sergey, 2024. *Single-Threaded vs. Multi-Threaded Processing*. online. In: Linkedin. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/single-threaded-vs-multi-threaded-processing-sergey-matikaynen-yqbnf>. [cit. 2024-03-12].

MEČÍŘ, Martin, 2014. *Multimediální učebnice hardwaru: PROCESORY CPU (Central Processing Unit)*. online, Bakalářská práce, vedoucí Zbyněk Kopecký. Univerzita Pardubice: Univerzita Pardubice. Dostupné z: https://3zskadan.cz/hardware/ucebnice_procesory.html#parametry_cpu. [cit. 2024-01-07].

NVIDIA CORPORATION, 2024. *Ray Tracing*. online. In: NVIDIA Developer. Dostupné z: <https://developer.nvidia.com/discover/ray-tracing>. [cit. 2024-02-19].

NVIDIA CORPORATION, 2024. *Video Encode and Decode GPU Support Matrix*. online. In: NVIDIA Developer. Dostupné z: <https://developer.nvidia.com/video-encode-and-decode-gpu-support-matrix-new>. [cit. 2024-02-24]. "Nvenc - Encoding", Sloupec AV1.

NVIDIA CORPORATION, 2024. *Streamování*. online. In: NVIDIA. Dostupné z: <https://www.nvidia.com/cs-cz/geforce/broadcasting/>. [cit. 2024-03-03].

Nvidia Optimus, 2023. online. In: Freedesktop.org. Dostupné z: <https://nouveau.freedesktop.org/Optimus.html>. [cit. 2023-11-02].

PANGHAL, Sahil; GUPTA, Neha a KUMAR, Gorav, 2020. Enhancing Graphic Performance Curve using Ray Tracing. online. In: *020 12th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)*. 1.st. IEEE, s. 55-59. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9242622>. [cit. 2024-02-20].

PANT, Sangeeta; KUMAR, Anuj; RAM, Mangey; KLOCHKOV, Yury a SHARMA, Hitesh, 2022. Consistency Indices in Analytic Hierarchy Process: A Review. online. *Mathematics*. roč. 10, č. 8, s. 5. ISSN 2227-7390. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/math10081206>. [cit. 2024-01-26].

PassMark - CPU Mark, 2024. online. In: PassMark Software. Dostupné z: https://www.cpubenchmark.net/high_end_cpus.html. [cit. 2024-02-05].

PASSMARK SOFTWARE, 2024. *Single Thread Performance*. online. In: PASSMARK SOFTWARE. CPU benchmarks. Dostupné z: <https://www.cpubenchmark.net/singleThread.html>. [cit. 2024-02-23].

PUGET SYSTEMS, 2024a. *Workstations for Content Creators*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/solutions/content-creation-workstations/>. [cit. 2024-02-21].

PUGET SYSTEMS, 2024b. *PugetBench for Photoshop*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/pugetbench/creators/photoshop/>. [cit. 2024-02-21].

PUGET SYSTEMS, 2024c. *PugetBench List*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://benchmarks.pugetsystems.com/benchmarks/?age=0&benchmark=PugetBench+for+Photoshop+0.93.6&application=&specs=AMD+Ryzen+Threadripper+PRO&page=2>. [cit. 2024-02-22].

PUGET SYSTEMS, 2024d. *Hardware Recommendations for DaVinci Resolve*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/solutions/video-editing-workstations/davinci-resolve/hardware-recommendations/>. [cit. 2024-02-22]. Sekce: Video Card (GPU).

PUGET SYSTEMS, 2024e. *Hardware Recommendations for Blender*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/solutions/3d-design-workstations/blender/hardware-recommendations/>. [cit. 2024-02-22]. Sekce: Video Card (GPU).

PUGET SYSTEMS, 2024f. *Hardware Recommendations for Adobe Premiere Pro*. online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/solutions/video-editing-workstations/adobe-premiere-pro/hardware-recommendations/>. [cit. 2024-02-22]. Sekce: How much VRAM (video memory) does Premiere Pro need?.

RESTREAM TEAM, 2023. *Hardware encoding vs. software encoding for live streaming*. online. In: Restream. Dostupné z: <https://restream.io/blog/hardware-encoding-vs-software-encoding/>. [cit. 2024-03-06].

ROACH, Jacob, 2022. *What is a PC bottleneck, and how do I avoid one?*. online. In: Digital Trends. Dostupné z: <https://www.digitaltrends.com/computing/what-is-a-pc-bottleneck/>. [cit. 2024-02-25].

SAATY, Thomas L., 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. online. *European Journal of Operational Research*. roč. 48, č. 1, s. 12-14. ISSN 03772217. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I). [cit. 2024-01-26].

SAATY, Thomas L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. online. *International Journal of Services Sciences*. roč. 1, č. 1, s. 82-98. ISSN 1753-1446. Dostupné z: <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>. [cit. 2024-01-26].

SEXTON, Michael; GUERRINI, Yannick a DANDUMONT, Pierre, 2017. *Evolution Of Intel Graphics: i740 To Iris Pro*. online. In: SEXTON, Michael Justin Allen; GUERRINI, Yannick a DANDUMONT, Pierre. Tom's Hardware. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/picturestory/693-intel-graphics-evolution.html>. [cit. 2023-11-01].

ŠUBRT, Tomáš; BARTOŠKA, Jan; BROŽOVÁ, Helena; DÖMEOVÁ, Ludmila; HOUŠKA, Milan et al., 2011. *Ekonomicko-matematické metody*. První. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-345-2.

ŠUBRT, Tomáš; DÖMEOVÁ, Ludmila; KUČERA, Petr a BROŽOVÁ, Helena, 2001. *Ekonomicko matematické metody II: aplikace a cvičení*. Vyd. 2. V Praze: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-0721-6.

TECHPOWERUP, c2004-2024. *GPU Specs Database*. online. In: TechPowerUp. Dostupné z: <https://www.techpowerup.com/gpu-specs/>. [cit. 2024-03-12].

TS, Ashik, 2024. *AVI vs. HEVC: The Codec Showdown: The Codec Showdown*. online. In: Gumlet. Dostupné z: <https://www.gumlet.com/learn/av1-vs-hevc/>. [cit. 2024-03-20].

UL Benchmarks, 2024. online. Dostupné z: <https://benchmarks.ul.com/>. [cit. 2024-02-19].

VERMA, Akshat, 2022. *How to Fix CPU Bottleneck in Games [Top Causes & Solutions]*. online. In: Graphics Card Hub. Dostupné z: <https://graphicscardhub.com/cpu-bottleneck-fix/>. [cit. 2024-01-09].

VIBOX LTD., 2023. *What is the best CPU for streaming?*. online. In: Vibox. Dostupné z: <https://vibox.co.uk/blog/what-is-the-best-cpu-for-streaming>. [cit. 2024-03-31].

WALTON, Jarred, 2023b. Video Encoding Tested: AMD GPUs Still Lag Behind Nvidia, Intel (Updated). online. *Tom's Hardware*. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/news/amd-intel-nvidia-video-encoding-performance-quality-tested>. [cit. 2024-01-08].

WALTON, Jarred, 2024a. *The GPU benchmarks hierarchy 2024: All recent graphics cards ranked*. online. In: Tom's Hardware. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/gpu-hierarchy,4388.html>. [cit. 2024-03-09]. Strana 1: Kapitola: GPU Benchmarks Hierarchy — 1080p Ultra, Obrázek č.2.

WALTON, Jarred, 2024b. *The GPU benchmarks hierarchy 2024: All recent graphics cards ranked*. online. In: Tom's Hardware. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/gpu-hierarchy,4388.html>. [cit. 2024-03-09]. Strana 1: Kapitola: GPU Benchmarks Hierarchy — 1080p Ultra, Obrázek č.3.

WALTON, Jarred, 2024c. *The GPU benchmarks hierarchy 2024: All recent graphics cards ranked*. online. In: Tom's Hardware. Dostupné z: <https://www.tomshardware.com/reviews/gpu-hierarchy,4388.html>. [cit. 2024-03-09]. Strana 1: Kapitola: Power, Clocks, and Temperatures, Graf č.1, Obrázek č.4 a č.1.

WALTON, Jarred, 2024d. *The GPU benchmarks hierarchy 2024: All recent graphics cards ranked*. online. In: Tom's Hardware. Dostupné z:

<https://www.tomshardware.com/reviews/gpu-hierarchy,4388.html>. [cit. 2024-03-28].

Sekce: GPU Benchmarks Hierarchy — 1080p Ultra a Sekce: GPU Benchmarks Hierarchy — 1440p Ultra, obr.18.

WALTON, Steven, 2021. DDR4 vs. DDR5: The Best Memory for PC Gaming. online. *Techspot*. s. 26. Dostupné z: <https://www.techspot.com/review/2387-ddr4-vs-ddr5/>. [cit. 2024-02-10].

WALTON, Steven, 2023a. DDR5 vs. DDR4 Gaming Performance. online. *Techspot*. s. 28. Dostupné z: <https://www.techspot.com/review/2777-ddr5-vs-ddr4-gaming/>. [cit. 2024-02-10].

WESCOTT, Bob, 2013. *Every Computer Performance Book*. 1st ed. Scotts Valley, California: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 1482657759.

What is open data?, 2024. online. In: VAN LOMMEL, Brecht; MACGRATH, Dan a SIDDI, Francesco. Open Data. Dostupné z: <https://opendata.blender.org/about/>. [cit. 2023-12-11].

WOODCOCK, Jamie a JOHNSON, Mark, 2019. Live Streamers on Twitch.tv as Social Media Influencers: Chances and Challenges for Strategic Communication. online. *International Journal of Strategic Communication*. roč. 13, č. 4, s. 321-335. ISSN 1553-118X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/1553118X.2019.1630412>. [cit. 2024-03-01].

YASEEN, Muhammad, 2023. *RISC and CISC: Understanding the Differences and Their Impact on Computer Architecture*. online. In: LinkedIn. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/risc-cisc-understanding-differences-impact-computer-yaseen-aslam>. [cit. 2024-01-07].

YEE, Alexander J., 2024. *Y-cruncher - A Multi-Threaded Pi-Program*. online. In: Number world. 2024-03-05. Dostupné z: <http://www.numberworld.org/y-cruncher/>. [cit. 2024-03-10].

ZÍSKAL, Jan; ŠVASTA, Jaroslav a BROŽOVÁ, Helena, 1999. *Systémová analýza a modelování II*. Vyd. 1. Praha: Credit. ISBN 80-213-0558-4.

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Možné vyobrazení kriteriální matice. Zdroj: (Získal et al., 1999)	14
Obrázek 2 – histogram věkového rozložení hráčů, Zdroj: (Birk et al., 2017, s. 161)	29
Obrázek 3 – Přehled zlevněných i nezlevněných produktů na Alza.cz, Zdroj:(Alza.cz a. s., c1994 – 2024a).....	33
Obrázek 4 – Procentuální rozdělení lidí ve Spojených státech amerických, kteří sdíleli svoji tvorbu na internetu podle dosaženého vzdělání, Zdroj: (Brake, 2014, s. 596)	46
Obrázek 5 – Procentuální rozdělení lidí ve Spojených státech amerických, kteří sdíleli svoji tvorbu na internetu podle domácího příjmu za rok, Zdroj: (Brake, 2014, s. 596).....	46

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Saatyho matice, herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování	32
Tabulka 2 - Vypočet podílu pro odhad herního výkonu procesorů Intel 14. generace, Zdroj: Vlastní zpracování podle (Alcorn, 2024).....	35
Tabulka 3 - Vypočet výsledného násobiče a chyby odhadu pro herní výkon Intelu 14.generace, Zdroj: Vlastní zpracování	36
Tabulka 4 - Výsledný odhad geometrického průměru FPS z obr.5 pro Intely 14.generace, Zdroj: Vlastní zpracování	36
Tabulka 5 - Kriteriální matice pro herní procesory, kompletní data uvedeny v příloze č.1, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.2.2	38
Tabulka 6 - Herní procesory, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování.	39
Tabulka 7 - Vyhodnocení pořadí herních procesorů pomoci metody váženého součtu, kompletní data v příloze č.3, Zdroj: vlastní zpracování	39
Tabulka 8 - Saatyho matice, herní grafické karty, Zdroj: vlastní zpracování.....	41
Tabulka 9 - Kriteriální matice pro herní grafické karty, kompletní data uvedeny v příloze č.4, Zdroj: vlastní zpracování, podle zdrojů z kapitoly 4.3.2	44
Tabulka 10 - Grafické karty pro herní komunitu, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování	45

Tabulka 11 – Vyhodnocení pořadí grafických karet pomocí metody váženého součtu, kompletní data v příloze č. 6, Zdroj: vlastní zpracování	45
Tabulka 12 - Saatyho matice, Tvorba online obsahu, procesory, Zdroj: Vlastní zpracování	48
Tabulka 13 – Výchozí matice, Tvorba obsahu, Procesory, Zdroj: Vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.4.2.	51
Tabulka 14 – Procesory pro tvorbu online obsahu, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování	51
Tabulka 15 – Vyhodnocení pořadí procesoru pro online tvorbu pomocí metody váženého součtu, Zdroj: vlastní zpracování	52
Tabulka 16 - Saatyho matice, Tvorba online obsahu, grafické karty, Zdroj: Vlastní zpracování	54
Tabulka 17 - Výchozí matice, Tvorba online obsahů, Grafické karty, Zdroj: Vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.5.2	56
Tabulka 18 - Grafické karty pro tvorbu online obsahu, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování	56
Tabulka 19 – Vyhodnocení pořadí grafických karet pro online tvorbu pomocí metody váženého součtu, Zdroj: vlastní zpracování	57
Tabulka 20 – Saatyho matice, procesory na streamování her, Zdroj: Vlastní zpracování ..	59
Tabulka 21 - Kriteriaální matice pro procesory na streamování her, kompletní data uvedeny v příloze č.9, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.3.2	61
Tabulka 22 - Procesory na streamování her, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní	62
Tabulka 23 - Vyhodnocení pořadí procesorů na streamování her pomocí metody váženého součtu, kompletní data uvedena v příloze č. 11, Zdroj: vlastní zpracování.....	62
Tabulka 24 - Saatyho matice, grafické karty na streamování her, Zdroj: Vlastní zpracování	64
Tabulka 25 - Kriteriaální matice pro grafické grafiky na streamování her, kompletní data uvedeny v příloze č.13, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.3.2.....	67
Tabulka 26 - Grafické karty na streamování her, určení ideální a bazální varianty, Zdroj: vlastní zpracování	67
Tabulka 27 - Vyhodnocení pořadí grafických karet na streamování her pomocí metody váženého součtu, kompletní data jsou uvedena v příloze č.15, Zdroj: vlastní zpracování ..	68

Tabulka 28 - Nejlepší procesory a grafické karty pro herní komunitu, Zdroj: vlastní zpracování	69
Tabulka 29 - Bottleneck ve hře Watch Dogs Legion, Zdroj: vlastní zpracování podle (Walton, 2024d; Alcorn, 2022c; Alcorn, 2022b; Alcorn, 2023d; Alcorn, 2023e; Alcorn, 2023f).....	70
Tabulka 30 - Nejlepší procesory a grafické karty pro tvorbu online obsahu, Zdroj: vlastní zpracování	71
Tabulka 31 - Nejlepší procesory a grafické karty pro streamování her, Zdroj: vlastní zpracování	72
Tabulka 32 - Bottleneck ve hře Watch Dogs Legion, Zdroj: vlastní zpracování podle (Walton, 2024d; Alcorn, 2023f)	73

8.3 Seznam použitých zkratk

AAC	Advanced Audio Coding (formát kodování zvuku)
AGP	Accelerated Graphics Port (typ sběrnice)
AHP	Analytic hierarchy process
AI	Artificial intelligence (uměla inteligence)
AMD	Firma Advanced micro devices (výroba mikroprocesoru)
APU	Accelerated Processing Unit (Integrované CPU a GPU)
AV1	AOMedia Video 1 (formát kódování videa)
AVC	Advanced Video Coding (take nazývané H.264 - formát kódování videa)
CISC	Complete Instruction Set Computer (typ instrukční sady)
CPU	Central Processing unit (mikroprocesor)
DDR4	Double Data Rate 4. generace
DDR5	Double Data Rate 5. generace
FPS	Frames per second - snímky za sekundu
FullHD	Full High Definition neboli rozlišení 1920×1080 pixelů
GB	Gigabyte (jednotka kapacity počítačové paměti)
GDDR	Graphic Double Data Rate (typ grafické paměti)
GDDR6	Graphic Double Data Rate 6.generace
GDDR6X	Graphic Double Data Rate 6.generace rychlejší
GPU	Graphics processing unit (grafický procesor)

HBM	High bandwidth Memory (typ grafické paměti)
HBM2	High bandwidth Memory 2.generace (typ grafické paměti)
HEVC	High Efficiency Video Coding (nazývané H.265 - formát kódování videa)
IGP	integrované grafické procesory
L	Vyrovnávací paměť určité úrovně (cache)
NVIDIA	Firma vyrábějící grafické čipy
OBS	Open Broadcaster Software (aplikace na streamování)
PCI-E	Peripheral Component Interconnect Express (název sběrnice)
PSU	Power supply unit (napájecí zdroj)
RAM	Random Access Memory (typ operační paměti)
RISC	Reduced Instruction Set Computer (typ instrukční sady procesoru)
TDP	Thermal Design Power
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
VAV	Vícekritériální analýza variant
VMAF	Video Multi-Method Assesment Fusion
VRAM	Video Random Access Memory (grafická paměť)

Přílohy

Seznam Příloh

Příloha 1: Výchozí kriteriální matice pro herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.2.2	96
Příloha 2: Standardizovaná kriteriální matice pro herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování	97
Příloha 3: Agregovaný užitek, určení pořadí variant, herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování	98
Příloha 4: Kriteriální matice pro herní grafické karty, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.3.2	99
Příloha 5: Standardizovaná kriteriální matice pro herní grafické karty, Zdroj: vlastní zpracování	100
Příloha 6: Agregovaný užitek, určení pořadí variant, herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování	101
Příloha 7: Standardizovaná kriteriální matice pro procesory na tvorbu online obsahu, Zdroj: vlastní zpracování	102
Příloha 8: Standardizovaná kriteriální matice pro grafické karty na tvorbu online obsahu, Zdroj: vlastní zpracování	103
Příloha 9: Kriteriální matice pro procesory na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování, podle zdrojů z kapitoly 4.6.2	104
Příloha 10: Standardizovaná kriteriální matice pro procesory na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování	105
Příloha 11: Agregovaný užitek, určení pořadí variant, procesory na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování	106
Příloha 12: Vyhodnocení průměrné ztráty kvality, Zdroj: (Walton 2023), vlastní zpracování	107
Příloha 13: Kriteriální matice pro grafické karty na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování, podle zdrojů z kapitoly 4.7.2	108
Příloha 14: Standardizovaná kriteriální matice pro grafické karty na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování	109

Příloha 15: Agregovaný užitek, určení pořadí variant, grafické karty na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování	110
---	-----

K diplomové práci je přiložen soubor s výpočty DP-VAV-PROC-GPU.xlsx

Příloha 1: Výchozí kritériální matice pro herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.2.2

Procesory	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Vícejádrový Výkon (Skóre)	Spotřeba (W)	Dostupnost chladiče	Podpora paměti
AMD Ryzen 5 5500	2359	118	19479	40	1	0
AMD Ryzen 5 5600	3190	137	21583	64	1	0
AMD Ryzen 5 5600G	3159	118	19902	41	1	0
AMD Ryzen 5 5600X	3699	138	21916	65	1	0
AMD Ryzen 5 7600	5090	159	27317	80	1	0
AMD Ryzen 5 7600X	5690	168	28619	107	0	0
AMD Ryzen 7 5700X	4659	142	26738	66	0	0
AMD Ryzen 7 5800X3D	7390	194	28281	95	0	0
AMD Ryzen 7 7700	8390	177	34633	84	1	0
AMD Ryzen 7 7700X	8159	173	36070	126	0	0
AMD Ryzen 7 7800X3D	9990	220	34410	68	0	0
AMD Ryzen 9 5900X	7390	147	39202	105	0	0
AMD Ryzen 9 5950X	9690	148	45708	121	0	0
AMD Ryzen 9 7900	10190	174	48897	84	1	0
AMD Ryzen 9 7900X	10390	177	51992	161	0	0
AMD Ryzen 9 7900X3D	12390	212	50540	92	0	0
AMD Ryzen 9 7950X	13690	179	63025	168	0	0
AMD Ryzen 9 7950X3D	16390	222	62589	99	0	0
Intel Core i3-12100	3229	126	13526	53	1	1
Intel Core i3-13100F	3279	127	14666	57	1	1
Intel Core i5-12400	4499	142	19436	68	1	1
Intel Core i5-12600K	5199	157	27755	128	0	1
Intel Core i5-13400F	5499	153	25303	64	1	1
Intel Core i5-13600K	8317	187	38202	126	0	1
Intel Core i5-14600K	8899	179*	39538	139	0	1
Intel Core i7-12700K	7729	165	34671	146	0	1
Intel Core i7-13700K	11590	197	46612	172	0	1
Intel Core i7-14700K	11690	194*	53672	230	0	1
Intel Core i9-12900K	10690	172	41357	197	0	1
Intel Core i9-13900K	15490	200	59421	212	0	1
Intel Core i9-14900K	16490	200*	61072	262	0	1
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX
Váha	0,4441	0,2814	0,1375	0,0698	0,0336	0,0336

*Hodnota herního výkonu pro procesory Intel 14. generace byla odhadnuta viz kapitola 4.2.2.2

Příloha 2: Standardizovaná kriteriální matice pro herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování

Procesory	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Vícejádrový Výkon (Skóre)	Spotřeba (W)	Dostupnost chladiče	Podpora paměti
AMD Ryzen 5 5500	1	0	0,1203	1	1	0
AMD Ryzen 5 5600	0,9412	0,1827	0,1628	0,8919	1	0
AMD Ryzen 5 5600G	0,9434	0	0,1288	0,9955	1	0
AMD Ryzen 5 5600X	0,9052	0,1923	0,1695	0,8874	1	0
AMD Ryzen 5 7600	0,8067	0,3942	0,2786	0,8198	1	0
AMD Ryzen 5 7600X	0,7643	0,4808	0,3049	0,6982	0	0
AMD Ryzen 7 5700X	0,8372	0,2308	0,2669	0,8829	0	0
AMD Ryzen 7 5800X3D	0,6440	0,7308	0,2981	0,7523	0	0
AMD Ryzen 7 7700	0,5732	0,5673	0,4264	0,8018	1	0
AMD Ryzen 7 7700X	0,5896	0,5288	0,4554	0,6126	0	0
AMD Ryzen 7 7800X3D	0,4600	0,9808	0,4219	0,8739	0	0
AMD Ryzen 9 5900X	0,6440	0,2788	0,5187	0,7072	0	0
AMD Ryzen 9 5950X	0,4812	0,2885	0,6502	0,6351	0	0
AMD Ryzen 9 7900	0,4458	0,5385	0,7146	0,8018	1	0
AMD Ryzen 9 7900X	0,4317	0,5673	0,7771	0,4550	0	0
AMD Ryzen 9 7900X3D	0,2901	0,9038	0,7478	0,7658	0	0
AMD Ryzen 9 7950X	0,1981	0,5865	1	0,4234	0	0
AMD Ryzen 9 7950X3D	0,0071	1	0,9912	0,7342	0	0
Intel Core i3-12100	0,9384	0,0769	0	0,9414	1	1
Intel Core i3-13100F	0,9349	0,0865	0,0230	0,9234	1	1
Intel Core i5-12400	0,8486	0,2308	0,1194	0,8739	1	1
Intel Core i5-12600K	0,7990	0,3750	0,2875	0,6036	0	1
Intel Core i5-13400F	0,7778	0,3365	0,2379	0,8919	1	1
Intel Core i5-13600K	0,5784	0,6635	0,4985	0,6126	0	1
Intel Core i5-14600K*	0,5372	0,5852	0,5255	0,5541	0	1
Intel Core i7-12700K	0,6200	0,4519	0,4272	0,5225	0	1
Intel Core i7-13700K	0,3468	0,7596	0,6684	0,4054	0	1
Intel Core i7-14700K*	0,3397	0,7353	0,8110	0,1441	0	1
Intel Core i9-12900K	0,4104	0,5192	0,5623	0,2928	0	1
Intel Core i9-13900K	0,0708	0,7885	0,9272	0,2252	0	1
Intel Core i9-14900K*	0	0,7930	0,9605	0	0	1

Příloha 3: Agregovaný užitek, určení pořadí variant, herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování

Procesory	Agregovaný užitek	Pořadí
Intel Core i5-13400F	0,6022	1.
AMD Ryzen 7 7800X3D	0,5993	2.
AMD Ryzen 5 7600	0,5983	3.
Intel Core i5-13600K	0,5885	4.
AMD Ryzen 5 5600	0,5876	5.
Intel Core i5-12400	0,5863	6.
AMD Ryzen 7 5800X3D	0,5852	7.
Intel Core i5-12600K	0,5756	8.
AMD Ryzen 5 5600X	0,5749	9.
Intel Core i3-13100F	0,5743	10.
Intel Core i3-12100	0,5713	11.
AMD Ryzen 5 7600X	0,5654	12.
AMD Ryzen 5 5500	0,5640	13.
AMD Ryzen 7 7700	0,5624	14.
Intel Core i5-14600K	0,5478	15.
AMD Ryzen 5 5600G	0,5397	16.
AMD Ryzen 9 7900X3D	0,5395	17.
AMD Ryzen 9 7900	0,5374	18.
AMD Ryzen 7 5700X	0,5351	19.
Intel Core i7-12700K	0,5313	20.
Intel Core i7-13700K	0,5216	21.
AMD Ryzen 7 7700X	0,5161	22.
Intel Core i7-14700K	0,5130	23.
AMD Ryzen 9 7900X	0,4900	24.
AMD Ryzen 9 5900X	0,4852	25.
AMD Ryzen 9 7950X3D	0,4722	26.
Intel Core i9-12900K	0,4597	27.
Intel Core i9-13900K	0,4301	28.
AMD Ryzen 9 5950X	0,4286	29.
AMD Ryzen 9 7950X	0,4202	30.
Intel Core i9-14900K	0,3888	31.

Příloha 4: Kriteriační matice pro herní grafické karty, Zdroj: vlastní zpracování podle zdrojů z kapitoly 4.3.2

Grafické karty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Výkon s raytracing (FPS)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)	Syntetický benchmark (Skóre)
ASROCK Intel Arc A380 Challenger ITX 6GB OC	3469	27	12	6	71*	4306
SPARKLE Intel Arc A580 ORC OC Edition 8G	5199	64	36	8	189*	10823
SPARKLE Intel Arc A750 ORC OC Edition 8G	5699	71	40	8	189*	12147
SPARKLE Intel Arc A770 TITAN OC Edition 16G	8799	78	42	16	214*	13303
XFX Speedster SWFT 210 AMD Radeon RX 6600 Core	5399	65	24	8	136*	8287
ASUS DUAL Radeon RX 7600 O8G V2	6999	83	31	8	155*	10828
XFX Speedster SWFT309 AMD Radeon RX 6700 Core	7399	84	34	10	180*	14936
SAPPHIRE PULSE AMD Radeon RX 7600 XT GAMING	9299	91	35	16	194	10959
ASROCK Radeon RX 6700 XT Challenger D 12GB	9299	96	39	12	218	12834
XFX Speedster SWFT 319 Radeon RX 6800 CORE	10299	114	49	16	238	16140
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7700 XT GAMING	11990	117	55	12	242	16780
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7800 XT GAMING	14290	132	63	16	251	19452
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XT	19999	157	83	20	308	25256
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XTX	25999	168	93	24	351	29819
GAINWARD GeForce RTX 3050 Pegasus 6G	4899	51	28	6	122	6175
GIGABYTE GeForce RTX 3060 GAMING OC 8G	7190	70	40	8	166	8780
GIGABYTE GeForce RTX 4060 D6 8G	7889	85	49	8	126	10970
Inno3D GeForce RTX 4060 Ti Twin X2 8G	10399	104	61	8	146	13436
MSI GeForce RTX 4060 Ti VENTUS 2X BLACK 16G OC	12590	104	61	16	157	13364
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ghost 12GB	13999	129	83	12	194	17793
GAINWARD GeForce RTX 4070 SUPER Ghost 12GB	16490	146	97	12	216	21031
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti Panther 12G	19499	154	104	12	264	22478
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti SUPER Panther OC	22190	161	112	16	283	23948
GAINWARD GeForce RTX 4080 Panther 16G	28999	172	126	16	291	28773
MSI GeForce RTX 4080 SUPER 16G VENTUS 3X OC	29290	175	129	16	300	28453
ASUS TUF GAMING GeForce RTX 4090 24GB OC OG	49990	190	154	24	403	36924
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX
Váha	0,4125	0,2398	0,0881	0,0881	0,0331	0,1384

*Hodnota spotřeby (W) byla převzata v rozlišení FullHD oproti ostatním grafickým kartám viz kapitola 4.3.2.5

Příloha 5: Standardizovaná kriteriální matice pro herní grafické karty, Zdroj: vlastní zpracování

Grafické karty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Výkon s raytracing (FPS)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)	Syntetický benchmark (Skóre)
ASROCK Intel Arc A380 Challenger ITX 6GB OC	1	0	0	0	1	0
SPARKLE Intel Arc A580 ORC OC Edition 8G	0,9628	0,2254	0,1695	0,1111	0,6446	0,1998
SPARKLE Intel Arc A750 ORC OC Edition 8G	0,9521	0,2660	0,1963	0,1111	0,6446	0,2404
SPARKLE Intel Arc A770 TITAN OC Edition 16G	0,8854	0,3108	0,2126	0,5556	0,5693	0,2758
XFX Speedster SWFT 210 AMD Radeon RX 6600 Core	0,9585	0,2285	0,0826	0,1111	0,8042	0,1220
ASUS DUAL Radeon RX 7600 O8G V2	0,9241	0,3409	0,1356	0,1111	0,7470	0,2000
XFX Speedster SWFT309 AMD Radeon RX 6700 Core	0,9155	0,3495	0,1568	0,2222	0,6717	0,3259
SAPPHIRE PULSE AMD Radeon RX 7600 XT GAMING	0,8747	0,3876	0,1624	0,5556	0,6295	0,2040
ASROCK Radeon RX 6700 XT Challenger D 12GB	0,8747	0,4183	0,1879	0,3333	0,5572	0,2615
XFX Speedster SWFT 319 Radeon RX 6800 CORE	0,8532	0,5319	0,2634	0,5556	0,4970	0,3628
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7700 XT GAMING	0,8168	0,5510	0,3044	0,3333	0,4849	0,3824
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7800 XT GAMING	0,7674	0,6443	0,3616	0,5556	0,4578	0,4643
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XT	0,6447	0,7961	0,5021	0,7778	0,2861	0,6423
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XTX	0,5157	0,8661	0,5706	1	0,1566	0,7822
GAINWARD GeForce RTX 3050 Pegasus 6G	0,9693	0,1456	0,1130	0	0,8464	0,0573
GIGABYTE GeForce RTX 3060 GAMING OC 8G	0,9200	0,2611	0,1970	0,1111	0,7139	0,1372
GIGABYTE GeForce RTX 4060 D6 8G	0,9050	0,3544	0,2599	0,1111	0,8343	0,2043
Inno3D GeForce RTX 4060 Ti Twin X2 8G	0,8510	0,4699	0,3468	0,1111	0,7741	0,2799
MSI GeForce RTX 4060 Ti VENTUS 2X BLACK 16G OC	0,8039	0,4693	0,3460	0,5556	0,7410	0,2777
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ghost 12GB	0,7737	0,6241	0,5028	0,3333	0,6295	0,4135
GAINWARD GeForce RTX 4070 SUPER Ghost 12GB	0,7201	0,7273	0,5968	0,3333	0,5633	0,5128
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti Panther 12G	0,6554	0,7770	0,6518	0,3333	0,4187	0,5571
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti SUPER Panther OC	0,5976	0,8194	0,7041	0,5556	0,3614	0,6022
GAINWARD GeForce RTX 4080 Panther 16G	0,4512	0,8876	0,8023	0,5556	0,3373	0,7501
MSI GeForce RTX 4080 SUPER 16G VENTUS 3X OC	0,4450	0,9091	0,8249	0,5556	0,3102	0,7403
ASUS TUF GAMING GeForce RTX 4090 24GB OC OG	0	1	1	1	0	1

Příloha 6: Agregovaný užitek, určení pořadí variant, herní procesory, Zdroj: vlastní zpracování

Grafická karta	Agregovaný užitek	Pořadí
XFx SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XT 20G	0,6673	1.
XFx SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XTX BLACK	0,6636	2.
GAINWARD GeForce RTX 4070 SUPER Ghost 12GB GDDR6X	0,6485	3.
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti SUPER Panther OC 16GB GDDR6X	0,6472	4.
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7800 XT GAMING 16GB	0,6400	5.
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti Panther 12G	0,6367	6.
XFx Speedster SWFT 319 Radeon RX 6800 CORE	0,6326	7.
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ghost 12GB	0,6303	8.
MSI GeForce RTX 4080 SUPER 16G VENTUS 3X OC	0,6257	9.
GAINWARD GeForce RTX 4080 Panther 16G	0,6238	10.
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7700 XT GAMING 12GB	0,6080	11.
MSI GeForce RTX 4060 Ti VENTUS 2X BLACK 16G OC	0,5996	12.
Inno3D GeForce RTX 4060 Ti Twin X2 8G	0,5857	13.
SAPPHIRE PULSE AMD Radeon RX 7600 XT GAMING OC 16G	0,5844	14.
SPARKLE Intel Arc A770 TITAN OC Edition 16G	0,5830	15.
XFx Speedster SWFT309 AMD Radeon RX 6700 Core	0,5830	16.
ASROCK Radeon RX 6700 XT Challenger D 12GB	0,5804	17.
GIGABYTE GeForce RTX 4060 D6 8G	0,5682	18.
SPARKLE Intel Arc A750 ORC OC Edition 8G	0,5624	19.
ASUS DUAL Radeon RX 7600 O8G V2	0,5602	20.
SPARKLE Intel Arc A580 ORC OC Edition 8G	0,5505	21.
XFx Speedster SWFT 210 AMD Radeon RX 6600 Core	0,5371	22.
GIGABYTE GeForce RTX 3060 GAMING OC 8G	0,5360	23.
ASUS TUF GAMING GeForce RTX 4090 24GB OC OG	0,5224	24.
GAINWARD GeForce RTX 3050 Pegasus 6G	0,5092	25.
ASROCK Intel Arc A380 Challenger ITX 6GB OC	0,4776	26.

Příloha 7: Standardizovaná kritériální matice pro procesory na tvorbu online obsahu, Zdroj: vlastní zpracování

Procesory	Cena (Kč)	Úprava videa (Skóre)	Úprava fotografie (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Vícejádrový Výkon (Skóre)
AMD Ryzen 5 7600X	1	0,1012	0,5078	0	0
AMD Ryzen 7 7700X	0,9912	0,2684	0,6386	0,0350	0,0593
AMD Ryzen 9 7900X	0,9833	0,4121	0,6433	0,1016	0,1860
AMD Ryzen 9 7900X3D	0,9762	0	0,5358	0,0920	0,1744
AMD Ryzen 9 7950X	0,9716	0,4792	0,7056	0,1705	0,2738
AMD Ryzen 9 7950X3D	0,9620	0,1704	0,6558	0,0518	0,2703
AMD Threadripper PRO 5965WX	0,8322	0,4058	0,2243	0,1914	0,3021
AMD Threadripper PRO 5975WX	0,7551	0,5314	0,1449	0,3042	0,3757
AMD Threadripper PRO 5995WX	0,4925	0,4505	0,0296	0,4517	0,5122
AMD Threadripper PRO 7965WX	0,7512	0,8317	0,1947	0,2639	0,4392
AMD Threadripper PRO 7975WX	0,6476	0,9297	0,1558	0,4062	0,5331
AMD Threadripper PRO 7985WX	0,3070	0,9691	0,0654	0,7498	0,8638
AMD Threadripper PRO 7995WX	0	1	0	1	1
Intel Core i5-13600K	0,9907	0,2996	0,5639	0,0494	0,0763
Intel Core i5-14600K	0,9886	0,3216	0,5888	0,0535	0,0869
Intel Core i7-13700K	0,9791	0,5176	0,7975	0,0869	0,1432
Intel Core i7-14700K	0,9787	0,6784	0,8956	0,1248	0,1993
Intel Core i9-13900K	0,9652	0,6539	0,9502	0,1483	0,2451
Intel Core i9-14900K	0,9617	0,7306	1	0,1529	0,2582

Příloha 8: Standardizovaná kritériální matice pro grafické karty na tvorbu online obsahu,
Zdroj: vlastní zpracování

Grafické karty	Cena (Kč)	Úprava videa (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)
SPARKLE Intel Arc A750 ORC OC Edition 8G	1	0,0432	0	0	0,7148
SPARKLE Intel Arc A770 TITAN OC Edition 16G	0,9300	0,0729	0,0019	0,5	0,6715
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XTX BLACK	0,5417	0,6222	0,2109	1	0,1877
GIGABYTE GeForce RTX 3060 GAMING OC 8G	0,9663	0,0254	0,0299	0	0,8556
GIGABYTE GeForce RTX 4060 D6 8G	0,9506	0	0,1318	0	1
Inno3D GeForce RTX 4060 Ti Twin X2 8G	0,8939	0,0594	0,1994	0	0,9278
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ghost 12GB	0,8126	0,3184	0,3686	0,25	0,7545
GAINWARD GeForce RTX 4070 SUPER Ghost 12GB GDDR6X	0,7564	0,3670	0,4705	0,25	0,6751
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti Panther 12G	0,6884	0,3832	0,4861	0,25	0,5018
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti SUPER Panther OC 16GB	0,6277	0,5326	0,5654	0,5	0,4332
HP NVIDIA RTX A4000 (16 GB)	0,4739	0,1171	0,1042	0,5	0,9134
GAINWARD GeForce RTX 4080 Panther 16G	0,4739	0,6260	0,7112	0,5	0,4043
MSI GeForce RTX 4080 SUPER 16G VENTUS 3X OC	0,4674	0,6368	0,6897	0,5	0,3718
ASUS TUF GAMING GeForce RTX 4090 24GB OC OG	0	1	1	1	0

Příloha 9: Kriteriaální matice pro procesory na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování, podle zdrojů z kapitoly 4.6.2

Procesory	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Vícejádrový	Jednojádrový	Zpracování	Spotřeba (W)
			Výkon (Skóre)	výkon (Skóre)	3D grafiky (Skóre)	
AMD Ryzen 5 5500	2359	118	19479	3060	136,08	40
AMD Ryzen 5 5600	3190	137	21583	3258	151,82	64
AMD Ryzen 5 5600G	3159	118	19902	3190	141,07	41
AMD Ryzen 5 5600X	3699	138	21916	3360	149,04	65
AMD Ryzen 5 7600	5090	159	27317	3933	194,67	80
AMD Ryzen 5 7600X	5690	168	28619	4165	205,97	107
AMD Ryzen 7 5700X	4659	142	26738	3384	197,89	66
AMD Ryzen 7 5800X3D	7390	194	28281	3229	204,52	95
AMD Ryzen 7 7700	8390	177	34633	4065	268,68	84
AMD Ryzen 7 7700X	8159	173	36070	4223	277,76	126
AMD Ryzen 7 7800X3D	9990	220	34410	3758	267,22	68
AMD Ryzen 9 5900X	7390	147	39202	3471	302,26	105
AMD Ryzen 9 5950X	9690	148	45708	3467	382,36	121
AMD Ryzen 9 7900	10190	174	48897	4159	436,47	84
AMD Ryzen 9 7900X	10390	177	51992	4278	414,18	161
AMD Ryzen 9 7900X3D	12390	212	50540	4123	394,36	92
AMD Ryzen 9 7950X	13690	179	63025	4292	555,24	168
AMD Ryzen 9 7950X3D	16390	222	62589	4152	312	99
Intel Core i3-12100	3229	126	13526	3432	105,11	53
Intel Core i3-13100F	3279	127	14666	3612	104,58	57
Intel Core i5-12400	4499	142	19436	3531	156,52	68
Intel Core i5-12600K	5199	157	27755	3956	217,14	128
Intel Core i5-13400F	5499	153	25303	3664	185,33	64
Intel Core i5-13600K	8317	187	38202	4161	307,14	126
Intel Core i5-14600K	8899	178*	39538	4298	315,49	139
Intel Core i7-12700K	7729	165	34671	4040	287,27	146
Intel Core i7-13700K	11590	197	46612	4369	383,93	172
Intel Core i7-14700K	11690	194*	53672	4478	461,55	230
Intel Core i9-12900K	10690	172	41357	4176	343,38	197
Intel Core i9-13900K	15490	200	59421	4643	509,84	212
Intel Core i9-14900K	16490	200*	61072	4782	519,24	262
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN
Váha	0,3145	0,3145	0,2120	0,0699	0,0660	0,0231

*Hodnota herního výkonu pro procesory Intel 14. generace byla odhadnuta viz kapitola 4.2.2.2

Příloha 10: Standardizovaná kritériální matice pro procesory na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování

Procesory	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Vícejádrový Výkon (Skóre)	Jednojádrový výkon (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Spotřeba (W)
AMD Ryzen 5 5500	1	0	0,1203	0	0,0699	1
AMD Ryzen 5 5600	0,9412	0,1827	0,1628	0,1150	0,1048	0,8919
AMD Ryzen 5 5600G	0,9434	0	0,1288	0,0755	0,0810	0,9955
AMD Ryzen 5 5600X	0,9052	0,1923	0,1695	0,1742	0,0987	0,8874
AMD Ryzen 5 7600	0,8067	0,3942	0,2786	0,5070	0,1999	0,8198
AMD Ryzen 5 7600X	0,7643	0,4808	0,3049	0,6417	0,2250	0,6982
AMD Ryzen 7 5700X	0,8372	0,2308	0,2669	0,1882	0,2071	0,8829
AMD Ryzen 7 5800X3D	0,6440	0,7308	0,2981	0,0981	0,2218	0,7523
AMD Ryzen 7 7700	0,5732	0,5673	0,4264	0,5836	0,3641	0,8018
AMD Ryzen 7 7700X	0,5896	0,5288	0,4554	0,6754	0,3843	0,6126
AMD Ryzen 7 7800X3D	0,4600	0,9808	0,4219	0,4053	0,3609	0,8739
AMD Ryzen 9 5900X	0,6440	0,2788	0,5187	0,2387	0,4386	0,7072
AMD Ryzen 9 5950X	0,4812	0,2885	0,6502	0,2364	0,6164	0,6351
AMD Ryzen 9 7900	0,4458	0,5385	0,7146	0,6382	0,7365	0,8018
AMD Ryzen 9 7900X	0,4317	0,5673	0,7771	0,7073	0,6870	0,4550
AMD Ryzen 9 7900X3D	0,2901	0,9038	0,7478	0,6173	0,6430	0,7658
AMD Ryzen 9 7950X	0,1981	0,5865	1	0,7154	1	0,4234
AMD Ryzen 9 7950X3D	0,0071	1	0,9912	0,6341	0,4603	0,7342
Intel Core i3-12100	0,9384	0,0769	0	0,2160	0,0012	0,9414
Intel Core i3-13100F	0,9349	0,0865	0,0230	0,3206	0	0,9234
Intel Core i5-12400	0,8486	0,2308	0,1194	0,2735	0,1153	0,8739
Intel Core i5-12600K	0,7990	0,3750	0,2875	0,5203	0,2498	0,6036
Intel Core i5-13400F	0,7778	0,3365	0,2379	0,3508	0,1792	0,8919
Intel Core i5-13600K	0,5784	0,6635	0,4985	0,6394	0,4495	0,6126
Intel Core i5-14600K	0,5372	0,5852	0,5255	0,7189	0,4680	0,5541
Intel Core i7-12700K	0,6200	0,4519	0,4272	0,5691	0,4054	0,5225
Intel Core i7-13700K	0,3468	0,7596	0,6684	0,7602	0,6199	0,4054
Intel Core i7-14700K	0,3397	0,7353	0,8110	0,8235	0,7921	0,1441
Intel Core i9-12900K	0,4104	0,5192	0,5623	0,6481	0,5299	0,2928
Intel Core i9-13900K	0,0708	0,7885	0,9272	0,9193	0,8993	0,2252
Intel Core i9-14900K	0	0,7930	0,9605	1	0,9201	0

Příloha 11: Agregovaný užitek, určení pořadí variant, procesory na streamování her, Zdroj:
vlastní zpracování

Název procesoru	Agregovaný užitek	Pořadí
AMD Ryzen 9 7900X3D	0,6373	1.
Intel Core i7-14700K	0,6232	2.
AMD Ryzen 9 7950X3D	0,6185	3.
AMD Ryzen 7 7800X3D	0,6149	4.
Intel Core i9-13900K	0,5956	5.
Intel Core i7-13700K	0,5931	6.
Intel Core i5-13600K	0,5847	7.
AMD Ryzen 9 7950X	0,5846	8.
AMD Ryzen 9 7900X	0,5842	9.
Intel Core i9-14900K	0,5836	10.
AMD Ryzen 9 7900	0,5728	11.
Intel Core i5-14600K	0,5583	12.
AMD Ryzen 7 7700X	0,5350	13.
AMD Ryzen 7 5800X3D	0,5344	14.
AMD Ryzen 7 7700	0,5324	15.
AMD Ryzen 5 7600X	0,5320	16.
Intel Core i7-12700K	0,5063	17.
AMD Ryzen 5 7600	0,5043	18.
Intel Core i9-12900K	0,4986	19.
Intel Core i5-12600K	0,4970	20.
AMD Ryzen 9 5900X	0,4622	21.
Intel Core i5-13400F	0,4579	22.
AMD Ryzen 9 5950X	0,4518	23.
AMD Ryzen 7 5700X	0,4397	24.
AMD Ryzen 5 5600	0,4235	25.
AMD Ryzen 5 5600X	0,4203	26.
Intel Core i5-12400	0,4117	27.
Intel Core i3-13100F	0,3699	28.
AMD Ryzen 5 5500	0,3677	29.
AMD Ryzen 5 5600G	0,3576	30.
Intel Core i3-12100	0,3563	31.

Příloha 12: Vyhodnocení průměrné ztráty kvality, Zdroj: (Walton 2023), vlastní zpracování

		AMD				Intel		Nvidia			
		RX 6900 XT		RX 7900 XTX		Arc A770		RTX 3090		RTX 4090	
Kodek / Bitrate		Ztráta FPS	Ztráta kvality (VMAF)	Ztráta FPS	Ztráta kvality (VMAF)	Ztráta FPS	Ztráta kvality (VMAF)	Ztráta FPS	Ztráta kvality (VMAF)	Ztráta FPS	Ztráta kvality (VMAF)
Borderlands 3 1080p	H.264 3M	34,20%	25,70%	12,30%	25,70%	20,00%	0,70%	12,70%	0,00%	0,00%	0,00%
	H.265 3M	29,80%	13,30%	10,30%	11,30%	6,90%	0,00%	20,60%	1,60%	0,00%	1,80%
	AV1 3M			0,00%	9,70%	9,10%	4,70%			0,00%	0,20%
	H.264 6M	33,80%	13,00%	13,00%	13,00%	19,60%	1,90%	13,40%	0,00%	0,00%	0,20%
	H.265 6M	30,00%	8,90%	10,90%	7,40%	6,70%	0,00%	22,70%	1,40%	0,00%	1,60%
	AV1 6M			0,00%	6,40%	11,90%	3,40%			0,60%	0,00%
	H.264 8M	33,80%	9,90%	13,80%	9,90%	20,40%	1,90%	15,20%	0,00%	0,00%	0,20%
	H.265 8M	30,30%	7,40%	11,70%	6,00%	7,50%	0,00%	24,30%	1,20%	0,00%	1,40%
AV1 8M			0,00%	5,10%	11,30%	2,70%			0,60%	0,00%	
Borderlands 3 4K	H.264 8M	33,70%	31,40%	0,00%	31,40%	36,80%	0,00%	30,70%	11,40%	17,80%	11,50%
	H.265 8M	33,70%	13,20%	0,00%	10,20%	22,70%	0,00%	39,30%	2,00%	18,40%	2,30%
	AV1 8M			0,00%	7,10%	39,50%	4,10%			37,00%	0,00%
	H.264 12M	33,70%	20,70%	0,00%	20,70%	35,60%	0,00%	31,30%	1,50%	18,40%	1,50%
	H.265 12M	33,70%	9,80%	0,00%	7,40%	22,10%	0,00%	40,50%	0,80%	18,40%	1,00%
	AV1 12M			0,00%	5,70%	39,90%	3,80%			35,90%	0,00%
	H.264 16M	33,30%	13,30%	0,00%	13,30%	35,20%	0,00%	30,90%	0,30%	17,90%	0,30%
	H.265 16M	33,30%	7,60%	0,00%	5,50%	21,60%	0,00%	40,70%	1,10%	17,90%	1,20%
AV1 16M			0,00%	4,20%	40,40%	3,20%			35,90%	0,00%	
Far Cry 6 4K	H.264 8M	34,30%	23,40%	0,00%	23,40%	38,60%	0,00%	31,90%	4,80%	19,90%	4,80%
	H.265 8M	34,70%	11,40%	0,00%	8,40%	24,60%	1,60%	40,10%	1,10%	20,40%	1,20%
	AV1 8M			0,00%	6,40%	42,40%	5,90%			40,50%	0,00%
	H.264 12M	34,70%	14,80%	0,00%	14,80%	38,30%	0,30%	32,90%	0,00%	20,40%	0,00%
	H.265 12M	34,30%	7,80%	0,00%	5,80%	24,10%	1,90%	40,40%	1,00%	19,90%	1,00%
	AV1 12M			0,00%	4,20%	42,40%	4,10%			39,60%	0,00%
	H.264 16M	34,70%	10,10%	0,00%	10,10%	38,30%	0,30%	32,90%	0,10%	20,40%	0,00%
	H.265 16M	34,30%	5,90%	0,00%	3,90%	24,10%	1,00%	41,00%	0,70%	19,90%	0,70%
AVI 16M			0,00%	2,90%	41,60%	3,20%			39,60%	0,00%	
Watch Dogs Legion 4K	H.264 8M	34,70%	26,40%	0,00%	26,40%	35,90%	0,00%	32,30%	1,30%	20,40%	1,40%
	H.265 8M	34,30%	6,90%	0,00%	5,70%	23,50%	0,10%	40,40%	0,00%	19,90%	0,10%
	AV1 8M			0,00%	5,60%	40,00%	4,10%			35,10%	0,00%
	H.264 12M	34,70%	14,70%	0,00%	14,70%	35,30%	0,60%	32,30%	0,10%	21,00%	0,10%
	H.265 12M	34,30%	5,50%	0,00%	4,20%	23,50%	0,00%	41,00%	0,00%	20,50%	0,10%
	AV1 12M			0,00%	3,90%	39,30%	3,30%			33,80%	0,00%
	H.264 16M	34,70%	9,60%	0,00%	9,60%	35,30%	0,50%	32,30%	0,10%	21,00%	0,10%
	H.265 16M	34,30%	4,30%	0,00%	3,00%	23,50%	0,10%	41,60%	0,00%	19,90%	0,00%
AVI 16M			0,00%	2,80%	39,70%	2,70%			32,70%	0,00%	
Průměrná ztráta		33,64%	13,13%	2,00%	9,88%	28,27%	1,56%	31,73%	1,27%	18,99%	0,91%

Príloha 13: Kriteriálna matice pro grafické karty na streamování her, Zdroj: vlastní zpracování, podle zdrojů z kapitoly 4.7.2

Grafické karty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Výkon s raytracing (FPS)	Video paměť (GB)	Spotřeba (W)	Syntetický benchmark (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Podpora kódování do AVI	Ztráta kvality kódování
ASROCK Intel Arc A380 Challenger ITX 6GB OC	3469	27,4	12,1	6	40	4306	396	1	1,56%
SPARKLE Intel Arc A580 ORC OC Edition 8G	5199	64,1	36,1	8	197	10823	1922	1	1,56%
SPARKLE Intel Arc A750 ORC OC Edition 8G	5699	70,7	39,9	8	205	12147	1969	1	1,56%
SPARKLE Intel Arc A770 TITAN OC Edition 16G	8799	78	42,2	16	217	13303	1986	1	1,56%
XFX Speedster SWFT 210 AMD Radeon RX 6600 Core	5399	64,6	23,8	8	135	8287	963	0	13,13%
ASUS DUAL Radeon RX 7600 O8G	6990	82,9	31,3	8	153	10828	1228	1	9,88%
XFX Speedster SWFT309 AMD Radeon RX 6700 Core	7399	84,3	34,3	10	186	14936	1353	0	13,13%
SAPPHIRE PULSE AMD Radeon RX 7600 XT GAMING OC 16G	9299	90,5	35,1	16	194	10959	1287	1	9,88%
ASROCK Radeon RX 6700 XT Challenger D 12GB	9299	95,5	38,7	12	218	12834	1515	0	13,13%
XFX Speedster SWFT 319 Radeon RX 6800 CORE	10299	114	49,4	16	238	16140	1853	0	13,13%
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7700 XT GAMING 12GB	11990	117,1	55,2	12	242	16780	1992	1	9,88%
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7800 XT GAMING 16GB	14290	132,3	63,3	16	251	19452	2276	1	9,88%
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XT 20G	19999	157	83,2	20	308	25256	3465	1	9,88%
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XTX	25999	168,4	92,9	24	351	29819	3932	1	9,88%
GAINWARD GeForce RTX 3050 Pegasus 6G	4899	51,1	28,1	6	122	6175	1514	1	1,27%
GIGABYTE GeForce RTX 3060 GAMING OC 8G	7190	69,9	40	8	166	8780	2246	1	1,27%
GIGABYTE GeForce RTX 4060 D6 8G	7889	85,1	48,9	8	126	10970	3196	1	0,91%
Inno3D GeForce RTX 4060 Ti Twin X2	10399	103,9	61,2	8	146	13436	3825	1	0,91%
MSI GeForce RTX 4060 Ti VENTUS 2X BLACK 16G OC	12590	103,8	61,1	16	157	13364	3825	1	0,91%
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ghost 12GB	13999	129	83,3	12	194	17793	5400	1	0,91%
GAINWARD GeForce RTX 4070 SUPER Ghost 12GB GDDR6X	16490	145,8	96,6	12	216	21031	6349	1	0,91%
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti Panther 12G	19499	153,9	104,4	12	264	22478	6494	1	0,91%
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti SUPER Panther OC 16GB	22190	160,8	111,8	16	283	23948	7232	1	0,91%
GAINWARD GeForce RTX 4080 Panther 16G	28999	171,9	125,7	16	291	28773	8590	1	0,91%
MSI GeForce RTX 4080 SUPER 16G VENTUS 3X OC	29290	175,4	128,9	16	300	28453	8389	1	0,91%
ASUSTUF GAMING GeForce RTX 4090 24GB OC OG	49990	190,2	153,7	24	403	36924	11278	1	0,91%
Charakter kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN
Váha	0,204	0,204	0,0248	0,0651	0,0159	0,039	0,039	0,204	0,204

Príloha 14: Standardizovaná kritériálna matice pro grafické karty na streamování her,

Zdroj: vlastní zpracování

Grafické karty	Cena (Kč)	Herní výkon (FPS)	Výkon s raytracing (FPS)	Videa paměť (GB)	Spotřeba (W)	Syntetický benchmark (Skóre)	Zpracování 3D grafiky (Skóre)	Podpora kódování do AV1	Ztráta kvality kódování
ASROCK Intel Arc A380 Challenger ITX 6GB OC	1	0	0	0	1	0	0	1	0,9468
SPARKLE Intel Arc A580 ORC OC Edition 8G	0,9628	0,2254	0,1695	0,1111	0,5675	0,1998	0,1402	1	0,9468
SPARKLE Intel Arc A750 ORC OC Edition 8G	0,9521	0,266	0,1963	0,1111	0,5455	0,2404	0,1445	1	0,9468
SPARKLE Intel Arc A770 TITAN OC Edition 16G	0,8854	0,3108	0,2126	0,5556	0,5124	0,2758	0,1461	1	0,9468
XFX Speedster SWFT 210 AMD Radeon RX 6600 Core	0,9585	0,2285	0,0826	0,1111	0,7383	0,122	0,0521	0	0
ASUS DUAL Radeon RX 7600 O8G	0,9243	0,3409	0,1356	0,1111	0,6887	0,2	0,0765	1	0,2653
XFX Speedster SWFT309 AMD Radeon RX 6700 Core	0,9155	0,3495	0,1568	0,2222	0,5978	0,3259	0,088	0	0
SAPPHIRE PULSE AMD Radeon RX 7600 XT GAMING OC 16G	0,8747	0,3876	0,1624	0,5556	0,5758	0,204	0,0818	1	0,2653
ASROCK Radeon RX 6700 XT Challenger D 12GB	0,8747	0,4183	0,1879	0,3333	0,5096	0,2615	0,1028	0	0
XFX Speedster SWFT 319 Radeon RX 6800 CORE	0,8532	0,5319	0,2634	0,5556	0,4545	0,3628	0,1339	0	0
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7700 XT GAMING 12GB	0,8168	0,551	0,3044	0,3333	0,4435	0,3824	0,1466	1	0,2653
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7800 XT GAMING 16GB	0,7674	0,6443	0,3616	0,5556	0,4187	0,4643	0,1728	1	0,2653
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XT 20G	0,6447	0,7961	0,5021	0,7778	0,2617	0,6423	0,282	1	0,2653
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XTX	0,5157	0,8661	0,5706	1	0,1433	0,7822	0,3249	1	0,2653
GAINWARD GeForce RTX 3050 Pegasus 6G	0,9693	0,1456	0,113	0	0,7741	0,0573	0,1027	1	0,9703
GIGABYTE GeForce RTX 3060 GAMING OC 8G	0,92	0,2611	0,197	0,1111	0,6529	0,1372	0,17	1	0,9703
GIGABYTE GeForce RTX 4060 D6 8G	0,905	0,3544	0,2599	0,1111	0,7631	0,2043	0,2573	1	1
Inno3D GeForce RTX 4060 Ti Twin X2	0,851	0,4699	0,3468	0,1111	0,708	0,2799	0,315	1	1
MSI GeForce RTX 4060 Ti VENTUS 2X BLACK 16G OC	0,8039	0,4693	0,346	0,5556	0,6777	0,2777	0,315	1	1
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ghost 12GB	0,7737	0,6241	0,5028	0,3333	0,5758	0,4135	0,4598	1	1
GAINWARD GeForce RTX 4070 SUPER Ghost 12GB GDDR6X	0,7201	0,7273	0,5968	0,3333	0,5152	0,5128	0,547	1	1
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti Panther 12G	0,6554	0,777	0,6518	0,3333	0,3829	0,5571	0,5603	1	1
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti SUPER Panther OC 16GB	0,5976	0,8194	0,7041	0,5556	0,3306	0,6022	0,6282	1	1
GAINWARD GeForce RTX 4080 Panther 16G	0,4512	0,8876	0,8023	0,5556	0,3085	0,7501	0,7529	1	1
MSI GeForce RTX 4080 SUPER 16G VENTUS 3X OC	0,445	0,9091	0,8249	0,5556	0,2837	0,7403	0,7345	1	1
ASUS TUF GAMING GeForce RTX 4090 24GB OC OG	0	1	1	1	0	1	1	1	1

Příloha 15: Agregovaný užitek, určení pořadí variant, grafické karty na streamování her,

Zdroj: vlastní zpracování

Grafická karta	Agregovaný užitek	Pořadí
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti SUPER Panther OC 16GB GDDR6X	0,8041	1.
MSI GeForce RTX 4080 SUPER 16G VENTUS 3X OC	0,8030	2.
GAINWARD GeForce RTX 4080 Panther 16G	0,8009	3.
GAINWARD GeForce RTX 4070 SUPER Ghost 12GB GDDR6X	0,7895	4.
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ti Panther 12G	0,7879	5.
ASUS TUF GAMING GeForce RTX 4090 24GB OC OG	0,7801	6.
GAINWARD GeForce RTX 4070 Ghost 12GB	0,7707	7.
MSI GeForce RTX 4060 Ti VENTUS 2X BLACK 16G OC	0,7465	8.
Inno3D GeForce RTX 4060 Ti Twin X2 8G	0,7279	9.
GIGABYTE GeForce RTX 4060 D6 8G	0,7089	10.
SPARKLE Intel Arc A770 TITAN OC Edition 16G	0,7073	11.
SPARKLE Intel Arc A750 ORC OC Edition 8G	0,6816	12.
GIGABYTE GeForce RTX 3060 GAMING OC 8G	0,6775	13.
SPARKLE Intel Arc A580 ORC OC Edition 8G	0,6734	14.
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XTX BLACK	0,6648	15.
XFX SPEEDSTER MERC310 AMD Radeon RX 7900 XT 20G	0,6554	16.
GAINWARD GeForce RTX 3050 Pegasus 6G	0,6508	17.
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7800 XT GAMING 16GB	0,6229	18.
ASROCK Intel Arc A380 Challenger ITX 6GB OC	0,6172	19.
SAPPHIRE PULSE Radeon RX 7700 XT GAMING 12GB	0,5942	20.
SAPPHIRE PULSE AMD Radeon RX 7600 XT GAMING OC 16G	0,5763	21.
ASUS DUAL Radeon RX 7600 O8G	0,5487	22.
XFx Speedster SWFT 319 Radeon RX 6800 CORE	0,3519	23.
ASROCK Radeon RX 6700 XT Challenger D 12GB	0,3125	24.
XFx Speedster SWFT309 AMD Radeon RX 6700 Core	0,3021	25.
XFx Speedster SWFT 210 AMD Radeon RX 6600 Core	0,2700	26.

