

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

Herní zařízení současné generace

Pavel Tůma

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavel Tůma

Informatika

Název práce

Herní zařízení současné generace

Název anglicky

Game device of present generation

Cíle práce

Hlavním cílem práce bude na základě vytvoření literární rešerše vymezení pojmů a průzkum současného trhu s herními zařízeními. Dalším cílem bude podrobný popis herních platforem různých výrobců a odvětví. V praktické části bude proveden průzkum veřejnosti pomocí dotazníku a vytvoření návrhu na nejvýhodnější herní zařízení současnosti.

Metodika

Teoretická část bude vypracována na základě tuzemských a zahraničních literárních zdrojů zabývajících se tématem herních zařízení. V praktické části budou podle průzkumu zjištěny nejčastěji používané herní platformy, a jejich specifikace. Podle analýzy zjištěných poznatků a porovnání jednotlivých specifikací bude vytvořen návrh na nejvýhodnější herní platformu současnosti.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

Playstation, Xbox, Nintendo, Smartphony, herní počítače, herní notebooky, gaming

Doporučené zdroje informací

Console Wars: Sega, Nintendo, and the Battle that Defined a Generation

Opening the Xbox: Inside Microsoft's Plan to Unleash an Entertainment Revolution

Revolutionaries at Sony: The Making of the Sony Playstation and the Visionaries Who Conquered the World of Video Games

Xbox One or PS4 [PlayStation 4]: Which New Video Game Console Should You Buy?

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Edita Šílerová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 31. 10. 2017

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 11. 2017

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2019

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 15.3.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Mgr. Editě Šilerové, Ph.D. za vstřícnost a odborné vedení při zpracování bakalářské práce.

Herní zařízení současné generace

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá hledáním nejvýhodnějšího domácího herního zařízení současné generace dle porovnatelných kritérií. Kvůli porovnatelnosti jednotlivých zařízení byla po dohodě s vedoucím katedry omezena velikost zkoumaného souboru pouze na jednoúčelová herní zařízení s nutností připojení k externímu zobrazovacímu zařízení. Ze stejného důvodu došlo i k úpravě klíčových slov oproti zadání.

Metoda dotazníkového šetření v praktické části zde byla po dohodě s vedoucí práce nahrazena vícekriteriální analýzou variant, kvůli vyšší výpovědní hodnotě a nedostatečnému počtu kompetentních respondentů.

Teoretická část práce vymezuje historické souvislosti ve vývoji herních konzolí od první generace až po současnou. Konzole ze současné generace jsou zde podrobně analyzovány, hlavně z hlediska hardwarových specifikací, pro vytvoření celkového obrazu o jednotlivých zařízeních, usnadňujícímu volbu hodnotících kritérií. Dále je zde definována metoda výzkumu použitá v praktické části.

V praktické části jsou aplikovány metody vícekriteriálního rozhodování na výběr vhodné herní konzole. Po stanovení hodnotících kritérií, dle dat z praktické části, jsou pomocí Saatyho metody párového porovnání vypočítány váhy pro tyto kritéria. Poté je pomocí bazické metody a metody váženého součtu stanovena kompromisní neboli ideální doporučená varianta.

Klíčová slova: herní zařízení, herní konzole, hry, gaming, vícekriteriální analýza variant, PlayStation, Xbox, Nintendo, Switch

Game device of present generation

Abstract

Bachelor thesis is about finding the most advantageous home game equipment of the current generation according to comparable criteria. Due to the comparability of individual devices, the size of the examined file was limited to single-purpose gaming devices with the necessity of connection to an external display device in agreement with the head of the department. For the same reason, the keywords were modified.

The method of the questionnaire survey in the practical part was, after agreement with the supervisor, replaced by a multi-criterion analysis of the variants, due to higher reporting value and insufficient number of competent respondents.

The theoretical part of the thesis defines historical context in the development of game consoles from the first generation to the present. The current generation consoles are analyzed in detail here, mainly in terms of hardware specifications, to create an overall picture of each device, facilitating the selection of evaluation criteria. Furthermore, the research method used in the practical part is defined here.

In the practical part there are applied methods of multi-criteria decision making to choose the appropriate game console. After determining the evaluation criteria, according to the data from the practical part, we use the Saaty pair comparison method to calculate the weights for these criteria. Then, using a basic method and a weighted sum of method, a compromise or ideal recommended option is determined.

Keywords: gaming devices, gaming consoles, games, gaming, multi-criteria variant analysis, PlayStation, Xbox, Nintendo, Switch

| | | |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| 1 | Obsah | |
| 2 | Úvod | 10 |
| 3 | Cíl práce a metodika | 11 |
| 3.1 | Cíl práce | 11 |
| 3.2 | Metodika | 11 |
| 4 | Teoretická východiska | 12 |
| 4.1 | Stručná historie herních konzolí | 12 |
| 4.1.1 | První generace | 12 |
| 4.1.2 | Druhá generace | 13 |
| 4.1.3 | Třetí generace | 14 |
| 4.1.4 | Čtvrtá generace | 15 |
| 4.1.5 | Pátá generace | 16 |
| 4.1.6 | Šestá generace | 17 |
| 4.1.7 | Sedmá generace | 18 |
| 4.2 | Současná generace | 18 |
| 4.2.1 | Sony PlayStation 4 | 18 |
| 4.2.2 | Microsoft Xbox One | 22 |
| 4.2.3 | Nintendo Switch | 26 |
| 4.3 | Metoda vícekriteriálního rozhodování | 29 |
| 4.3.1 | Stanovení kritérií | 30 |
| 4.3.2 | Stanovení vah | 30 |
| 4.3.3 | Metoda bazické varianty | 31 |
| 4.3.4 | Metoda váženého součtu | 31 |
| | Vlastní práce | 33 |
| 4.4 | Vícekriteriální analýza variant | 33 |
| 4.4.1 | Stanovení kritérií | 33 |
| 4.4.2 | Výpočet váhy kritérií | 47 |
| 4.4.3 | Nalezení kompromisní varianty | 48 |
| 5 | Výsledky a diskuze | 51 |
| 5.1 | Metoda bazické varianty | 51 |
| 5.2 | Metoda váženého součtu | 51 |
| 5.3 | Kompromisní varianta | 52 |
| 6 | Závěr | 53 |
| 7 | Bibliografie | 54 |
| 8 | Přílohy | 59 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Hardwarové specifikace PlayStation 4 Slim | 19 |
| Tabulka 2: Hardwarové specifikace PlayStation 4 Pro | 20 |
| Tabulka 3: Hardwarové specifikace Xbox One S | 23 |
| Tabulka 4: Hardwarové specifikace Xbox One X | 24 |
| Tabulka 5: Hardwarové specifikace Nintendo Switch | 27 |
| Tabulka 6: Saatyho stupnice hodnocení preferencí | 30 |
| Tabulka 7: Vývoj cen konzole PlayStation 4 Slim | 34 |
| Tabulka 8: Vývoj cen konzole PlayStation 4 Pro | 35 |
| Tabulka 9: Vývoj cen konzole Xbox One S | 36 |
| Tabulka 10: Vývoj cen konzole Xbox One X..... | 37 |
| Tabulka 11: Vývoj cen konzole Switch..... | 38 |
| Tabulka 12: Cena | 39 |
| Tabulka 13: Počet jader CPU..... | 39 |
| Tabulka 14: Frekvence CPU | 40 |
| Tabulka 15: Výrobní proces CPU | 41 |
| Tabulka 16: Počet stream procesorů | 41 |
| Tabulka 17: Frekvence GPU..... | 42 |
| Tabulka 18: Výkon..... | 42 |
| Tabulka 19: Výrobní proces GPU..... | 43 |
| Tabulka 20: Rozlišení..... | 44 |
| Tabulka 21: Typ operační paměti | 44 |
| Tabulka 22: Velikost operační paměti..... | 45 |
| Tabulka 23: Propustnost systému..... | 45 |
| Tabulka 24: Frekvence operační paměti..... | 46 |
| Tabulka 25: Exkluzivní hry | 47 |
| Tabulka 26: Hladiny významnosti kritérií | 48 |
| Tabulka 27: Výsledky metody bazické varianty | 49 |
| Tabulka 28: Výsledky metody váženého součtu..... | 49 |
| Tabulka 29: Výpočet vah pomocí Saatyho metody párového porovnávání | 59 |
| Tabulka 30: Hodnoty pro metodu bazální varianty..... | 60 |
| Tabulka 31: Výsledky metody bazické varianty | 61 |
| Tabulka 32: Hodnoty pro metodu váženého součtu..... | 62 |
| Tabulka 33: Výsledky metody váženého součtu..... | 63 |

Seznam použitých zkratk

CPU – z anglického central processing unit; centrální procesorová jednotka.

GPU – z anglického graphics processing unit; grafická procesorová jednotka.

RAM – z anglického random access memory; operační paměť.

GHz – gigahertz

TFLOPS – z anglického floating-point operations per second; počet operací v pohyblivé řádové čárce za sekundu

2 Úvod

Bakalářská práce se zaměřuje na výběr nejvýhodnějšího herního zařízení, respektive herní konzole, dostupné v současné generaci konzolí.

Problematika výběru herního zařízení není na současném trhu vůbec jednoduchá. Je zde dostupných mnoho herních zařízení od různých výrobců s různými parametry, a vybrat tak jedinou variantu není vůbec jednoduché. Z tohoto důvodu nejsou v práci obsažena všechna původně zamýšlená zařízení z klíčových slov.

Teoretická část bude zaměřena na zjištění historických souvislostí vývoje herních zařízení od počátku tohoto oboru až po současnost. Současná generace domácích herních konzolí je v této práci zastoupena pěti zařízeními od tří zahraničních firem ovládajících trh. Bude kladen důraz především na hardwarové specifikace a na celkový obraz o jednotlivých zařízeních. Dále zde bude charakterizována metoda výzkumu, která je použita v praktické části.

Původně zamýšlená metoda dotazníkového šetření byla po dohodě s vedoucí práce nahrazena vícekriteriální analýzou variant, kvůli malému počtu respondentů orientujících se v dané tematice a nízké výpovědní hodnotě o výhodnosti zařízení.

V praktické části se tak budu zabývat vícekriteriální analýzou variant, pomocí níž se pokusím splnit hlavní cíl této práce a najít nejvýhodnější zařízení této generace. Budou zde definována kritéria a jejich hodnoty, které budou později použity pro analýzu. K určení vah a nalezení nejvýhodnější varianty použiji některou z metod vícekriteriálního rozhodování.

Vybraná varianta bude doporučena jako nejvýhodnější herní zařízení současné generace.

3 Cíl práce a metodika

3.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je průzkum současného trhu s herními zařízeními a nalezení vhodných porovnatelných zařízení určených pro hraní her. Vhodná zařízení budou charakterizována a dle analýzy bude stanoveno doporučené nejvýhodnější herní zařízení současné generace. Z důvodu neporovnatelnosti nejsou v práci obsažena víceúčelová zařízení z klíčových slov.

3.2 Metodika

V teoretické části bakalářské práce budou prozkoumány jednotlivé etapy vývoje herních konzolí po generacích až po tu současnou. Dále zde budou podrobně charakterizovány jednotlivé domácí herní konzole současné generace s důrazem na hardwarové specifikace. Bude zde také charakterizována metoda výzkumu, která bude použita v praktické části.

Metoda dotazníkového šetření byla po dohodě s vedoucí práce nahrazena vícekriteriální analýzou variant. Stalo se tak kvůli malému počtu respondentů orientujících se v dané tematice a nízké výpovědní hodnotě o výhodnosti zařízení.

V praktické části budou stanovena jednotlivá kritéria rozhodovacího modelu vícekriteriální analýzy variant dle charakteristik a údajů zpracovaných v teoretické části. Na základě posuzovaných variant budou poté přiřazeny jednotlivým kritériím jejich váhy podle Saatyho metody párového porovnávání. Zjištěné váhy budou použity pro jednu z výzkumných metod vícekriteriální analýzy variant s ohledem na kvantitativní informace. Poté bude dle výsledků vybrané metody stanovena kompromisní, a tedy nejvýhodnější varianta.

4 Teoretická východiska

Pod pojmem herní zařízení, popřípadě herní konzole, se v současné době chápe elektronické, interaktivní a pro hraní her určené, jednoúčelové počítačové zařízení, generující zobrazitelný výstupní videosignál. (Hájek, 2010)

Pro interakci mezi konzolí a uživatelem je využíváno mnoho druhů periférií, přičemž nejrozšířenějším druhem periferie v dnešní generaci konzolí jsou gamepady neboli ovladače. (Hájek, 2010)

K zobrazování grafického výstupu generovaného konzolí je používáno externí zobrazovací zařízení. V nejčastějším případě barevná televize, či různé monitory. (Hájek, 2010)

4.1 Stručná historie herních konzolí

Historie vývoje herních konzolí tvoří rozmanitou sbírku zařízení, která se dají dělit do několika generací, od počátku vývoje, až po současnost.

4.1.1 První generace

První generace konzolí se datuje mezi lety 1972–1977.

Jednalo se o různorodou škálu zařízení, majících několik společných faktorů. Prvním faktorem byla jejich připojitelnost k běžným televizorům, jelikož v této době byl televizor již nedílnou součástí domácností, a to především v USA. Nebylo tedy nutné zakomponovat do konzole další zobrazovací zařízení, čímž klesaly náklady na pořízení a výrobu. (Tišnovský, 2012)

Konzole první generace nebyly programovatelné. Jednalo se tedy o konečné automaty sestavené z diskrétních součástek. (Tišnovský, 2012)

4.1.1.1 Magnavox Odyssey

Jednalo se o vůbec první vydanou herní konzolí na světě. Konstruktorem zařízení byl Ralph Baer. Předchůdcem konzole byl prototyp Brown box, který byl po dohodě s vedením firmy konstruktérem ochuzen o barevné zobrazení. Další změnou byla nově zavedená volba jednotlivých her pomocí cartridge obsahující plošné spoje. Po vložení cartridge do slotu se změnila logika, a tudíž i fungování dané hry. Důvodem bylo ušetření

výrobních nákladů, a tedy i prodejní ceny. Zařízení se ovládalo pomocí otočných ovladačů. Konzole také nedokázala generovat zvukový výstup. Kvůli těmto nedostatkům se nestala příliš populární, i když se jí prodalo zhruba 330 tisíc kusů. (Cohen, 2018)

4.1.1.2 Atari Pong

Skutečným hitem se ale stala konzole Atari Pong. Konzole byla vydána roku 1975 a umožňovala hrát pouze jedinou hru, a tou byl Pong. Nicméně se jednalo o vylepšenou verzi, než kterou mohli uživatelé znát z konzole Odyssey. Za inovací stál Allan Alcorn a mezi hlavní změny patřila změna rychlosti míčku s přibývajícím dobou hry, a také rozdělení pálek do osmi segmentů. Každý segment při kontaktu vrátil míček pod jiným úhlem. Toto vyústilo v soudní spory mezi oběma firmami, které byly vyřešeny mimosoudní cestou a firma Atari se stala licenčním poplatníkem firmy Magnavox. (Winter, 2018)

4.1.2 Druhá generace

Druhá generace konzolí se datuje mezi lety 1977–1983.

Hlavním milníkem druhé generace konzolí je fakt, že se již nejednalo o konečné automaty, sestavené pouze z diskrétních součástek, ale o osmibitovým procesorem vybavená zařízení. Díky tomu se stala zařízení programovatelnými a otevřela tak možnost programování. To zapříčinilo rozdělení, do té doby jednotného vývoje konzole spolu s hrami od jednoho výrobce, na kategorie výrobců hardware a vývojáře softwaru. To zapříčinilo velký rozmach a rozkvět obou oborů. Situace později vedla k zahlcení trhu. (Tišnovský, 2012)

4.1.2.1 Atari 2600

Konzole ilustrující nejlépe první polovinu druhé generace konzolí je model 2600 od firmy Atari. Na trh byla uvedena v říjnu roku 1977 a do konce roku 2004 bylo prodáno na 30 miliónů kusů. Konzole se skládala z přibližného počtu 30 diskrétních logických součástek a obsahovala 3 čipy. Obsahovala osmibitový mikroprocesor MOS Technology 6507 pracující na frekvenci 1,19MHz, a dále také TIA grafický a zvukový čip s možným grafickým rozlišením 160x192 bodů a počtem 128 barev. Tyto čipy měly k dispozici 128 bajtů RAM. Za dobu fungování konzole na ní vzniklo přes 900 různých her, z nichž nejoblíbenější se stal Pac-Man, či Space Invaders. Hry byly distribuovány v již zavedené formě cartridge, které obsahovaly ROM paměť od 2 až do 32 kB. K interakci mezi

uživatelé a konzole se používaly osmi směrové joysticky, analogový ovladač, nebo číselné klávesnice s trackballem. (Tišnovský, 2011)

4.1.2.2 Ostatní

Mezi ostatní podobné konzole, které sekundovaly konzoli od firmy Atari, byly Magnavox Odyssey², či Fairchild Channel F, nebo Intellivision. Konzole pracovaly na stejném principu osmibitového procesoru, podpořeného RAM pamětí a dalším zobrazovacím a zvukovým čipem. Z nich vyčnívala konzole Odyssey, kterou poháněl procesor 8048 od firmy Intel. Konzole dostala plnohodnotnou membránovou klávesnici, což dovolovalo uživateli vkládat data. (Hájek, 2010)

Po roce 1982 se situace začala měnit. S vývojem procesorů se začaly objevovat stále výkonnější konzole, vybavené osmibitovými mikroprocesory a výkonnějšími specializovanými čipy, generujícími grafiku a zvuk. Ty byly doplněné až stovkami bajtů paměti RAM. Klasickými zástupci jsou Atari 5200, ColecoVision, nebo Vectrex. Na něm je zajímavé, že jako první používal vlastní vektorovou obrazovku, na kterou byly vkládány plastové obdélníky pro dosažení barevnosti. (Tišnovský, 2012)

4.1.3 Třetí generace

Do třetí generace spadají konzole vyrobené přibližně v letech 1983 až 1988. Začátkem třetí generace se uvažuje vstup japonské herní konzole Nintendo Entertainment System na japonský trh, na který se v té době začal přesouvat vývoj konzol z USA. (Tišnovský, 2012)

Systémy třetí generace byly postaveny, podobně jako jejich předchůdci, na osmibitových mikroprocesorech. Zkušenosti konstruktérů napomohly k vytvoření širší infrastruktury kolem čipů, což jim značně ulehčovalo práci. Největší rozdíly jsou patrné u grafických čipů. Ty byly přímo specializované pro zobrazování herní scény a dokázaly provádět posouvání obrazu spolu se zobrazováním velkého počtu obrazců. Programátor tedy již nemusel navrhovat vykreslovací jádro hry, kde bylo nutné počítat s každým strojovým cyklem. (Tišnovský, 2012)

To vedlo k vytvoření nového žánru her, kde již nebylo nutné přepínat jednotlivé herní scény po obrazkách, ale herní svět mohl být obsáhlý a posouval se podle pozice

hráče. Typickým zástupcem scrollovacích her je Super Mario Bros, nebo Sonic the Hedgehog. (Tišnovský, 2012)

4.1.3.1 Nintendo Entertainment System

Konzole vznikla roku 1983 v Japonsku a o dva roky později byla rozšířena po celém světě. Jednalo se o vůbec nejúspěšnější osmibitovou herní konzoli na světě s odhadem 62 milionů prodaných kusů. (Tišnovský, 2012)

Konzole obsahovala čtveřici čipů, které se lišily svou konstrukcí a taktovací frekvencí podle používané televizní normy. Osmibitový mikroprocesor obsahoval i zvukový subsystém. Dva paměťové čipy, přičemž jeden tvořil datovou a programovou paměť RAM o kapacitě 2 kB. Druhý paměťový čip sloužil pro ukládání grafických vzorků, grafických objektů a dalších grafických informací potřebných pro zobrazování obsahu. Grafický subsystém byl generovaný samostatným grafickým čipem, který s touto pamětí spolupracoval. Grafický čip dokázal přistupovat také k pamětem ROM umístěným na vloženém herním médiu, které dosahovaly velikosti až 32 kB. Tento grafický systém pracoval s rozlišením 256x240 pixelů a dokázal zobrazit až 64 grafických objektů současně. Konzole obsahovala celkem tři sloty. Dva pro ovladače, které v té době udávaly designem gamepadový trend a jeden pro vyměnitelné cartridge. U konzole se také poprvé využívalo licencování vývoje her třetí stranou. (Tišnovský, 2012)

Mezi hlavní konkurenty pařily konzole SMS od firmy Sega a Atari 7800, přičemž NES byla z nich tou nejúspěšnější. (Hájek, 2010)

4.1.4 Čtvrtá generace

Rozlišujícím prvkem čtvrté generace konzolí je přechod z 8 bitových procesorů na 16, respektive 32 bitové. Vylepšení procesorových jednotek doprovázely i grafické a zvukové subsystémy, spolu se stále se zvětšující kapacitou operační paměti. (Tišnovský, 2012)

U této generace se také jako první objevila zpětná kompatibilita. Kromě hlavního procesoru byla některá zařízení vybavena ještě 8 bitovým koprocesorem, který zajišťoval kompatibilitu her z předchozí generace konzole. Typickým zástupcem je Sega Mega Drive. (Tišnovský, 2012)

Konzole této generace jsou globálně úspěšné s desítkami milionů prodaných kusů. (Tišnovský, 2012)

4.1.4.1 Sega Mega Drive

Konzole Mega Drive, respektive Genesis, společnosti Sega se začala prodávat roku 1988. Celosvětově se prodalo zhruba 40 milionů kusů. (Tišnovský, 2012)

Výpočetní výkon obstarával na svou dobu velmi výkonný 16 bitový procesor Motorola 68000, který dokázal adresovat paměť v rozsahu 16 MB. Konzole podporovala barevnou paletu s 512 barvami a dokázala vykreslit až 80 spritů. Zvukový výstup zajišťovala dvojice čipů. (Tišnovský, 2012)

Vývojáři si dali za cíl zachovat zpětnou kompatibilitu s 8 bitovou konzolí Sega Master Systém. Proto do konzole implementovali i 8 bitový mikroprocesor podporující původní grafický a zvukový režim. Pro zpětnou kompatibilitu bylo nutné použít doplňkový modul, který umožňoval použití paměťových modulů z předchozí generace, a zároveň přepínal mezi 16 a 8 bitovými procesory. (Tišnovský, 2012)

4.1.5 Pátá generace

Začátek další éry konzolí je možné datovat do roku 1993, kdy se na trhu objevily hned tři nové herní konzole. Nejúspěšnějším rokem vývoje byl ovšem rok 1994, kdy se na trhu objevila konzole PlayStation od společnosti Sony. Ta se stala nejúspěšnější konzolí své generace a dalece počtem prodaných kusů převyšovala ostatní konkurenty. (Tišnovský, 2013)

Charakteristických znaků páté generace konzolí bylo několik. Konzole obsahovaly plnohodnotné 32 bitové mikroprocesory s RISC architekturou. Po grafické stránce došlo k přechodu na grafické subsystémy podporující plnohodnotnou 3D grafiku. Standardem se stala CD-ROM mechanika pro čtení dat z CD disků. (Tišnovský, 2013)

4.1.5.1 Sony PlayStation

Konzole se začala prodávat 3. prosince 1994 v Japonsku. Do dnešní doby bylo prodáno více než 100 milionů kusů. Jedná se tak o jednu z nejúspěšnějších herních konzolí všech dob. (H., Antonín, 2017)

PlayStation neměl vlastní integrovanou paměť pro uchovávání uživatelských dat, ale externí paměťovou kartu, která zajišťovala snadnou přenositelnost mezi uživateli. K zařízení bylo možno navíc koupit linkový kabel, který umožňoval propojení dvou konzolí, pro multiplayerový zážitek. (H., Antonín, 2017)

Oblíbenost konzole byla dána také ovladačem, na jehož design a ergonomii se kladl mnohem větší důraz než na design konzole. Počáteční verze gamepadu obsahovala pouze tlačítka. Pozdější verze s názvem DualShock doplňovala klasický ovladač o dvojici analogových páček a vibračních strojků, které uživateli zajišťovaly vibrační zpětnou vazbu. Důkazem povedenosti ovladače je fakt, že je používán bez větších obměn i v současné generaci konzole PlayStation. (H., Antonín, 2017)

4.1.6 Šestá generace

Zlomovým obdobím nadcházející generace konzolí byl rok 2000 a vydání druhé konzole od společnosti Sony. PlayStation 2 se stal ještě úspěšnějším než jeho předchůdce. Ani nové konzole od Nintendo, Segy, a Microsoftu, jí nedokázaly konkurovat. (Vlach, 2016)

Charakteristickým znakem další generace byl přechod na 64 bitové mikroprocesory, doplněné o další specializované grafické a zvukové čipy a větší množství operační paměti. (Vlach, 2016)

4.1.6.1 Sony PlayStation 2

Důvodem dominance bylo obrovské množství kvalitních herních titulů a zpětná kompatibilita s hrami pro předchozí generaci. Na konzoli vzniklo přes čtyři tisíce her a prodalo se jí na 155 milionů kusů. Jedná se tak o nejprodávanější konzoli všech dob. (Gladstone, 2002)

Inovativními prvky nové konzole byla podpora online hraní, nový ovladač DualShock 2 a integrovaná DVD mechanika. Konzole se tak stala dostupným přehrávačem DVD nosičů s podporou zvukových standardů Dolby Digital 5.1 a DTS. (Gladstone, 2002)

Hlavní výpočetní jednotkou byl 64 bitový mikroprocesor doplněný 32 MB operační pamětí. Konzole obsahovala specializované zvukové a grafické čipy zvládající pokročilejší 3D grafiku. (Gladstone, 2002)

4.1.7 Sedmá generace

Sedmá generace konzolí přišla opět s řadou inovací. PlayStation 3 od Sony nabízel podporu Blu-ray disků a konzole Xbox 360 podporu HD DVD disků. Nintendo v nové konzoli Wii definovalo nový rozměr hraní v podobě pohybových ovladačů namísto klasického gamepadu. Wii se tak stala nejoblíbenější konzolí generace, i když byla výkonnostně i použitými komponenty daleko za konkurenty. (Rozumková, 2018)

4.2 Současná generace

Na současném trhu dominují, tak jako v generacích předchozích, tři velké společnosti. Microsoft a Sony se vydaly cestou hardwarové modernizace při vytvoření nových konzolí Xbox One, respektive PlayStation 4. Japonská firma Nintendo po modernizaci předchozí generace konzole Wii si vybrala zcela nové řešení v podobě hybridní konzole Switch. (Summerson, 2017)

4.2.1 Sony PlayStation 4

Japonská společnost Sony do současné generace konzolí přišla s novinkou, kterou byla čtvrtá generace herní konzole PlayStation. PlayStation 4 se začal prodávat 20. února roku 2013 základním modelem. Jedná se tedy o 6 let starou konzoli. Technologický pokrok a zvýšená náročnost na výpočetní výkon a paměť si vyžádala modernizaci, jak tomu bylo i u přechodných generací. (Summerson, 2017)

V září roku 2016 vyšla minimalističtější verze základního modelu. Kromě zmenšení konzolového boxu došlo k menším hardwarovým úpravám. Konzole je k dispozici ve dvou verzích, lišících se velikostí pevného disku, 500 a 1000 GB. V současnosti se vyrábí už pouze 1 TB verze. Modernizace se dočkala Wi-Fi, která nyní podporuje 5 GHz a nové standardy 802.11ac. Bluetooth byl také modernizován na verzi 4.0, stejně jako USB porty na nový 3.1 standard. Po stránce výpočetního výkonu a hardwarových prvků konzole Slim nabízí stejný výpočetní výkon, jako základní model. (Summerson, 2017)

V listopadu 2016 vyšla zatím nejvýkonnější konzole od společnosti Sony, PlayStation 4 ve verzi Pro. U této verze došlo k významnému nárůstu výpočetního výkonu. Nachází se v ní výkonnější procesor a grafický procesor zvládající rozlišení 4K. Operační paměť dostala 1 GB navíc pro neherní využití a celá 8 GB GDDR5 pracuje na vyšší frekvenci. (Summerson, 2017)

System PlayStation 4 fungoval na operačním systému Orbis OS, což je upravená verze Linuxu. (Anthony, 2013)

Hardware

Všechny verze systému byly schopné generovat HDR grafiku, tedy vysoký dynamický rozsah pro živější zobrazení tmavých a světlých barev. (Adamowicz, 2017)

4.2.1.1.1 PlayStation 4 Slim

Hardwarové specifikace uvádí následující tabulka:

Tabulka 1: Hardwarové specifikace PlayStation 4 Slim¹

| | |
|-------------------------------|-------------|
| CPU | |
| Počet jader | 8 |
| Datová šířka | 64 bitů |
| Frekvence | 1.6 GHz |
| L2 cache | 4 MB |
| Výrobní proces | 28 nm |
| GPU | |
| Počet jader | 18 |
| Počet stream procesorů | 1152 |
| Frekvence | 0.8 GHz |
| Výkon | 1.84 TFLOPS |
| Výrobní proces | 28 nm |
| Nativní rozlišení | 1080p HDR |
| RAM | |
| Typ | GDDR5 |
| Velikost | 8 GB |
| Šířka sběrnice | 256 bit |
| Propustnost | 176 GB/s |
| Frekvence | 5.5 GHz |
| Ostatní | |
| Zvuk | 7.1 Dolby |
| Úložiště | 1 TB |
| Video výstup | HDMI 2.0a |
| Disková mechanika | HD Blu-ray |

Konzole obsahovala 64 bitový procesor AMD Jaguar. Procesor má 8 jader, 8 vláken a je taktován na 1.6GHz. (Matt Swider, 2019)

Procesor byl doplněný o samostatný grafický procesor AMD Radeon s 18 výpočetními jádry a 1152 stream procesory. Každé z 18 jader bylo taktováno na 0.8 GHz.

¹ Zdroj: Vlastní práce

Celkový výpočetní výkon GPU byl 1.84 x 10¹² operací v plovoucí řádové čárce za sekundu (TFLOPS). Obě výpočetní jednotky byly vyrobeny 28 nm procesem. (Matt Swider, 2019)

Operační paměť konzole činila 8 GB typu GDDR5 komunikují skrze 256 bitovou sběrnici s propustností až 176 GB/s. Paměti byly taktovány na vysokou frekvenci 5.5GHz. Pro herní výpočty bylo k dispozici 4,5 GB, zbytek je využíván operačním systémem. (Matt Swider, 2019)

4.2.1.1.2 PlayStation 4 Pro

Hardwarové specifikace zachycuje následující tabulka:

Tabulka 2: Hardwarové specifikace PlayStation 4 Pro²

| | |
|-------------------------------|--------------|
| CPU | |
| Počet jader | 8 |
| Datová šířka | 64 bitů |
| Frekvence | 2.13 GHz |
| L2 cache | 4 MB |
| Výrobní proces | 28 nm |
| GPU | |
| Počet jader | 36 |
| Počet stream procesorů | 2304 |
| Frekvence | 0.91 GHz |
| Výkon | 4.2 TFLOPS |
| Výrobní proces | 16 nm |
| Nativní rozlišení | 4K HDR |
| RAM | |
| Typ | GDDR5 + DDR3 |
| Velikost | 8 GB + 1 GB |
| Šířka sběrnice | 256 bit |
| Propustnost | 217.6 GB/s |
| Frekvence | 6.8 GHz |
| Ostatní | |
| Zvuk | 7.1 Dolby |
| Úložiště | 1 TB |
| Video výstup | HDMI 2.0a |
| Disková mechanika | HD Blu-ray |

Hlavním procesorem zůstal 8 jádrový 64 bitový procesor AMD Jaguar, který byl přetaktován na 2.13 GHz. (Matt Swider, 2019)

² Zdroj: Vlastní práce

Největší inovace se týkala grafického procesoru. Jednalo se o novou výpočetní jednotku AMD Neo vyrobenou 16 nm procesem a zvládajícím 4K rozlišení. Obsahovala 36 výpočetních jader doplněných o 2304 stream procesorů. Jádra byla taktována na 0.91 GHz. Výpočetní výkon konzole byl 4.2 TFLOPS. (Matt Swider, 2019)

Operační paměť dostala přírůstek v podobě 1 GB DDR3 pro multitasking a zpracovávání neherních úloh. Pro herní výkon bylo k dispozici více paměti, která byla přetaktována na 6.8 GHz. Celková propustnost systému činila 217.6 GB/s. (Summerson, 2017)

4.2.1.2 Ovladač

Současným nejpokročilejším ovladačem od společnosti Sony byl DualShock 4 verze 2. Obsahoval 10 akčních tlačítek, 4 směrová tlačítka a trojici speciálních tlačítek. Mezi analogovými páčkami se nacházelo PlayStation tlačítko, které uživatele jedním kliknutím přeneslo do uživatelské nabídky. Dále zde bylo k dispozici tlačítko Share, umožňující sdílet své herní zážitky s komunitou. Již zmíněná dvojice analogových páček byla doplněna kapacitním dotykovým touchpadem. Ten společně s tříosým akcelerometrem a setrvačnickem umožnil pohodlné zadávání znaků na obrazovce. Ke konzoli ho bylo možné připojit dvěma způsoby. Buď pomocí USB kabelu, nebo přes Bluetooth. Díky integrované baterii s výdrží kolem 8 hodin ho šlo používat i bezdrátově. Ovladač obsahoval 3.5 mm jack konektor pro připojení sluchátek s mikrofonom pro snadnou komunikaci ve hrách pro více hráčů. Na čelní straně se nacházela světelná signalizace, dovolující zobrazovat různé barvy. Toho bylo využito například pro rozeznání hráčů na obrazovce dle barvy signalizované ovladačem, či k signalizaci vybité baterie. Světlo na ovladači sloužilo také pro lepší snímání pohybu PlayStation kamerou. (Llewellyn, 2018)

Ke konzoli se dalo dokoupit rozličné příslušenství. PlayStation Camera bylo zařízení snímající pohyb pomocí dvou optických snímačů. Ty dokázaly přesně snímat a polohovat pohyby hráčů, ať už DualShockem, nebo speciálními pohybovými ovladači PlayStation Move. Kameru šlo také využít pro standardní zaznamenávání videa, či k hlasovému ovládní konzole pomocí integrovaných mikrofonů. (Ondřej Zach, 2016)

Novinkou oproti předchozí generaci byla možnost připojení setu virtuální reality. Ten dokázal hráče přenést přímo do hry a vychutnat si tak ještě více možnosti pohybových ovladačů Move a nového rozměru hraní. (Ondřej Zach, 2016)

4.2.1.3 Uživatelské rozhraní a služby

Konzole k fungování nevyžadovala připojení k internetu, ale pro plnou funkcionalitu bylo nezbytné. Pro online fungování byl nutný účet ve službě PlayStation Network, pomocí kterého uživatel komunikoval v síti s ostatními uživateli, popřípadě sbíral trofeje, či sdílel své herní zážitky a úspěchy. (Henderson, 2018)

Tato služba sdružovala veškeré online funkcionality systému. Mezi ně patřil herní obchod PlayStation Store, ve kterém šlo nakupovat veškeré dostupné herní tituly. Dále placenou službu PlayStation Plus, jež byla nutností pro online hru více hráčů, a také zajišťovala exkluzivní slevy na hry, či dokonce hry každý měsíc zdarma. V neposlední řadě sdružovala služby jako YouTube, či Facebook. Veškeré funkcionality byly dostupné z hlavního menu, které bylo dynamické a hráčsky přizpůsobitelné. Hlavní menu bylo dostupné kdykoli, díky podpoře multitaskingu, takže do něj šlo vstoupit i v průběhu rozehrané hry pomocí PlayStation tlačítka na ovladači. (Henderson, 2018)

4.2.1.4 Hry

Hry na PlayStation 4 byly distribuovány dvěma způsoby. Jedním ze způsobů zakoupení her byl již zmiňovaný nákup v PlayStation Store, kdy se hra zaregistrovala k danému účtu, přihlášenému k PlayStation Network. Druhým způsobem byla klasická distribuce pomocí krabicových boxů s Blu-ray nosiči. Hry nainstalované z Blu-ray disků byly hratelné pouze po vložení disku do mechaniky. (Bricknell, 2019)

Velkou část úspěchu herních systémů PlayStation 4 byly exkluzivní herní tituly, které na ostatních konzolích nenajdeme. Ikonické byly zejména série Uncharted, Ratchet & Clank, Gran Turismo, či God of War. (Bricknell, 2019)

4.2.2 Microsoft Xbox One

Konzole Xbox One byla třetím konzolovým počinem firmy Microsoft. První verze nového Xboxu vstoupila na trh v listopadu 2013, doprovázená modernizovanou verzí One S v srpnu 2016 a nejnovější verzí One X v listopadu 2017. Na současném trhu se prodává už pouze dvojice modernizovaných konzolí, tedy Xbox One S a X. (Kelly, 2016)

Verze S byla oproti ranému modelu menší a úspornější. Jednou z hlavních změn bylo integrování zdroje dovnitř konzolového boxu. Modernizace se týkala i konektivity. Nacházely se zde USB porty standardu 3.0, Wi-Fi umožňující připojení i k 5 GHz síti, či

Bluetooth 4.0. Lehkého vylepšení se dočkala i výkonová stránka konzole, která narostla z původních 1.31 na 1.4 TFLOPS. Konzole tak zvládala přepočítání obrazu na 4K a přibyla i podpora pro HDR. (Kelly, 2016)

Mnohem výraznějším vylepšením byla verze X. Jednalo se o kompletně přestavěnou konzoli, která toho neměla mnoho společného s původním modelem. Modernizace se dočkaly všechny důležité systémy. Největší změnou prošla přepracovaná GPU a operační paměť s bezkonkurenční kapacitou 12 GB GDDR5. Hardwarové parametry ji řadily na vrchol dle výkonu dnešní generace konzolí. (Svoboda, 2017)

4.2.2.1 Hardware

4.2.2.1.1 Xbox One S

Hardwarové specifikace zachycuje následující tabulka:

Tabulka 3: Hardwarové specifikace Xbox One S³

| | |
|-------------------------------|----------------|
| CPU | |
| Počet jader | 8 |
| Datová šířka | 64 bitů |
| Frekvence | 1.75 GHz |
| L2 cache | 4 MB |
| Výrobní proces | 28 nm |
| GPU | |
| Počet jader | 12 |
| Počet stream procesorů | 768 |
| Frekvence | 0.914 GHz |
| Výkon | 1.4 TFLOPS |
| Výrobní proces | 16 nm |
| Rozlišení | 4K HDR |
| RAM | |
| Typ | GDDR3 + SRAM |
| Velikost | 8 GB + 32 MB |
| Šířka sběrnice | 256 bit |
| Propustnost | 133 GB/s |
| Frekvence | 2.133 GHz |
| Ostatní | |
| Zvuk | 7.1 Dolby |
| Úložiště | 1-2 TB |
| Video výstup | HDMI 2.0a |
| Disková mechanika | 4K UHD Blu-ray |

³ Zdroj: Vlastní práce

Chod konzole obstarával 28 nm 64 bitový procesor AMD Jaguar, obsahující 8 jader a vláken. Jádra byla taktována na 1.75 GHz. (Leadbetter, 2013)

O grafické výpočty se staral samostatný grafický procesor AMD Durango 2. Jeho 12 výpočetních jader, doplněných o 768 stream procesorů, bylo taktováno na 0.914 GHz. Celkový výkon soustavy vyrobené 16 nm procesem byl 1.4 TFLOPS. (Leadbetter, 2013)

Konzole obsahovala dvojici paměťových modulů. Hlavní objem paměti činil 8 GB GDDR3 taktované na 2.133 GHz s 256 bitů širokou sběrnici a propustností 68.3 GB/s. Ta byla doplněna o 32 MB rychlé cache paměti SRAM, zvyšující celkovou propustnost systému na 133 GB/s. (Leadbetter, 2013)

4.2.2.1.2 Xbox One X

Hardwarové specifikace uvádí následující tabulka:

Tabulka 4: Hardwarové specifikace Xbox One X⁴

| | |
|-------------------------------|----------------|
| CPU | |
| Počet jader | 8 |
| Datová šířka | 64 bitů |
| Frekvence | 2.3 GHz |
| L2 cache | 4 MB |
| Výrobní proces | 28 nm |
| GPU | |
| Počet jader | 40 |
| Počet stream procesorů | 2560 |
| Frekvence | 1.172 GHz |
| Výkon | 6 TFLOPS |
| Výrobní proces | 16 nm |
| Rozlišení | Nativní 4K HDR |
| RAM | |
| Typ | GDDR5 |
| Velikost | 12 GB |
| Šířka sběrnice | 384 bit |
| Propustnost | 326.4 GB/s |
| Frekvence | 6.8 GHz |
| Ostatní | |
| Zvuk | 7.1 Dolby |
| Úložiště | 1 TB |
| Video výstup | HDMI 2.0b |
| Disková mechanika | 4K UHD Blu-ray |

⁴ Zdroj: Vlastní práce

Konzole obsahovala procesor AMD stejné architektury Jaguar, jako jeho pomalejší předchůdce. Ten byl navíc přetaktován na 2.3 GHz a podporoval GDDR5 paměti. (Huculak, 2017)

Grafický procesor byl předělán úplně. O grafické výpočty se nově staral 16 nm procesem vyrobený AMD Scorpio. Ten obsahoval celkem 40 jader taktovaných na 1.172 GHz a 2560 výpočetních jednotek. Celkový výkon tak narostl na bezkonkurenčních 6 TFLOPS, což byl dostačující výkon pro hraní v nativním 4K rozlišení. (Huculak, 2017)

Paměťový systém prošel velkou modernizací. V těle konzole bylo nově k nalezení 12 GB rychlé GDDR5 paměti, komunikující skrz 384 bitů širokou sběrnici. Paměť byla taktována na 6.8 GHz a celý systém tak dosahoval propustnosti 326.4 GB/s. (Huculak, 2017)

4.2.2.2 Ovladač

Jedním z hlavních rozlišovacích znaků ovladače určenému k použití s konzolemi Xbox One bylo asymetrické umístění analogových páček. Na standardní pozici pro levou analogovou páčku se nacházela čtveřice směrových tlačítek. Čelní strana obsahovala ještě šest dalších tlačítek, z čehož 4 byla akční a dvě pomocná. Přední strana obsahovala další 4 akční tlačítka a také 3.5 mm jack pro připojení sluchátek. (Loveridge, 2015)

Kromě standardního ovladače byla k dispozici verze Elite. Jednalo se o přizpůsobitelný ovladač, pomocí přiložených dodatečných částí. Bylo možné například vyměnit analogové páčky za vyšší, či nižší, nebo zaměnit klasická 4 tlačítková směrová tlačítka za šestiploškový d-pad. Na spodní stranu šlo také přidat dodatečná 4 páková tlačítka, která mohla duplikovat jakékoli jiné tlačítko na ovladači. K polohovacím tlačítkům šlo nastavit i stupně citlivosti. Jednalo se tak o velmi přizpůsobitelný ovladač. (Loveridge, 2015)

Ke konzoli se ovladače daly připojit dvojitým způsobem. Buď klasicky přes USB kabel, nebo bezdrátově pomocí Bluetooth. Ovladač zásobovaly energií dvě baterie velikosti AA. (Loveridge, 2015)

4.2.2.3 Uživatelské rozhraní a služby

Pro zpřístupnění všech funkcionalit systému bylo nutné přihlášení do Xbox Live služby. Po připojení ke svému profilu bylo možné navštívit online obchod pro nákup her, komunikovat s ostatními členy, či živě streamovat herní obsah. Ke streamování a sledování

streamů byla určena služba Mixer, dostupná z hlavního menu jako jedna ze záložek. Mezi další patřila záložka domov, která sdružovala veškeré zakoupené hry. (Corden, 2018)

Další zajímavou službou byla Xbox Play Anywhere, která dovolovala hrát hry ze svého Xboxu na Xboxu jiném, či dokonce na počítači s Windows 10. K zajištění online funkcionalit pro hru více hráčů bylo vyžadováno placené zlaté členství ve službě Live. (Corden, 2018)

4.2.2.4 Hry

Distribuce her na systémy Xbox One byla dvojitá. Hry šlo zakoupit pomocí svého Live účtu v online obchodě, nebo ve standardní krabicové verzi obsahující Blu-ray nosiče. Ke hraní krabicové verze musel být vložen disk. Konzole byla zpětně kompatibilní s předchozí verzí. S tím byla spojena služba Xbox Game Pass, která za měsíční poplatek zpřístupňovala velké množství her zdarma, a to i her z Xboxu 360. (Smutný, 2017)

Mezi exkluzivní tituly patřila série Forza, Halo, či Gears of War. (Gurwin, 2019)

4.2.3 Nintendo Switch

Japonská společnost Nintendo vyslala do konkurenčních bojů novou hybridní konzoli Switch. Jednalo se o kombinaci konzole zabudované do přenosného zařízení s 6.2 palcovou obrazovkou, dvojice ovladačů nazvaných Joy-Con a dokovací stanice. Pokud byla vložena do dokovací stanice, chovala se jako standardní herní konzole s nutností připojení k externímu zobrazovacímu zařízení. Po vyjmutí z doku ji bylo možné využít i jako přenosné herní zařízení zobrazující dění na 6.2 palcové multidotykové obrazovce. (Kinsley, 2017)

Co se týkalo konektivity, samotná konzole obsahovala USB-C konektor, slot na micro SD karty a 3.5 mm jack na sluchátka. Dokovací stanice obsahovala trojici USB portů a jeden HDMI 2.0. (Kinsley, 2017)

4.2.3.1 Hardware

Hardwarové specifikace uvádí následující tabulka:

Tabulka 5: Hardwarové specifikace Nintendo Switch⁵

| | |
|-------------------------------|------------------|
| CPU | |
| Počet jader | 4 |
| Datová šířka | 64 bitů |
| Frekvence | 1.02 GHz |
| L2 cache | x |
| Výrobní proces | 20 nm |
| GPU | |
| Počet jader | x |
| Počet stream procesorů | 256 |
| Frekvence | 0.768 GHz |
| Výkon | 1 TFLOPS |
| Výrobní proces | 20 nm |
| Rozlišení | 1080p |
| RAM | |
| Typ | LPDDR4 |
| Velikost | 4 GB |
| Šířka sběrnice | x |
| Propustnost | 25.6 GB/s |
| Frekvence | 1.6 GHz |
| Ostatní | |
| Zvuk | 5.1 |
| Úložiště | 32 MB |
| Video výstup | HDMI 2.0 |
| Disková mechanika | Slot na SD karty |

Jelikož byl u hybridní konzole Switch kladen větší důraz na přenositelnost, výpočetní výkon byl zde omezen na úkor energetické náročnosti. Hardware tak nedosahoval tak vysokého výpočetního výkonu jako konkurence. (Kinsley, 2017)

Hardwarová specifikace se lišila pro režim v doku a mimo něj. Pro tuto práci byly zásadní specifikace v dokovacím režimu, jelikož porovnává stolní nepřenosné herní konzole. (Leadbetter, 2016)

⁵ Zdroj: Vlastní práce

V konzoli Switch nalezneme 64 bitový procesor ARM A57, jehož 4 jádra byla taktována na 1.02GHz. Hodnota frekvence byla konzistentní pro režim v doku i mimo něj. (Leadbetter, 2016)

O grafické výpočty se staral grafický procesor Tegra X1 od společnosti nVidia s 256 stream procesory. Jednalo se o procesor s architekturou Maxwell vyrobenou 20 nm technologií. GPU byl taktován na 0.768 GHz v dokovacím režimu a měnil se na 0.307 GHz po jeho opuštění. Rychlost GPU byla tak v přenosném režimu omezena na 40% výkonu dostupného v dokovacím režimu. K přetaktování docházelo kvůli změně rozlišení a úspoře energie. Konzole v doku vyžadovala externí zobrazovací zařízení, do kterého vysílala obraz v rozlišení 1080p. Toho interní displej konzole nedosahoval, jelikož pracoval v rozlišení 720p. (Leadbetter, 2016)

Konzole obsahovala dvojici paměťových modulů LPDDR4 o celkové velikosti 4 GB. Moduly byly taktovány na 1.6 GHz v režimu v doku, respektive 1.331 GHz mimo něj. Paměťový systém dosahoval propustnosti 25.6 GB/s. (Kinsley, 2017)

4.2.3.2 Ovladač

Konzole se dodávala s dvojicí ovladačů Joy-Con, které bylo možné využívat v několika režimech. Dvojici šlo připnout ke konzoli z obou stran, nebo je odpojit a používat separátně. Po odpojení se dalo ovladače vložit do speciálního nástavce, který z dvojice vytvořil jeden gamepad. V režimu více hráčů šlo také využívat každý ovladač pro jiného hráče zvlášť. Každá z dvojice obsahovala po jedné analogové páčce a šesti funkčních tlačítkách. Celková výdrž ovladačů mimo konzoli byla 6 hodin. (Brown, 2018)

K dispozici byl také plnohodnotný ovladač Pro Controller. Ten svým tvarem a rozložením ovládacích prvků připomínal gamepad od Microsoftu. Ten byl vyžadován pro přívětivější a pohodlnější ovládání s výdrží baterie až 20 hodin. Komunikace ovladačů s konzolí probíhala bezdrátově pomocí Bluetooth. (Brown, 2018)

4.2.3.3 Uživatelské rozhraní a služby

Uživatelské rozhraní u konzole Switch bylo zaměřené především na hry. Žádný dodatečný multimediální obsah nenabízelo. Streamování her, nebo chatování s přáteli zde tudíž nebylo možné. Pro online nákup v obchodě bylo nutné založení Nintendo účtu, ke kterému byly zakoupené tituly zaregistrovány. (Deets, 2017)

Online hry pro více hráčů byly dostupné pouze u hrstky her, a pro jejich funkčnost bylo nutné platit paušální poplatky ve službě Nintendo Switch Online. Služba zpřístupňovala také cloudové úložiště pro ukládání postupu, a přístup k retro hrám. (Zach, 2018)

4.2.3.4 Hry

Herní obsah šlo buď stáhnout z online obchodu, nebo zakoupit fyzickou verzi na Game Card nosičích. Největším nedostatkem konzole byla absence AAA titulů od velkých společností. Důvodem byla odlišná hardwarová architektura od konkurence, a tedy nutnost hry portovat. Hlavním výhodou konzole tak byly exkluzivity od Nintenda, jako například série Mario, či Legend of Zelda. Co se týče titulů od velkých společností, vyšly zde tituly Fortnite, FIFA, nebo Skyrim. (Frushtick, 2019)

4.3 Metoda vícekriteriálního rozhodování

V následující kapitole bude definována metoda, která bude použita v praktické části bakalářské práce.

Dotazníková metoda nebude po dohodě s vedoucí práce z důvodu nízkého počtu respondentů z cílové skupiny hráčů a nedostatečné výpovědní hodnotě využita.

Pro vyhodnocení cílů bakalářské práce bude použit analytický model **vícekriteriálního rozhodování**, který má v tomto případě nejvyšší možnou výpovědní hodnotu, jelikož se jedná o rozhodovací problém. (Brožová, 2009)

Model vícekriteriálního rozhodování popisuje rozhodovací problémy, kde jsou důsledky rozhodovacích procesů vyvozovány podle více kritérií. Jedná se o většinu reálných situací, ve kterých je třeba respektovat při výběru více než jedno kritérium. (Brožová, 2009)

Rozhodnutím se zde rozumí výběr jedné, nebo více variant z množiny posuzovaných variant výběrového souboru. Jednotlivé metody analýzy pomáhají s co největší objektivitou posuzovatele. (Brožová, 2009)

Hlavním cílem vícekriteriální analýzy je nalezení kompromisního řešení v množině zkoumaných prvků, tedy takového řešení, které je dle zadaných kritérií a jejich vah to nejoptimálnější. (Bureš, 2011)

4.3.1 Stanovení kritérií

Kritéria hodnocení jsou hlediska posuzovaných variant stanovená rozhodující osobou. Posuzuje se podle nich výhodnost jednotlivých variant výběrového souboru z hlediska dosažení stanovených cílů řešeného problému. Jsou odvozována na základě stanovených cílů. Kritéria mohou mít maximalizační a minimalizační charakter. Maximalizační charakter stanovuje nejvýhodnější položkou hodnoceného kritéria, jako tu s nejvyšší hodnotou. Minimalizační charakter hodnotí lépe nižší kritériální hodnoty. (Fotr, 2010)

4.3.2 Stanovení vah

„Váha kritéria je obecně hodnota z intervalu $<0,1>$, která vyjadřuje relativní důležitost tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními. Součet vah všech kritérií je roven jedné.“ (Šubrt, 2011 str. 165)

Váhy kritérií bývají označeny také jako hladina významnosti, a to proto, že jejich číselná hodnota odráží důležitost v rámci sledování cílů. Platí tak, že čím vyšší preference rozhodovatel k danému kritériu má, tím mu přidělí vyšší váhu a naopak. (Fotr, 2010)

Váhy kritérií lze stanovit mnoha metodami. Jelikož je soubor sledovaných kritérií objemný, byla zvolena Saatyho metoda párového porovnávání. (Jablonský, 2007)

Saatyho metodou rozhodovatel porovnává preference dvojic kritérií mezi sebou podle stupnice hodnocení. Stupeň důležitosti mezi dvojicí kritérií rozhodovatel vyjadřuje v celočíselné stupnici od 1 do 9, kterou zachycuje následující tabulka: (Jablonský, 2007)

Tabulka 6: Saatyho stupnice hodnocení preferencí ⁶

| | |
|----------|---|
| 1 | První kritérium je stejně důležité, jako druhé |
| 3 | První kritérium je slabě důležitější, než druhé |
| 5 | První kritérium je dosti důležitější, než druhé |
| 7 | První kritérium je výrazně důležitější, než druhé |
| 9 | První kritérium je absolutně důležitější, než druhé |

⁶ Zdroj: (Fotr, 2010)

Výsledkem tohoto kroku je získání pravé horní trojúhelníkové matice velikosti preferencí jednotlivých kritérií, označovanou jako Saatyho matice. Jestliže tuto matici označíme S , pak její další prvky na diagonále a v levé dolní trojúhelníkové části získáme takto:

- $s_{ii} = 1$ pro všechna i ,
- $s_{ji} = 1/s_{ij}$ pro všechna i a j .

Dalším krokem je vypočtení geometrického průměru pro každé kritérium s_{ij} což se rovná n -té odmocnině ze součinu všech hodnot kritéria, kde n je počet prvků. Výsledné normované váhy pro jednotlivá kritéria získáme dělením geometrického průměru kritéria se součtem geometrických průměrů všech kritérií. (Šubrt, 2011)

4.3.3 Metoda bazické varianty

Metoda bazické varianty je založena na principu porovnání hodnot důsledků variant s hodnotami bazické varianty⁷. Tato varianta ale zde není chápána jako ta nejhorší, nýbrž cílová, jelikož obsahuje nejlepší hodnoty všech kritérií. (J. Fotr, 2003)

Pro získání kompromisního řešení pomocí bazické varianty je nutné sestavit tabulku variant a kritérií. Kriteriaální hodnoty bazické varianty mají nejlepší hodnotu z dostupných hodnot ostatních variant. Poté se originální kriteriaální hodnoty variant vydělí odpovídající hodnotou bazické varianty, pro doplnění hodnot do tabulky. (J. Fotr, 2003)

Pro stanovení konečné kompromisní varianty je použita metoda skalárního součinu mezi kriteriaálními hodnotami varianty a příslušnými hodnotami vah. Hodnota s nevyšším číslem je hodnotou kompromisní. (J. Fotr, 2003)

4.3.4 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu je založena na podobném principu jako metoda bazické varianty. Pro určení kompromisní varianty se v této metodě přidávají dvě varianty do testového souboru. Jsou jimi ideální varianta označená H , která obsahuje nejlepší hodnoty kritérií. Dále pak bazální varianta označená jako D , která je v tomto případě nabývá nejhorších hodnot kritérií variant. Následně je do tabulky hodnot jednotlivých variant

⁷ Bazální varianta je hypotetická nebo reálná varianta, která je podle sledovaných kritérií nejhorší (Šubrt, 2011)

dosazena 1 nebo 0, v závislosti, zda hodnota kritéria dané varianty odpovídá bazální, či ideální variantě. V případě ideální varianty je dosazena 1 a v případě shodnosti s bazální hodnotou 0. (P. Fiala, 1994)

Výsledné hodnoty pro nevyplněná pole získáme odečtením originální kritériální hodnoty varianty od kritériální hodnoty bazální varianty, a poté výsledné číslo odečteme od příslušné absolutní hodnoty rozdílu ideální a bazální varianty. (P. Fiala, 1994)

Výsledkem metody váženého součtu je skalární součin všech výsledných hodnot varianty s odpovídajícími hodnotami vah. Varianta s nejvyšším číslem skalárního součinu je kompromisní variantou. (P. Fiala, 1994)

Vlastní práce

V následující kapitole bude provedena vícekriteriální analýza variant definovaná v kapitole 3.3 v teoretické části bakalářské práce. Nejprve budou stanoveny a definována jednotlivá kritéria pro ohodnocení. Kritériím budou následně Saatyho metodou párového porovnávání stanoveny koeficienty významnosti neboli váhy. Z výsledků použitých metod vícekriteriální analýzy variant bude poté stanovena kompromisní výsledná varianta, což je doporučená varianta řešení problému.

4.4 Vícekriteriální analýza variant

Tato kapitola bude popisovat jednotlivé kroky metody vícekriteriálního rozhodování: stanovení kritérií, stanovení vah a nalezení kompromisní varianty, pomocí určené výběrové metody.

4.4.1 Stanovení kritérií

Do kriteriálního modelu budou spadat veškeré číselné porovnatelné hodnoty konzolí charakterizované v teoretické části. Kriteriální model bude navíc obsahovat kritérium cena, které je stěžejní pro vyhledání nejvýhodnějšího zařízení.

4.4.1.1 K1 – cena

Kritérium cena zachycuje aritmetický průměr vývojové změny cen v určitém období, pro použití ve vícekriteriálním modelu. Pro zjištění nejobjektivnějšího výsledku byly zpracovány a zprůměrovány dva typy cen dostupné na portálu Heureka.cz, a to minimální a průměrná cena nabízená prodejci.

Kritérium cena je minimalizační, jelikož je žádoucí utratit za konzoli co nejméně peněz.

4.4.1.1.1 PlayStation 4 Slim

Následující tabulka zachycuje vývoj ceny, za kterou byla konzole PlayStation 4 Slim nabízena na tuzemském trhu za období září 2016 do března 2019.

Tabulka 7: Vývoj cen konzole PlayStation 4 Slim⁸

| Období | Průměrná cena | Minimální cena |
|----------------|----------------------|-----------------------|
| X.16 | 9534 | 7888 |
| XII.16 | 9084 | 7275 |
| II.17 | 9368 | 6590 |
| IV.17 | 9724 | 6950 |
| V.17 | 9967 | 6777 |
| VII.17 | 9750 | 6750 |
| IX.17 | 9982 | 7275 |
| XI.17 | 9630 | 6975 |
| I.18 | 9500 | 6850 |
| III.18 | 9161 | 6444 |
| V.18 | 9028 | 6790 |
| VII.18 | 8925 | 6888 |
| VIII.18 | 9228 | 6900 |
| X.18 | 9307 | 6850 |
| XII.18 | 8958 | 6888 |
| II.19 | 9311 | 7777 |
| II.19 | 9285 | 7900 |
| II.19 | 9352 | 7900 |
| II.19 | 9249 | 7366 |
| III.19 | 9190 | 7357 |
| III.19 | 9210 | 7354 |

Vypočtením aritmetického průměru ze všech hodnot získáváme kritériální hodnotu ceny: **8248 Kč**.

⁸ Zdroj: <https://herni-konzole.heureka.cz/sony-playstation-4-slim-1tb/>

4.4.1.1.2 PlayStation 4 Pro

Následující tabulka zachycuje vývoj ceny konzole PlayStation 4 Pro na tuzemském trhu za období září 2016 do března 2019.

Tabulka 8: Vývoj cen konzole PlayStation 4 Pro⁹

| Období | Průměrná cena | Minimální cena |
|----------------|----------------------|-----------------------|
| X.16 | 11198 | 10790 |
| XII.16 | 11941 | 10352 |
| II.17 | 12615 | 10399 |
| IV.17 | 13412 | 10399 |
| V.17 | 12482 | 10290 |
| VII.17 | 12064 | 9750 |
| IX.17 | 11667 | 9350 |
| XI.17 | 11664 | 9679 |
| I.18 | 11338 | 8929 |
| III.18 | 11201 | 8888 |
| V.18 | 11268 | 9300 |
| VII.18 | 11139 | 9699 |
| VIII.18 | 10898 | 9799 |
| X.18 | 12134 | 8999 |
| XII.18 | 10957 | 8777 |
| II.19 | 11184 | 9900 |
| II.19 | 11090 | 9900 |
| II.19 | 11168 | 9900 |
| II.19 | 11363 | 9470 |
| III.19 | 11272 | 9203 |
| III.19 | 11358 | 9454 |

Aritmetický průměr cen pro konzoli PlayStation 4 Pro je **10 634 Kč**.

⁹ Zdroj: <https://herni-konzole.heureka.cz/sony-playstation-4-pro-1tb/>

4.4.1.1.3 Xbox One S

Následující tabulka zachycuje naměřené hodnoty kritéria cena v období od srpna 2016 do března 2019:

Tabulka 9: Vývoj cen konzole Xbox One S¹⁰

| Období | Průměrná cena | Minimální cena |
|----------------|--------------------------|---------------------------|
| VII.16 | 8790 | 8790 |
| X.16 | 9252 | 7999 |
| XI.16 | 9473 | 7999 |
| I.17 | 9149 | 7869 |
| III.17 | 9044 | 6990 |
| V.17 | 8476 | 6529 |
| VII.17 | 8567 | 6499 |
| XII.17 | 9110 | 6590 |
| I.18 | 8066 | 6190 |
| IV.18 | 7655 | 5699 |
| VI.18 | 7239 | 4661 |
| VIII.18 | 7322 | 5490 |
| X.18 | 7710 | 5554 |
| XII.18 | 7496 | 5549 |
| II.19 | 7206 | 5199 |
| II.19 | 7349 | 5289 |
| II.19 | 7608 | 5289 |
| II.19 | 7589 | 5289 |
| III.19 | 7492 | 4409 |
| III.19 | 7504 | 5229 |

Vypočtením hodnoty aritmetického průměru z dostupných dat získáváme kritériální hodnotu **7130 Kč**.

¹⁰ Zdroj: <https://herni-konzole.heureka.cz/microsoft-xbox-one-s-1tb/>

4.4.1.1.4 Xbox One X

Následující tabulka zachycuje naměřené hodnoty kritéria cena v období od června 2017 do března 2019:

Tabulka 10: Vývoj cen konzole Xbox One X¹¹

| Období | Průměrná cena | Minimální cena |
|----------------|--------------------------|---------------------------|
| VI.17 | 13459 | 13199 |
| VIII.17 | 13395 | 13047 |
| X.17 | 13520 | 12992 |
| XI.17 | 13397 | 12300 |
| XII.17 | 14535 | 12884 |
| I.18 | 14006 | 12390 |
| II.18 | 13321 | 11527 |
| IV.18 | 13226 | 11376 |
| V.18 | 13058 | 11270 |
| VII.18 | 12836 | 10990 |
| VIII.18 | 12718 | 10990 |
| VII.18 | 12753 | 11089 |
| X.18 | 13076 | 10935 |
| XI.18 | 12854 | 9790 |
| XII.18 | 12622 | 9990 |
| II.19 | 12521 | 9990 |
| II.19 | 12513 | 9990 |
| II.19 | 12576 | 8895 |
| II.19 | 12622 | 8823 |
| III.19 | 12584 | 9383 |
| III.19 | 12565 | 10289 |

Výsledná průměrná hodnota kritériální hodnoty cena pro konzoli Xbox One X je **12 054 Kč**.

¹¹ Zdroj: <https://herni-konzole.heureka.cz/microsoft-xbox-one-x-1tb/>

4.4.1.1.5 Nintendo Switch

Následující tabulka znázorňuje vývoj cenové hladiny konzole Nintendo Switch v kategoriích průměrná, a minimální cena za období od listopadu 2016 do března 2019:

Tabulka 11: Vývoj cen konzole Switch¹²

| Období | Průměrná cena | Minimální cena |
|---------------|----------------------|-----------------------|
| X.16 | 7990 | 7990 |
| II.17 | 8936 | 8690 |
| IV.17 | 9054 | 8769 |
| V.17 | 9188 | 8699 |
| VII.17 | 9186 | 8199 |
| IX.17 | 9373 | 8557 |
| X.17 | 9488 | 7995 |
| XII.17 | 9359 | 8480 |
| II.18 | 9459 | 8032 |
| IV.18 | 9381 | 7923 |
| V.18 | 9238 | 7864 |
| VII.18 | 8822 | 7490 |
| IX.18 | 8793 | 7590 |
| X.18 | 9159 | 7819 |
| XII.18 | 9292 | 6990 |
| II.19 | 9057 | 7490 |
| II.19 | 9258 | 7490 |
| II.19 | 9274 | 7490 |
| II.19 | 9229 | 7450 |
| III.19 | 9113 | 6768 |
| III.19 | 9130 | 7490 |

Aritmetický průměr vypočítaný dle dostupných hodnot minimálních a průměrných cen za daná období činí **8 501 Kč**.

4.4.1.1.6 Výsledek

Z výsledků průzkumu cen na tuzemském trhu za období prodeje jednotlivých konzolí vyplývá, že nejlevnější konzolí je Xbox One S. Nejdražší naopak jeho výkonnější nástupce Xbox One X. Hlavním činitelem podílejícím se na výsledcích je doba prodeje. Konzole s nižší prodejní cenou jsou vyráběny delší dobu, oproti konzolím novějším. U kritéria cena tak až na výjimku platí úměrnost, čím starší konzole, tím levnější výsledná

¹² Zdroj: <https://herni-konzole.heureka.cz/nintendo-switch/>

cena. Zmiňovanou výjimkou je konzole Switch. Zde je nižší prodejní cena zapříčiněna nižší výrobní cenou, kvůli použití méně výkonných komponent.

Výsledné hodnoty sdružuje následující tabulka:

Tabulka 12: Cena¹³

| Konzole | Průměrná cena (Kč) |
|---------------------------|---------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 8 248 |
| PlayStation 4 Pro | 10 634 |
| Xbox One S | 7 130 |
| Xbox One X | 12 054 |
| Nintendo Switch | 8 501 |

4.4.1.2 Hardwarová kritéria

Dle teoretických východisek a zjištěných hardwarových specifikací jednotlivých konzolí lze stanovit několik kritérií.

4.4.1.2.1 K2 – počet jader CPU

Udaná hodnota vyjadřuje, kolik fyzických výpočetních jader procesor skutečně obsahuje. Jednotlivá jádra jsou mezi sebou kompatibilní a fungují tak jako spolupracující celek. Výpočetní úlohy tak mohou být rozděleny mezi jednotlivá jádra, čímž je dosaženo vyššího výpočetního výkonu. (Stach, 2017)

Jedná se tedy o maximalizační kritérium, jelikož více jader zaručuje vyšší výpočetní výkon.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 13: Počet jader CPU¹⁴

| Konzole | Počet jader |
|---------------------------|--------------------|
| PlayStation 4 Slim | 8 |
| PlayStation 4 Pro | 8 |
| Xbox One S | 8 |
| Xbox One X | 8 |
| Nintendo Switch | 4 |

Z tabulky vyplývá, že kromě konzole Switch, mají všechny ostatní konzole shodný počet procesorových jader.

¹³ Zdroj: Vlastní práce

¹⁴ Zdroj: Vlastní práce

4.4.1.2.2 K3 – frekvence CPU

Frekvence neboli takt, udává rychlost, jakou jsou jednotlivá jádra schopná zpracovávat informaci. V jednom taktu v procesoru proběhnou přesně definované operace. Udává se v jednotkách Hz. U dnešních procesorů dosahují frekvence až řádů jednotek GHz. (Rouse, 2005)

Frekvence je také maximalizačním kritériem, neboť vyšší hodnota znamená vyšší výkon.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 14: Frekvence CPU¹⁵

| Konzole | Frekvence [GHz] |
|---------------------------|------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 1.6 |
| PlayStation 4 Pro | 2.13 |
| Xbox One S | 1.75 |
| Xbox One X | 2.3 |
| Nintendo Switch | 1.02 |

Nejvyšší hodnoty taktovací frekvence dosahuje procesor konzole Xbox One X s mírným náskokem na PlayStation 4 Pro. Procesor konzole Switch je z hlediska frekvence nejpomalejší.

4.4.1.2.3 K4 – výrobní proces CPU

Výrobní proces udává číslo v jednotkách nanometrů. Jedná se o schopnost integrace jednotlivých procesorových součástek co nejbližší k sobě. Hodnota tedy udává vzdálenost mezi jednotlivými dvěma elementy daného čipu. (Vítek, 2015)

Výrobní proces je minimalizační kritérium. Čím menší je rozestup dvou procesorových tranzistorů, tím jich procesor obsahuje více a roste tak i jeho výpočetní výkon.

¹⁵ Zdroj: Vlastní práce

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 15: Výrobní proces CPU¹⁶

| Konzole | Výrobní proces [nm] |
|---------------------------|----------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 28 |
| PlayStation 4 Pro | 28 |
| Xbox One S | 28 |
| Xbox One X | 28 |
| Nintendo Switch | 20 |

Výrobní proces CPU dosahuje nejlepší hodnoty u konzole Switch. Procesor tak alespoň částečně vyrovnává deficit z předchozích procesorových kritérií.

4.4.1.2.4 K5 – počet stream procesorů

Stream procesory udávají informaci o výkonu grafického čipu. Čím více stream procesorů karta obsahuje, tím je čip výkonnější. Stream procesory tedy provádějí různé operace spojené se zpracováním obrazových bodů. (Verma, 2018)

Jedná se opět o maximalizační kritérium. Větší počet stream procesorů zajišťuje vyšší grafický výkon.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 16: Počet stream procesorů¹⁷

| Konzole | Počet stream procesorů |
|---------------------------|-------------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 1152 |
| PlayStation 4 Pro | 2304 |
| Xbox One S | 768 |
| Xbox One X | 2560 |
| Nintendo Switch | 256 |

Nejvyšší kritériální hodnoty dosahuje konzole Xbox One X se 2560 stream procesory. Konzole PlayStation 4 Pro s hodnotou 2304 v tomto kritériu příliš nezaostává. Nejvyšší deficit v řádech tisíců stream procesorů je patrný u konzole Switch. Její kritériální hodnota dosahuje desetiný hodnoty konzole Xbox One X. Grafický výpočetní výkon je tak v tomto případě značně odlišný.

4.4.1.2.5 K6 – frekvence GPU

¹⁶ Zdroj: Vlastní práce

¹⁷ Zdroj: Vlastní práce

Popis kritéria se shoduje s popisem frekvence CPU viz kapitola 4.1.1.2.3.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 17: Frekvence GPU¹⁸

| Konzole | Frekvence GPU [GHz] |
|---------------------------|----------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 0.8 |
| PlayStation 4 Pro | 0.91 |
| Xbox One S | 0.914 |
| Xbox One X | 1.172 |
| Nintendo Switch | 0.768 |

Nejvyššího taktu grafického procesoru dosahuje opět konzole Xbox One X. Žádná z kritériálních hodnot není vysokou měrou odlišná od ostatních. Z toho lze vyvodit částečnou vyrovnanost frekvence GPU u všech zkoumaných konzolí.

4.4.1.2.6 K7 – výkon

Výkon systému se udává v jednotce FLOPS. Ta udává počet operací s čísly s plovoucí řádovou čárkou za sekundu. Udává počet základních operací, které systém dokáže provést za sekundu. (Kracík, 2010)

Jedná se o kritérium maximalizační povahy, jelikož vyšší hodnota znamená vyšší výkon.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 18: Výkon¹⁹

| Konzole | Výkon [TFLOPS] |
|---------------------------|-----------------------|
| PlayStation 4 Slim | 1.84 |
| PlayStation 4 Pro | 4.2 |
| Xbox One S | 1.4 |
| Xbox One X | 6 |
| Nintendo Switch | 1 |

Nejvyššího výkonu dosahuje opět hardwarově nejvybavenější konzole Xbox One X s hodnotou 6 TFLOPS, následovaná konzolí PlayStation 4 Pro s 4,2 TFLOPS. Vysoký výkon těchto konzolí je totiž nutný pro stabilní hraní v rozlišení 4K.

O několik řádů níže je ohodnocena ostatní trojice zařízení. Jejich výkon se pohybuje v rozmezí od 1 do 1,84 TFLOPS. Výkon konzole Switch je tak 6x nižší, než u konzole Xbox One X.

¹⁸ Zdroj: Vlastní práce

¹⁹ Zdroj: Vlastní práce

4.4.1.2.7 K8 – výrobní proces GPU

Výrobní proces GPU se shoduje s popisem v kapitole 4.1.1.2.4 Výrobní proces CPU. Jedná se o minimalizační kritérium.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 19: Výrobní proces GPU²⁰

| Konzole | Výrobní proces [nm] |
|---------------------------|----------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 28 |
| PlayStation 4 Pro | 16 |
| Xbox One S | 16 |
| Xbox One X | 16 |
| Nintendo Switch | 20 |

Nejnižší, a tedy neoptimálnější hodnoty posuzovaného kritéria, dosahují tři zařízení. PlayStation 4 Pro, Xbox One X a S, u kterých došlo k modernizaci grafických čipů oproti předchůdcům. Nejstarší výrobní proces GPU má konzole PlayStation 4 Slim, kde nedošlo k nahrazení grafického procesoru novějším. Střední kritériální hodnoty dosahuje konzole Switch s 20 nm výrobním procesem GPU.

4.4.1.2.8 K9 – rozlišení

Rozlišení definuje, na jak velký displej dokáže grafický čip vysílat obraz. Jedná se o hodnotu počtu zobrazitelných obrazových bodů. (Jadrný, 2008)

Podpora HDR znamená schopnost zařízení vysílat obraz o vysokém dynamickém rozsahu. Ten zaručuje realističtější zobrazení díky mnohonásobnému zvětšení rozsahu zobrazovaných odstínů. (Čermák, 2016)

Rozlišení je maximalizačním kritériem. Čím je rozlišení větší, tím nabízí lepší obraz. Konzole s podporou HDR tedy nabízí lepší obraz než konzole se stejným rozlišením bez HDR.

²⁰ Zdroj: Vlastní práce

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 20: Rozlišení²¹

| Konzole | Rozlišení | Kriteriální hodnota |
|---------------------------|------------------|----------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 1080p HDR | 2 |
| PlayStation 4 Pro | 4K HDR | 5 |
| Xbox One S | 4K HDR | 4 |
| Xbox One X | 4K HDR | 5 |
| Nintendo Switch | 1080p | 1 |

Kriteriální hodnoty byly stanoveny dle rozlišení, která daná konzole dokáže generovat. Nejvyšší hodnoty dosahují zařízení Xbox One X a PlayStation 4 Pro, jelikož podporují nativní rozlišení až 4K s vysokým dynamickým rozsahem. Konzole Xbox One S byla ohodnocena 4, protože obraz do rozlišení 4K pouze přepočítává. Pro zachycení deficitu v počtu zobrazovatelných bodů byla konzoli PlayStation 4 Slim udělena hodnota 2, respektive 1 konzoli Switch, jelikož nepodporuje HDR.

4.4.1.2.9 K10 – typ operační paměti

Určuje typ paměti RAM a úzce souvisí s jeho frekvencí. Například paměťové moduly typu GDDR5 dokážou přenést za jeden takt 4 bity, což zvyšuje efektivní frekvenci. (Areej, 2018)

Typ RAM je maximalizačním kritériem, čím vyšší číselná hodnota, tím je použita novější technologie zaručující vyšší výkon.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 21: Typ operační paměti²²

| Konzole | Typ RAM | Hodnota kritéria |
|---------------------------|----------------|-------------------------|
| PlayStation 4 Slim | GDDR5 | 5 |
| PlayStation 4 Pro | GDDR5 | 5 |
| Xbox One S | GDDR3 | 3 |
| Xbox One X | GDDR5 | 5 |
| Nintendo Switch | LPDDR4 | 4 |

Určené kriteriální hodnoty vycházejí z typu operační paměti a zachycují tak odstup jednotlivých technologií. Nejlépe jsou ohodnoceny konzole Xbox One X, PlayStation 4 Pro

²¹ Zdroj: Vlastní práce

²² Zdroj: Vlastní práce

a Slim, které používají technologii GDDR5. Střední hodnoty 4 dosahuje konzole Switch. Nejnižší hodnotu, a také nejpomalejší a nejstarší typ paměti má konzole Xbox One S.

4.4.1.2.10 K11 – velikost operační paměti

Operační paměť ovlivňuje velkou měrou výkon celého systému. Právě v ní jsou uchována právě zpracovávaná data a její velikost tedy značně ovlivňuje množství zpracovávaných dat. (2003)

Velikost operační paměti je maximalizační kritérium. Díky většímu množství paměti dokáže zařízení zpracovávat více dat.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 22: Velikost operační paměti²³

| Konzole | Velikost RAM |
|---------------------------|---------------------|
| PlayStation 4 Slim | 8 |
| PlayStation 4 Pro | 9 |
| Xbox One S | 8 |
| Xbox One X | 12 |
| Nintendo Switch | 4 |

Největšího objemu operační paměti dosahuje konzole Xbox One X s 12 GB. Obsahuje tak třikrát více paměti, než Switch se 4 GB. Střední kritériální hodnoty 8 GB, s jednotkovým odstupem PlayStationu 4 Pro, dosahují ostatní konzole.

4.4.1.2.11 K12 – propustnost systému

Propustnost systému udává maximální možnou rychlost toku dat v systému mezi jednotlivými čipy a pamětí. Měří se v jednotkách GB za sekundu. Vyšší propustnost zajišťuje rychlejší zpracování úloh a tím vyšší výkon systému. (Allen, 2007)

Propustnost je tedy maximalizačním kritériem.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 23: Propustnost systému²⁴

| Konzole | Propustnost systému [GB/s] |
|---------------------------|-----------------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 176 |
| PlayStation 4 Pro | 217.6 |
| Xbox One S | 133 |
| Xbox One X | 326.4 |
| Nintendo Switch | 25.6 |

²³ Zdroj: Vlastní práce

²⁴ Zdroj: Vlastní práce

Propustnost dosahuje nejvyšší hodnoty u konzole Xbox One X, zato nejnižší u konzole Switch. Ostatní zařízení dosahují střední, a vyšší střední kritériální hodnoty.

4.4.1.2.12 K13 – frekvence operační paměti

Frekvence RAM udává maximální rychlost, jakou je paměť schopna zpracovávat data. Je to tedy přesný obraz o tom, kolik dat dokáže paměťový modul za vteřinu zvládnout. (Singh, 2018)

Čím vyšší frekvencí paměťový modul disponuje, tím výkonnější je. Jedná se tak o maximalizační kritérium.

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 24: Frekvence operační paměti²⁵

| Konzole | Frekvence RAM [GHz] |
|---------------------------|----------------------------|
| PlayStation 4 Slim | 5.5 |
| PlayStation 4 Pro | 6.8 |
| Xbox One S | 2.133 |
| Xbox One X | 6.8 |
| Nintendo Switch | 1.6 |

Frekvence operační paměti dosahuje nejvyšší hodnoty 6,8 GHz u dvojice hardwarově nejpokročilejších konzolí Xbox One X a PlayStation 4 Pro. Lze zaznamenat značný odstup frekvence konzolí střední hardwarové třídy, kde PlayStation 4 Slim dominuje s hodnotou 5,5 GHz nad hodnotami zbylé dvojice. Frekvencí paměťových modulů se tak spíše přibližuje k nejvýkonnější dvojici.

4.4.1.2.13 K14 – exkluzivní hry

Jedním z kritérií výběru konzole jsou exkluzivní hry. Jedná se o herní tituly dostupné pouze pro konzole od jednoho vydavatele. Kritériální hodnota Exkluzivní hry tedy ukazuje množství doposud vydaných exkluzivních her pro dané platformy.

Jedná se o maximalizační kritérium. Čím větší je počet exkluzivních her, tím roste možnost výběru.

²⁵ Zdroj: Vlastní práce

Tabulka hodnot pro kritérium:

Tabulka 25: Exkluzivní hry

| Konzole | Exkluzivní hry |
|----------------------------------|----------------|
| PlayStation 4 Slim ²⁶ | 345 |
| PlayStation 4 Pro | 345 |
| Xbox One S ²⁷ | 31 |
| Xbox One X | 31 |
| Nintendo Switch ²⁸ | 323 |

Dvojice konzolí od Sony zde dosahuje nejvyšší hodnoty kritéria. S malým odstupem počtu exkluzivních herních titulů je konzole Switch. Desetinové kritériální hodnoty dosahuje dvojice konzolí od Microsoftu, na které bylo dle získaných dat vydáno nejmenší množství exkluzivních her.

4.4.2 Výpočet váhy kritérií

Před výpočtem vah kritérií je nutné si uvědomit jaké hodnoty kritérií jsou nejdůležitější, a podle toho postupovat při párovém porovnávání. Pro určení nejdůležitější herní konzole budou použity nejvyšší preference pro cenu, jelikož dokáže nejlépe rozlišit výhodnost, či nevýhodnost zařízení. Druhým nejdůležitějším kritériem budou exkluzivní hry. Tyto kritéria budou preferována, jelikož částečně odráží oblíbenost jednotlivých zařízení na trhu. Vyrovnávají tak vysoký počet hardwarových kritérií, která budou ohodnocena.

K výpočtu vah jednotlivých kritérií bude použita Saatyho metoda párového porovnávání, která je podrobněji popsána v kapitole 3.3.2. Ta dokáže pomocí devítibodové stupnice ohodnocení plně určit důležitost jednotlivých kritérií.

Párové vztahy zachycuje tabulka 29, obsažená v přílohách.

Po zadání dat o preferencích mezi jednotlivými kritérii vypočteme pro každé kritérium geometrický průměr. Po vypočtení geometrických průměrů všech kritérií průměry sečteme. Váhy každého kritéria pak získáme vydělením geometrického průměru kritéria se součtem geometrických průměrů všech kritérií.

²⁶ Zdroj dat pro konzole PlayStation 4: <https://gematsu.com/exclusives/ps4>

²⁷ Zdroj dat pro konzole Xbox One: <https://gematsu.com/exclusives/xbox-one>

²⁸ Zdroj dat pro konzoli Switch: <https://gematsu.com/exclusives/switch>

Výsledné váhy zachycuje následující tabulka:

Tabulka 26: Hladiny významnosti kritérií²⁹

| Kritérium | Váha |
|--|----------|
| K1 - Cena | 0,191438 |
| K2 – Počet jader CPU | 0,074219 |
| K3 – Frekvence CPU | 0,035069 |
| K4 – Výrobní proces CPU | 0,012557 |
| K5 – Počet stream procesorů | 0,1071 |
| K6 – Frekvence GPU | 0,021565 |
| K7 – Výkon | 0,121936 |
| K8 – Výrobní proces GPU | 0,012342 |
| K9 – Rozlišení | 0,056306 |
| K10 – Typ operační paměti | 0,025846 |
| K11 – Velikost operační paměti | 0,079902 |
| K12 – Propustnost systému | 0,074259 |
| K13 – Frekvence operační paměti | 0,035479 |
| K14 – Exkluzivní hry | 0,151982 |

Z vypočtených vah zachycených v tabulce můžeme určit kritéria, která se budou nejvyšší měrou podílet na nalezení kompromisní varianty. Nejdůležitějším kritériem při hledání nejvýhodnější herní konzole je **Cena**. O něco menší důležitost mají kritéria **Exkluzivní hry** a **Výkon**, který je tak nejvýznamnějším hardwarovým kritériem. V intervalu vah jsou tak nehardwarová kritéria zastoupena z 34 %.

4.4.3 Nalezení kompromisní varianty

Pro nalezení kompromisní varianty, což je varianta, která za daných podmínek nejvíce vyhovuje všem kritériím, bude použita metoda bazické varianty a metoda váženého součtu. Metody jsou popsány v kapitolách 3.3.3, respektive 3.3.4.

4.4.3.1 Metoda bazické varianty

V následující metodě bude do výběrového souboru v tabulce obsažena bazická varianta, které bude ohodnocena nejlepší možnou hodnotou pro daná kritéria. Následné původní hodnoty kritérií se vydělí hodnotou bazické varianty pro doplnění hodnot do výsledné tabulky. Výsledné hodnoty jsou skalárním součinem varianty s hodnotami vah.

²⁹ Zdroj: Vlastní práce, Přílohy - tabulka 29

Po provedení výpočtů obsažených v tabulkách 30 a 31 v příloze, metodou bazické varianty, bylo možné sestavit následující tabulku výsledků:

Tabulka 27: Výsledky metody bazické varianty³⁰

| Herní zařízení | Výsledek |
|---------------------------|-----------------|
| PlayStation 4 Slim | 0.772692 |
| PlayStation 4 Pro | 0.987881 |
| Xbox One S | 0.56182 |
| Xbox One X | 0.987123 |
| Nintendo Switch | 0.562382 |

Jelikož metoda bazické varianty nedokázala s jistotou určit kompromisní variantu mezi hodnocenými konzolemi, bude použita metoda váženého součtu.

4.4.3.2 Metoda váženého součtu

Postup pro výpočet hodnot metody váženého součtu je podobný výpočtu metodou bazické varianty. Do testového souboru přibude ideální a bazální varianta. Ty budou ohodnoceny nejlepšími hodnotami kritérií v ideální variantě, a nejhoršími hodnotami v bazální variantě. Do výsledné tabulky hodnot bude následně na kritériální pozice variant dosazena 1, nebo 0, dle shodnosti s ideální a bazální variantou. Zbylé hodnoty výsledné tabulky budou získány odečtením originální kritériální hodnoty od příslušné kritériální hodnoty bazální varianty, a poté výsledné číslo odečteme od příslušné absolutní hodnoty rozdílu ideální a bazální varianty.

Výsledek metody váženého součtu bude opět skalární součin výsledných hodnot varianty s hodnotami vah.

Po provedení výše uvedených kroků a výpočtů, které jsou dostupné v příloze v tabulkách 32 a 33 bylo možné sestavit výslednou tabulku:

Tabulka 28: Výsledky metody váženého součtu³¹

| Herní zařízení | Výsledek |
|---------------------------|-----------------|
| PlayStation 4 Slim | 0.298019 |
| PlayStation 4 Pro | 0.60235 |
| Xbox One S | 0.446351 |
| Xbox One X | 0.636427 |
| Nintendo Switch | 0.02021 |

³⁰ Zdroj: Vlastní práce, Přílohy - tabulka 31

³¹ Zdroj: Vlastní práce, Přílohy - tabulka 33

Metoda váženého součtu určila hodnotou 0,636427 konzoli Xbox One X jako kompromisní variantu.

5 Výsledky a diskuze

V následující kapitole budou shrnuty výsledky praktické části bakalářské práce a následně bude stanovena kompromisní doporučená varianta dle výsledků použitých výzkumných metod.

5.1 Metoda bazické varianty

Metoda bazické varianty zde s určitostí nedokázala určit kompromisní variantu. Hodnoty u konzolí **PlayStation 4 Pro** a **Xbox One x** jsou téměř totožné. Je to důsledkem stanovení vah a příslušných kritériálních hodnot, kde konzole PlayStation 4 Pro v prvních dvou nejdůležitějších kritériích značně převyšuje hodnoty konkurenta. Konzole Xbox One X tento deficit eliminuje převahou výpočetního výkonu a hardwaru.

Konzole PlayStation 4 Slim zaujímá střední hodnotu, jedná se tak o pomyslný kompromis mezi výkonem hardwaru a dostupností, jak už z pohledu ceny, tak dostupnosti exkluzivních herních titulů.

Téměř totožné výsledky se objevily i u zbylých dvou konzolí. Je patrné, že konzole Switch zde vyrovnává hardwarové nedostatky na konkurenta Xbox One S počtem dostupných herních exkluzivit.

5.2 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu měla v tomto případě prokazatelnější výsledky než předchozí metoda, jelikož používá jiný algoritmus pro zpracování dat.

Tato metoda určila jako **kompromisní** variantu konzoli **Xbox One X**, jelikož ohodnocuje nejvýhodnější variantu nejvyšší hodnotou. Odráží tak vyšší měrou hardwarovou nadřazenost konzole nad konkurencí.

Zajímavý je výsledek rozdílu použitých metod na konzoli Switch. Ta se s velkým odstupem dostala na pomyslnou poslední příčku. Důvodem je její nulové ohodnocení ve velkém počtu sledovaných, hlavně hardwarových kritérií, kde značně zaostává za ostatními variantami.

5.3 Kompromisní varianta

Pomocí dvou metod vícekritériální analýzy variant byla stanovena jako **nejvýhodnější** konzole **Xbox One X**. Vysoký podíl na výsledku má její hardwarová nadřazenost, která dokázala v použité metodě váženého součtu eliminovat nedostatky v podobě nejvyšší ceny a nízkého počtu exkluzivních her vzhledem k přímému konkurentovi, konzoli PlayStation 4 Pro.

6 Závěr

Tato práce se věnovala výběru nejvýhodnější jednoúčelové herní konzole současné generace. Cílem bylo vybrat nejvhodnější domácí herní konzoli dle zadaných požadavků.

Oproti původnímu záměru jsem v práci pracoval s jednoúčelovými zařízeními určenými pro hraní her. Ostatní zařízení, na kterých lze hrát hry jsem do práce nezahrnul kvůli jejich neporovnatelnosti a vysokému počtu variant. Pro vyhledání nejvýhodnějšího zařízení také nebyla použita původně zamýšlená metoda dotazníkového šetření, kvůli její malé výpovědní hodnotě a malému počtu znalých respondentů.

Práce byla rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část byla zaměřena na průzkum historie herních konzolí od generace první po současnou a nalezení vývojových souvislostí z minulosti až po současnost. Herní zařízení současné generace byla popsána a charakterizována v několika podkapitolách. Největší pozornost byla věnována hardwarovému vybavení a důkladnému studiu dostupných zdrojů, zabývajících se touto tematikou. V teoretické části byla také definována použitá metoda výzkumu.

Praktická část se zabývala výběrem herní konzole pomocí vícekritériální analýzy variant. Jako testovací kritéria posloužily porovnatelné údaje z praktické části této práce, a také analýza vývoje cen u daných zařízení tuzemských obchodníků. Bylo stanoveno celkem 14 hodnotících kritérií s preferencí k co nejnižší ceně, nejvyššímu výkonu a počtu exkluzivních herních titulů.

Pomocí Saatyho metody párového porovnávání byly vypočítány váhy jednotlivých kritérií. Výsledné hladiny významnosti byly použity v metodách bazální varianty a váženého součtu. Metoda váženého součtu byla použita poté, co metoda bazální varianty nedokázala s jistotou určit kompromisní variantu.

Na základě výsledků metody váženého součtu vyšla jako nejvýhodnější varianta konzole Xbox One X s ohledem na její hardwarovou převahu v této generaci herních zařízení.

7 Bibliografie

Adamowicz, Piotr. 2017. HDR a Playstation 4. *dtest.cz*. [Online] 2. 2 2017. [Citace: 25. 1 2019.] <https://www.dtest.cz/clanek-5644/hdr-a-playstation-4>.

Allen, Mark. 2007. Understanding video RAM memory bandwidth. *playtool.com*. [Online] 1. 1 2007. [Citace: 10. 2 2019.] <http://www.playtool.com/pages/vramwidth/width.html>.

Anthony, Sebastian. 2013. PS4 runs Orbis OS, a modified version of FreeBSD that's similar to Linux. *extremetech.com*. [Online] 24. 6 2013. [Citace: 25. 1 2019.] <http://www.extremetech.com/gaming/159476-ps4-runs-orbis-os-a-modified-version-of-freebsd-thats-similar-to-linux>.

Areej. 2018. Know your DDR: DDR4 Vs GDDR5 Vs LPDDR4 Vs HBM. *techquila.co.in*. [Online] 19. 8 2018. [Citace: 10. 2 2019.] <https://www.techquila.co.in/ddr4-vs-gddr5/>.

Bricknell, James. 2019. Every PlayStation 4 Exclusive Game. *androidcentral.com*. [Online] 1. 3 2019. [Citace: 2. 3 2019.] <https://www.androidcentral.com/every-playstation-4-exclusive>.

Brown, Jaz. 2018. Joy-Con vs Pro Controller: Which Nintendo Switch controller should you buy? *imore.com*. [Online] 14. 12 2018. [Citace: 1. 2 2019.] <https://www.imore.com/nintendo-switch-joy-con-vs-pro-controller>.

Brožová, Houška, Šubrt. 2009. *Modely pro vícekritériální rozhodování. 1. vydání.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze. Provozně ekonomická fakulta, 2009. ISBN 978-80-213-1019-3.

Bureš, V. 2011. *Systémové myšlení pro manažery. 1. vydání.* Praha : Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-037-9.

Cohen, D.S. 2018. Magnavox Odyssey - The First Gaming Console. *lifewire.com*. [Online] 10 2018. [Citace: 10. 9 2018.] <https://www.lifewire.com/magnavox-odyssey-the-first-gaming-console-729587>.

Corden, Jez. 2018. Xbox One X re-review after one year: A tale of expectations far exceeded. *windowscentral.com*. [Online] 5. 12 2018. [Citace: 30. 1 2019.] <https://www.windowscentral.com/xbox-one-x-re-reviewed-one-year-later-tale-exceeded-expectations>.

Čermák, Štěpán. 2016. Co je 4k Ultra HD? Vše o UHD, 4k, HDR, WCG, Ultra HD Blu-ray a problematice nových formátů videa. *blu-space.cz*. [Online] 14. 6 2016. [Citace: 10. 2 2019.] <https://www.blu-space.cz/single-post/2016/06/14/Co-je-4k-Ultra-HD-V%C5%A1e-o-UHD-4k-HDR-WCG-Ultra-HD-Bluray-a-problematice-nov%C3%BDch-form%C3%A1t%C5%AF-videa>.

Deets, Charlie. 2017. Thoughts on the Nintendo Switch User Interface. *medium.com*. [Online] 27. 6 2017. [Citace: 1. 2 2019.] <https://medium.com/games-ux/thoughts-on-the-nintendo-switch-user-interface-b441129f063d>.

Fotr, Švecová., 2010. *Manažerské rozhodování. Postupy, metody a nástroje. Druhé.* Praha : Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-86929-59-0.

Frushtick, Russ. 2019. The best games on Nintendo Switch. *polygon.com*. [Online] 12. 2 2019. [Citace: 12. 2 2019.] <https://www.polygon.com/nintendo-switch/2018/9/4/17549714/best-nintendo-switch-games>.

Gladstone, Darren. 2002. Sony PS2 review. *cnet.com*. [Online] 10. 10 2002. [Citace: 21. 1 2019.] <https://www.cnet.com/reviews/sony-ps2-review/>.

Gurwin, Gabe. 2019. The best Xbox One exclusives you can get right now. *digitaltrends.com*. [Online] 2. 3 2019. [Citace: 2. 3 2019.] <https://www.digitaltrends.com/gaming/best-xbox-one-exclusives/>.

H, Antonín. 2017. PlayStation měl původně být jen rozšířením pro Nintendo konzole. Příběh jednoho z nejrevolučnějších herních přístrojů všech dob. *refresher.cz*. [Online] 24. 6 2017. [Citace: 20. 1 2019.] <https://refresher.cz/44559-PlayStation-mel-puvodne-byt-jen-rozsirenim-pro-Nintendo-konzole-Pribeh-jednoho-z-nejrevolucnejsich-hernich-pristroju-vsech-dob>.

Hájek, Petr. 2010. Po stopách herních konzolí – druhá generace (1976–1983). *cnews.cz*. [Online] 1. 9 2010. [Citace: 10. 9 2018.] <https://www.cnews.cz/po-stopach-hernich-konzoli-druha-generace-1976-1983/>.

Hájek, Petr. 2010. Po stopách herních konzolí – první generace (1972–1977). *cnews.cz*. [Online] 18. 8 2010. [Citace: 8. 9 2018.] <https://www.cnews.cz/po-stopach-hernich-konzoli-prvni-generace-1972-1977/>.

Hájek, Petr. 2010. Po stopách herních konzolí – třetí generace (1983–1988). *cnews.cz*. [Online] 22. 9 2010. [Citace: 11. 9 2018.] <https://www.cnews.cz/po-stopach-hernich-konzoli-treti-generace-1983-1988/>.

Henderson, Rik. 2018. Sony PS4 review: The entry-level PlayStation 4 still thrills. *pocket-lint.com*. [Online] 30. 11 2018. [Citace: 25. 1 2019.] <https://www.pocket-lint.com/games/reviews/playstation/138767-ps4-review-playstation-4>.

Huculak, Mauro. 2017. MICROSOFT'S XBOX ONE X FULL TECH SPECS. *pureinfotech.com*. [Online] 12. 6 2017. [Citace: 30. 1 2019.] <https://pureinfotech.com/xbox-one-x-specs/>.

J. Fotr, J. Dědina, H. Hružová. 2003. *Manažerské rozhodování.* Praha : EKOPRESS, 2003. ISBN-80-86119-69-6.

Jablonský, J. 2007. *Operační výzkum. Třetí vydání.* Praha : Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.

Jadrný, Jindřich. 2008. Vyznáte se v rozlišení? *cnews.cz*. [Online] 30. 4 2008. [Citace: 8. 2 2019.] <https://www.cnews.cz/vyznate-se-v-rozlišení/>.

Kelly, Gordon. 2016. Xbox One S Vs Xbox One: What's The Difference? *forbes.com*. [Online] 10. 11 2016. [Citace: 26. 1 2019.] <https://www.forbes.com/sites/gordonkelly/2016/11/10/microsoft-xbox-one-vs-xbox-one-s-whats-the-difference/#3531ec96c458>.

Kinsley, John. 2017. Switch RAM specs revealed: Samsung LPDDR4 with 25GB/s bandwidth. *nintendotoday.com*. [Online] 25. 2 2017. [Citace: 1. 2 2019.] <https://nintendotoday.com/nintendo-switch-ram-specs/>.

Klicnarová, Jana. 2010. *Vícekritériální hodnocení variant - metody*. České Budějovice : Katedra aplikované matematiky a informatiky, Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta, 2010.

Kracík, Radim. 2010. Jak roste výkon superpočítačů. *blog.shoptet.cz*. [Online] 7. 12 2010. [Citace: 8. 2 2019.] <https://blog.shoptet.cz/jak-roste-vykon-superpocitacu/>.

Leadbetter, Richard. 2016. Nintendo Switch CPU and GPU clock speeds revealed. *eurogamer.net*. [Online] 19. 12 2016. [Citace: 1. 2 2019.] <https://www.eurogamer.net/articles/digitalfoundry-2016-nintendo-switch-spec-analysis>.

Leadbetter, Richard. 2013. Xbox One memory performance improved for production console. *eurogamer.net*. [Online] 28. 6 2013. [Citace: 28. 1 2019.] <https://www.eurogamer.net/articles/digitalfoundry-xbox-one-memory-better-in-production-hardware>.

Llewellyn, Adam. 2018. DualShock 4 V2 Review. *thelootgaming.com*. [Online] 5. 7 2018. [Citace: 26. 1 2019.] <https://www.techradar.com/news/gaming/consoles/ps4-vs-xbox-720-which-is-better-1127315/2>.

Loveridge, Sam. 2015. Is the Xbox One Elite Controller worth the upgrade? *trustedreviews.com*. [Online] 22. 12 2015. [Citace: 30. 1 2019.] <https://www.trustedreviews.com/opinion/xbox-one-elite-controller-vs-regular-wireless-controller-2925718>.

Matt Swider, Nick Pino, Henry St Leger. 2019. PS4 vs Xbox One: which gaming console is better? *techradar.com*. [Online] 9. 2 2019. [Citace: 18. 2 2019.] <https://www.techradar.com/news/gaming/consoles/ps4-vs-xbox-720-which-is-better-1127315/2>.

Ondřej Zach, Andrej Brabec, Honza Srp. 2016. Je skvělá. Ne, je hrozná. Vyzkoušeli jsme virtuální realitu od Sony. *idnes.cz*. [Online] 31. 8 2016. [Citace: 25. 1 2019.] https://www.idnes.cz/hry/magazin/playstation-vr-dojmy.A160829_183153_bw-magazin_oz.

P. Fiala, J. Jablonský, M. Maňas. 1994. *Vícekritériální rozhodování*. Praha : VŠE, 1994. ISBN 80-7079-748-7.

Rouse, Margaret. 2005. clock speed. *whatis.techtarget.com*. [Online] 2. 4 2005. [Citace: 5. 2 2019.] <https://whatis.techtarget.com/definition/clock-speed>.

Rozumková, Tereza. 2018. Stručná historie herních konzolí. *kellerfoundation.cz*. [Online] 5. 3 2018. [Citace: 22. 1 2019.] <https://www.kellnerfoundation.cz/univerzity/nasi-stipendiste/tereza-rozumkova/detail/strucna-historie-hernich-konzoli>.

Shrikanth, N. 2016. What is the meaning of 64 bit and 32 bit? *quora.com*. [Online] 22. 11 2016. [Citace: 2. 2 2019.] <https://www.quora.com/What-is-the-meaning-of-64-bit-and-32-bit>.

Singh, Vinay Kumar. 2018. What does RAM frequency signify? *quora.com*. [Online] 4. 7 2018. [Citace: 11. 2 2019.] <https://www.quora.com/What-does-RAM-frequency-signify>.

Smutný, Aleš. 2017. Microsoft spouští předplatné Xbox Game Pass, které vám dá přístup k více než stovce her. *games.cz*. [Online] 24. 5 2017. [Citace: 30. 1 2019.] <https://games.tiscali.cz/oznameni/microsoft-spousti-predplatne-xbox-game-pass-ktere-vam-da-pristup-k-vice-nez-stovce-her-297878>.

Stach, Jan. 2017. TÉMA: Co je lepší pro hry? Procesor s méně jádry a více GHz nebo více jádry s méně GHz? *ddworld.cz*. [Online] 25. 2 2017. [Citace: 1. 2 2019.] <http://www.ddworld.cz/aktuality/procesory-cpu/tema-co-je-lepsi-pro-hry-procesor-s-mene-jadry-a-vice-ghz-nebo-vice-jadry-s-mene-ghz.html>.

Summerson, Cameron. 2017. What's the Difference Between the PlayStation 4, PlayStation 4 Slim, and PlayStation 4 Pro? *howtogeek.com*. [Online] 23. 11 2017. [Citace: 25. 1 2019.] <https://www.howtogeek.com/300322/whats-the-difference-between-the-playstation-4-playstation-4-slim-and-playstation-4-pro/>.

Svoboda, Emanuel. 2017. TEST: Xbox One X je nejvýkonnější konzole na trhu a je to znát. *idnes.cz*. [Online] 13. 11 2017. [Citace: 27. 1 2019.] https://www.idnes.cz/hry/magazin/xbox-one-x-test.A171110_112013_bw-magazin_oz.

Šedivý, Jiří. 2003. Nenažrané spotřebiče aneb kolik nás stojí. *penize.cz*. [Online] 30. 10 2003. [Citace: 15. 2 2019.] <https://www.penize.cz/investice/16126-nenazrane-spotrebice-aneb-kolik-nas-stoji>.

Šubrt, T. a kol. 2011. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň : Vydavatelství a, 2011. str. 165. ISBN 978-80-7380-345-2.

Tišnovský, Pavel. 2013. Historie vývoje počítačových her (104. část – bitové války v éře konzolí páté generace). *root.cz*. [Online] 21. 11 2013. [Citace: 18. 1 2019.] <https://www.root.cz/clanky/historie-vyvoje-pocitacovych-her-104-cast-bitove-valky-v-ere-konzoli-pate-generace/?ic=serial-box&icc=text-title#k05>.

Tišnovský, Pavel. 2012. Historie vývoje počítačových her (23.část - herní konzole Nintendo Entertainment System). *root.cz*. [Online] 19. 4 2012. [Citace: 11. 9 2018.] <https://www.root.cz/clanky/historie-vyvoje-pocitacovych-her-23-cast-herni-konzole-nintendo-entertainment-system/#k04>.

Tišnovský, Pavel. 2012. Historie vývoje počítačových her (38.část - přehled prvních tří generací domácích herních konzolí). *root.cz*. [Online] 9. 8 2012. [Citace: 9. 9 2018.] <https://www.root.cz/clanky/historie-vyvoje-pocitacovych-her-38-cast-prehled-prvnich-tri-generaci-domacich-hernich-konzoli/>.

Tišnovský, Pavel. 2012. Historie vývoje počítačových her (39.část - čtvrtá generace herních konzolí aneb 16bitová éra). *root.cz*. [Online] 16. 8 2012. [Citace: 12. 1 2019.] <https://www.root.cz/clanky/historie-vyvoje-pocitacovych-her-39-cast-ctvrta-generace-hernich-konzoli-aneb-16bitova-era/?ic=serial-box&icc=text-title>.

Tišnovský, Pavel 2011. Historie vývoje počítačových her (7.část - osmibitová herní konzole Atari 2600). *root.cz*. [Online] 22. 12 2011. [Citace: 10. 9 2018.] <https://www.root.cz/clanky/historie-vyvoje-pocitacovych-her-7-cast-osmibitova-herni-konzole-atari-2600/>.

Verma, Akshat. 2018. CUDA Cores vs Stream Processors Explained. *graphicscardhub.com*. [Online] 27. 5 2018. [Citace: 6. 2 2019.] <https://graphicscardhub.com/cuda-cores-vs-stream-processors/>.

Vítek, Jan. 2015. Výrobní technologie čipů: historie a současnost. *svethardware.cz*. [Online] 2. 3 2015. [Citace: 6. 2 2019.] <https://www.svethardware.cz/vyrobní-technologie-cipu-historie-a-soucasnost/40061>.

Vlach, Dominik. 2016. PlayStation: historie jedné konzole. *doupe.cz*. [Online] 18. 4 2016. [Citace: 21. 1 2019.] <https://doupe.zive.cz/clanek/playstation-historie-jedne-konzole/ch-146866#articleStart>.

Kolektiv autorů. 2003. *Všeobecná encyklopedie Nové Universum. 1. vyd.* Praha : Euromedia group k.s, 2003. ISBN 80-242-1069-X.

Winter, David. 2018. Atari Pong. *pong-story.com*. [Online] 2018. [Citace: 10. 9 2018.] <http://www.pong-story.com/atpong2.htm>.

Zach, Ondřej. 2018. Hraní online, retro hry i záloha do cloudu. Nintendo Switch Online je venku. *bonusweb.cz*. [Online] 19. 9 2018. [Citace: 1. 2 2019.] https://www.idnes.cz/hry/novinky/nintendo-switch-online.A180919_150523_bw-novinky_oz.

8 Přílohy

Tabulka 29: Výpočet vah pomocí Saatyho metody párového porovnávání

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | Geometrický Ø | Váhy |
|------------|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|----------|
| K1 | 1 | 5 | 9 | 3 | 7 | 3 | 7 | 3 | 7 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 4,0726424 | 0,191438 |
| K2 | 1/5 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 5 | 1 | 7 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1/3 | 1,578927252 | 0,074219 |
| K3 | 1/3 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1/3 | 1 | 1/3 | 5 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/5 | 1 | 1/5 | 0,746049537 | 0,035069 |
| K4 | 1/7 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1 | 1/7 | 1/3 | 1/7 | 1 | 1/5 | 1/3 | 1/7 | 1/7 | 1/5 | 1/7 | 0,267142221 | 0,012557 |
| K5 | 1/3 | 1 | 7 | 3 | 7 | 1 | 5 | 1 | 7 | 3 | 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2,278451873 | 0,1071 |
| K6 | 1/7 | 1/5 | 3 | 1 | 3 | 1/5 | 1 | 1/7 | 1 | 1/5 | 1 | 1/5 | 1/5 | 1 | 1/7 | 0,458782198 | 0,021565 |
| K7 | 1/3 | 1 | 7 | 3 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2,594058279 | 0,121936 |
| K8 | 1/7 | 1/7 | 1 | 1/5 | 1 | 1/7 | 1 | 1/7 | 1 | 1/5 | 1/5 | 1/7 | 1/7 | 1/5 | 1/7 | 0,262560211 | 0,012342 |
| K9 | 1/5 | 1/3 | 5 | 3 | 5 | 1/3 | 5 | 1/5 | 5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1/5 | 1,197860058 | 0,056306 |
| K10 | 1/5 | 1/3 | 3 | 1 | 3 | 1/5 | 1 | 1/5 | 5 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1/5 | 1/3 | 1/7 | 0,549857259 | 0,025846 |
| K11 | 1/3 | 1 | 7 | 5 | 7 | 1 | 5 | 1/3 | 7 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1/3 | 1,699837966 | 0,079902 |
| K12 | 1/3 | 1 | 7 | 5 | 7 | 1/3 | 5 | 1/3 | 7 | 1 | 5 | 1 | 1 | 3 | 1/5 | 1,579790294 | 0,074259 |
| K13 | 1/5 | 1/3 | 5 | 1 | 5 | 1/3 | 1 | 1/3 | 5 | 1/3 | 3 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/7 | 0,754771882 | 0,035479 |
| K14 | 1/3 | 3 | 7 | 5 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 | 5 | 7 | 3 | 5 | 7 | 1 | 3,233264996 | 0,151982 |
| Σ | | | | | | | | | | | | | | | | 21,27399643 | 1 |

Tabulka 30: Hodnoty pro metodu bazální varianty

| | Ps4 Slim | Ps4 Pro | Xone S | Xone X | Switch | Váhy | Povaha |
|------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| K1 | 8248,000 | 10634,000 | 7130,000 | 12054,000 | 8501,000 | 0,18918 | min |
| K2 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 4,000 | 0,07334 | max |
| K3 | 1,600 | 2,130 | 1,750 | 2,300 | 1,020 | 0,03466 | max |
| K4 | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 20,000 | 0,01241 | min |
| K5 | 1152,000 | 2304,000 | 768,000 | 2560,000 | 256,000 | 0,10584 | max |
| K6 | 0,800 | 0,910 | 0,914 | 1,172 | 0,768 | 0,02131 | max |
| K7 | 1,840 | 4,200 | 1,400 | 6,000 | 1,000 | 0,12050 | max |
| K8 | 28,000 | 16,000 | 16,000 | 16,000 | 20,000 | 0,01220 | min |
| K9 | 2,000 | 5,000 | 4,000 | 5,000 | 1,000 | 0,05564 | max |
| K10 | 5,000 | 5,000 | 3,000 | 5,000 | 4,000 | 0,02554 | max |
| K11 | 8,000 | 9,000 | 8,000 | 12,000 | 4,000 | 0,07896 | max |
| K12 | 176,000 | 217,600 | 133,000 | 326,400 | 25,600 | 0,07338 | max |
| K13 | 5,500 | 6,800 | 2,133 | 6,800 | 1,600 | 0,03506 | max |
| K14 | 345,000 | 345,000 | 31,000 | 31,000 | 323,000 | 0,15019 | max |

Tabulka 31: Výsledky metody bazické varianty

| | Ps4 Slim | Ps4 Pro | Xone S | Xone X | Switch | Váhy | Povaha | B |
|------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|----------|
| K1 | 1,156802 | 1,491445 | 1 | 1,690603 | 1,192286 | 0,18918 | min | 7130,000 |
| K2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,073343 | max | 8,000 |
| K3 | 0,695652 | 0,926087 | 0,76087 | 1 | 0,443478 | 0,034655 | max | 2,300 |
| K4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1 | 0,012409 | min | 20,000 |
| K5 | 0,45 | 0,9 | 0,3 | 1 | 0,1 | 0,105837 | max | 2560,000 |
| K6 | 0,682594 | 0,776451 | 0,779863 | 1 | 0,65529 | 0,021311 | max | 1,172 |
| K7 | 0,306667 | 0,7 | 0,233333 | 1 | 0,166667 | 0,120497 | max | 6,000 |
| K8 | 1,75 | 1 | 1 | 1 | 1,25 | 0,012196 | min | 16,000 |
| K9 | 0,4 | 1 | 0,8 | 1 | 0,2 | 0,055642 | max | 5,000 |
| K10 | 1 | 1 | 0,6 | 1 | 0,8 | 0,025542 | max | 5,000 |
| K11 | 0,666667 | 0,75 | 0,666667 | 1 | 0,333333 | 0,07896 | max | 12,000 |
| K12 | 0,539216 | 0,666667 | 0,407475 | 1 | 0,078431 | 0,073383 | max | 326,400 |
| K13 | 0,808824 | 1 | 0,313676 | 1 | 0,235294 | 0,03506 | max | 6,800 |
| K14 | 1 | 1 | 0,089855 | 0,089855 | 0,936232 | 0,150189 | max | 345,000 |
| w | 0,772692 | 0,987881 | 0,56182 | 0,987123 | 0,562382 | | | |

Tabulka 32: Hodnoty pro metodu váženého součtu

| | Ps4 Slim | Ps4 Pro | Xone S | Xone X | Switch | Váhy | povaha | H | D | H-D |
|------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|----------|----------|--------------|
| K1 | 8248 | 10634 | 7130 | 12054 | 8501 | 0,18918 | min | 7130,0 | 12054 | 4924 |
| K2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | 0,073343 | max | 8,000 | 4 | 4 |
| K3 | 1,6 | 2,13 | 1,75 | 2,3 | 1,02 | 0,034655 | max | 2,300 | 1,02 | 1,28 |
| K4 | 28 | 28 | 28 | 28 | 20 | 0,012409 | min | 20,000 | 28 | 8 |
| K5 | 1152 | 2304 | 768 | 2560 | 256 | 0,105837 | max | 2560,0 | 256 | 2304 |
| K6 | 0,8 | 0,91 | 0,914 | 1,172 | 0,768 | 0,021311 | max | 1,172 | 0,768 | 0,404 |
| K7 | 1,84 | 4,2 | 1,4 | 6 | 1 | 0,120497 | max | 6,000 | 1 | 5 |
| K8 | 28 | 16 | 16 | 16 | 20 | 0,012196 | min | 16,000 | 28 | 12 |
| K9 | 2 | 5 | 4 | 5 | 1 | 0,055642 | max | 5,000 | 1 | 4 |
| K10 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 0,025542 | max | 5,000 | 3 | 2 |
| K11 | 8 | 9 | 8 | 12 | 4 | 0,07896 | max | 12,000 | 4 | 8 |
| K12 | 176 | 217,6 | 133 | 326,4 | 25,6 | 0,073383 | max | 326,40 | 25,6 | 300,8 |
| K13 | 5,5 | 6,8 | 2,133 | 6,8 | 1,6 | 0,03506 | max | 6,800 | 1,6 | 5,2 |
| K14 | 345 | 345 | 31 | 31 | 323 | 0,150189 | max | 345,00 | 31 | 314 |

Tabulka 33: Výsledky metody váženého součtu

| | Ps4 Slim | Ps4 Pro | Xone S | Xone X | Switch | Váhy |
|------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| K1 | -0,77295 | -0,28838 | 1 | 0 | -0,72157 | 0,18918 |
| K2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,073343 |
| K3 | 0,453125 | 0,86719 | 0,570313 | 1 | 0 | 0,034655 |
| K4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,012409 |
| K5 | 0,388889 | 0,88889 | 0,222222 | 1 | 0 | 0,105837 |
| K6 | 0,079208 | 0,35149 | 0,361386 | 1 | 0 | 0,021311 |
| K7 | 0,168 | 0,64 | 0,08 | 1 | 0 | 0,120497 |
| K8 | 0 | 1 | 1 | 1 | -0,66667 | 0,012196 |
| K9 | 0,25 | 1 | 0,75 | 1 | 0 | 0,055642 |
| K10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,5 | 0,025542 |
| K11 | 0,5 | 0,625 | 0,5 | 1 | 0 | 0,07896 |
| K12 | 0,5 | 0,6383 | 0,357048 | 1 | 0 | 0,073383 |
| K13 | 0,75 | 1 | 0,1025 | 1 | 0 | 0,03506 |
| K14 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0,929936 | 0,150189 |
| w | 0,298019 | 0,60235 | 0,446351 | 0,636427 | 0,02021 | |