

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Diplomová práce**

**Hodnocení grafických karet z pohledu různých typů  
uživatelů**

**Bc. Jan STREJČEK**

© 2014 ČZU v Praze

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Strejček Jan

Systemové inženýrství

Název práce

**Hodnocení grafických karet z pohledu různých typů uživatelů**

Anglický název

**Evaluation of graphics cards from the perspective of different types of users**

### **Cíle práce**

Cílem analytické části diplomové práce je aplikování teoretických poznatků, získaných studiem literatury a dalších zdrojů, pro hodnocení grafických karet z hlediska jejich efektivity pro různé uživatelské skupiny. Budou porovnávány grafické karty od různých výrobců dostupné na našem trhu. Výchozí data byla získána z internetových zdrojů (konkrétně [www.tomshardware.com](http://www.tomshardware.com)), který se specializuje na testování hardwarových komponent a několika internetových obchodů kvůli aktuální tržní ceně.

### **Metodika**

Studium teorie metod pro porovnávání efektivity produkčních jednotek.

Popis grafických karet, vybraných pro aplikaci této metody, s uvedením konkrétních vstupů a výstupů.

Popis uživatelských skupin a definování konkrétních požadavků na grafické karty.

Aplikace metod statistické analýzy pro vyhledání případných nežádoucích jevů (korelace dat).

Aplikace vhodné metody rozhodovacích modelů pro rozdělení souboru dat na skupiny dle požadavků definovaných různými uživateli.

Analýza efektivity za použití vhodného modelu DEA pro každou skupinu, shrnutí a vyhodnocení výsledků.

### **Harmonogram zpracování**

Studium metod DEA a dalších vhodných metod - I.- VI. 2013

Charakteristiky grafických karet a definování uživatelských skupin - VII. - X. 2013

Provedení výpočtů efektivity - XI. - XII. 2013

Vyhodnocení výsledků - I. - II. 2014

### Rozsah textové části

60 - 80 stran

### Klíčová slova

Grafická karta, charakteristiky grafických karet, metoda DEA, vícekritériální hodnocení variant

### Doporučené zdroje informací

ŠUBRT, Tomáš et al. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

EMROUZNEJAD, Ali. Ali Emrouznejad's DEA HomePage [online]. c1995-2013. Dostupný z: <http://www.deazone.com/>

ZÍSKAL, Jan, Martina BERÁNKOVÁ a Milan HOUŠKA. Lineární programování I. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2007, 69 s. ISBN 978-80-213-1313-2

JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3

FIALA, Petr. Modelování a analýza produkčních systémů. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002. 260 s. ISBN 80-86419-19-3.

BESTOFMEDIA GROUP. Tom's Hardware [online]. 2013. Dostupné z: [www.tomshardware.com](http://www.tomshardware.com)

COOPER, W., SEIFORD, L., TONE K., K. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses. New York : Springer Science, 2006.

### Vedoucí práce

Brožová Helena, doc. RNDr., CSc.

### Termín odevzdání

březen 2014

**doc. Ing. Tomáš Šubrť, Ph.D.**

Vedoucí katedry



**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan fakulty

V Praze dne 7.2.2014

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hodnocení grafických karet z pohledu různých typů uživatelů " jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

---

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. RNDr. Heleně Brožové, Csc. za odborné vedení, podnětné rady a motivaci ke splnění všech nároků na diplomovou práci.

# Hodnocení grafických karet z pohledu různých typů uživatelů

---

## Evaluation of graphics cards from the perspective of different types of users

### Souhrn

Cílem diplomové práce „Hodnocení grafických karet z pohledu různých typů uživatelů“ bylo analyzovat efektivitu grafických karet od různých výrobců dostupných na českém trhu. První část práce tvoří úvod do metody analýzy datových obalů, jakým způsobem tato metoda efektivitu měří, jak zvýšit diskriminaci zkoumaných jednotek a jak ji lze aplikovat v rámci grafických karet. Je zde obsažen teoretický základ fungování grafické karty. Následuje analytická část diplomové práce – měření efektivit grafické karty pomocí analýzy datových obalů s použitím superefektivit pro různé uživatelské skupiny. Tato část obsahuje praktickou aplikaci zvolené metody a to ve struktuře definované v teoretické části práce.

### Summary

The goal of the diploma thesis „Evaluation of graphics cards from the perspective of different types of users“ is to analyze the efficiency of graphic cards available on Czech market. The first part of the thesis is an entry to the Data Envelopment Analysis method, how does it measure the efficiency, how to increase discrimination of examined units and how can it be applied on a graphic card. There are also included basic principles of graphics card's functions. The next part of the thesis measures efficiency using the Data Envelopment Analysis with superefficiency for different types of users. This part contains a practical application of the chosen method in a structure defined by the theoretical part.

**Klíčová slova:** Grafická karta, charakteristiky grafických karet, metoda DEA, efektivita, superefektivita, hodnocení

**Keywords:** Graphics card, graphics cards characteristics, DEA method, efficiency, superefficiency, evaluation

# Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Cíl a metodika práce.....</b>	<b>13</b>
2.1. Cíl práce.....	13
2.2. Metodika práce .....	13
<b>3. Teoretická východiska.....</b>	<b>15</b>
3.1. Metoda analýzy datových obalů (DEA) .....	15
3.1.1. Pojem efektivnost .....	15
3.1.2. Hodnocení efektivity.....	16
3.1.3. Výnosy z rozsahu.....	18
3.1.4. Výstupově orientované CCR modely .....	20
3.1.5. Superefektivita .....	23
3.1.5. Výsledky, výhody a nevýhody metody DEA .....	26
3.1.6. Software Efficiency measurement system.....	27
3.2. Grafická karta .....	28
3.2.1. Základní pojmy .....	29
3.2.4. Společnost nVidia .....	31
3.2.5. Společnost AMD.....	32
<b>4. Analytická část .....</b>	<b>33</b>
4.1. Definování uživatelských segmentů .....	34
4.2. Charakteristika produkčních jednotek .....	34
4.3. Vstupy grafických karet.....	37
4.4. Výstupy grafických karet.....	37
4.5. Přřazení karet do uživatelských skupin .....	40
4.6. Korelační analýza vstupů a výstupů .....	41

4.6.1. Skupina A – základní .....	42
4.6.2. Skupina B – multimediální .....	45
4.6.3. Skupina C – herní .....	47
4.7. Výpočet a zhodnocení DEA modelů se superefektivitou .....	49
4.7.1. Skupina A – základní .....	51
4.7.2. Skupina B – multimediální .....	56
4.7.3. Skupina C – herní .....	62
<b>5. Závěr .....</b>	<b>68</b>
<b>6. Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>70</b>
<b>7. Přílohy .....</b>	<b>72</b>



## Seznam grafů

Graf 1: Produkční funkce v ekonomické teorii.....	19
Graf 2: Výstupově orientovaný CCR model.....	21
Graf 3: Princip měření superefektivnosti.....	24
Graf 4: Srovnání efektivnosti dle výrobců čipů pro skupinu A.....	54
Graf 5: Srovnání efektivnosti dle výrobců karet pro skupinu A.....	55
Graf 6: Srovnání efektivnosti dle výrobců čipů pro skupinu B.....	61
Graf 7: Srovnání efektivnosti dle výrobců karet pro skupinu B.....	61
Graf 8: Srovnání efektivnosti dle výrobců čipů pro skupinu C.....	66
Graf 9: Srovnání efektivnosti dle výrobců karet pro skupinu C.....	67

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Zastoupení výrobců grafických čipů a karet.....	36
Tabulka 2: Grafické nastavení jednotlivých režimů.....	38
Tabulka 3: Sumarizace omezujících podmínek pro přiřazení.....	41
Tabulka 4: Korelace herních a syntetických testů skupiny A.....	43
Tabulka 5: Korelace herních a syntetických testů s GPGPU testy skupiny A.....	43
Tabulka 6: Korelace teplot, hluku a spotřeb v zátěži a v klidu skupiny A.....	44
Tabulka 7: Zvolené vstupy a výstupy pro skupinu A.....	44
Tabulka 8: Korelace herních a syntetických testů skupiny B.....	45
Tabulka 9: Korelace herních a syntetických testů s GPGPU testy skupiny B.....	46
Tabulka 10: Korelace teplot, hluku a spotřeb v zátěži a v klidu skupiny B.....	46
Tabulka 11: Zvolené vstupy a výstupy pro skupinu B.....	46
Tabulka 12: Korelace herních a syntetických testů skupiny C.....	47
Tabulka 13: Korelace herních a syntetických testů s GPGPU testy skupiny C.....	48
Tabulka 14: Korelace teplot, hluku a spotřeb v zátěži a v klidu skupiny C.....	48
Tabulka 15: Zvolené vstupy a výstupy pro skupinu C.....	49
Tabulka 16: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny A.....	51
Tabulka 17: Efektivita v jednotlivých modelech pro skupinu A.....	53
Tabulka 18: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny B – první část.....	56
Tabulka 18: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny B – druhá část.....	57
Tabulka 19: Efektivita v jednotlivých modelech pro skupinu B.....	57

Tabulka 20: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny C – první část.....	62
Tabulka 20: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny C – druhá část .....	63
Tabulka 21: Efektivita v jednotlivých modelech pro skupinu C .....	64

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Ukázka principu anizotropického filtrování.....	29
Obrázek 2: Ukázka principu anti-aliasingu .....	29
Obrázek 3: Ukázka principu teselace.....	30
Obrázek 4: Ukázka principu stínování okolím .....	30
Obrázek 5: Porovnání kvality textur .....	31
Obrázek 6: Průnik množin při volbě grafických karet.....	36

## Seznam příloh

Příloha 1: Korelační tabulka všech vstupů a výstupů pro skupinu A .....	73
Příloha 2: Korelační tabulka všech vstupů a výstupů pro skupinu B .....	74
Příloha 3: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu A – 1. - 6. část.....	75
Příloha 4: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu B – 1. - 6. část .....	79
Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu C – 1. - 6. část .....	85

# 1. Úvod

---

Grafický čip nebo grafická karta jsou dnes obvyklou součástí veškerých zařízení s obrazovkou. Ať už jde o mobilní telefon, tablet, notebook nebo stolní PC, všude se tato nedílná součást systému skrývá. Zajišťuje nám výstup grafických dat na obrazovku v té či oné podobě. V dnešní době nám pomáhá i při výpočtech fyziky v nejrůznějších aplikacích a nejnovější schopností je možnost jakéhokoliv výpočtu, které dosud zvládal jen procesor, díky unifikované architektuře jader.

Z hlediska uživatele má tedy grafická karta zcela jasný úkol, nejen zobrazovat data, ale i zvyšovat výkon celého počítače a tím zefektivňovat práci. Ovšem každý uživatel má jiné požadavky na to, jak má tato jednotka svůj úkol vykonávat. Uživatel, který většinou pracuje s kancelářskými aplikacemi ocení hlavně nízkou spotřebu energie a hlučnost chladicího systému. Nadšenec pro PC hry nebo profesionál v 3D vývojářských aplikacích pak požaduje především maximální výpočetní výkon.

Uprostřed těchto dvou krajně vymezených uživatelů je takzvaný mainstream, který pokrývá nejširší spektrum uživatelů vyžadující různý poměr výkonu, ceny, spotřeby energie. Proto, stejně jako většina výrobců, výrobci grafických karet rozdělují trh a danou sérii rozdělí podle potřeb svých zákazníků.

Variabilním faktorem grafické karty je potom její cena, jelikož každý uživatel má různé finanční možnosti. Přesto lze určit cenové hranice uživatelů s definovanými nároky. Pokud je osoba občasným uživatelem starších herních titulů pak není na místě investovat do nejnovější a nejvýkonnější grafické karty – takové jednání je maximálně neefektivní. Stanovení cenových limitů by tak mělo být významným vodítkem každého racionálně uvažujícího spotřebitele.

Důležitou otázkou pro řešení této diplomové práce bylo, zda je metoda analýzy datových obalů metodou vhodnou pro měření efektivnosti grafických karet. Nejčastěji je tato metoda spojována s analýzou bankovního sektoru, zdravotnických zařízení a dalších institucí, u kterých lze předpokládat homogenitu měřených jednotek. Jakoukoli grafickou kartu lze považovat za homogenní jednotku, jelikož všechny karty jsou postaveny na stejném principu. Například je nezpochybnitelné, že jednotlivé bankovní pobočky jsou sice

postaveny na stejném modelu a principu, ale liší se kvalitou zaměstnanců, technickým zajištěním a dalšími jevy. Stejně tak se grafická karta liší v kvalitě použitých čipů, paměti a dalších součástí. Z tohoto důvodu je DEA vhodným nástrojem nejenom pro měření efektivnosti grafických karet, ale i dalších jednotek, které nejsou tak tradiční jako výše jmenované instituce.

## 2. Cíl a metodika práce

---

### 2.1. Cíl práce

Cílem analytické části této diplomové práce na téma „Hodnocení grafických karet z pohledu různých typů uživatelů“ bylo aplikování teoretických poznatků, získaných studiem literatury a dalších zdrojů, na velkém souboru grafických karet tak, aby bylo možné pro skupiny uživatelů s různě vysokými nároky na kvalitu obrazu, cenu a další parametry zvolit optimální grafickou kartu na základě měření jejich efektivnosti s případným návrhem alternativ.

Dílčí cíle práce byly následující:

- Zjistit, které grafické karty jsou efektivní (resp. superefektivní) a které nikoli
- Určit míru neefektivity a superefektivity
- Určit optimální grafické karty pro danou skupinu uživatelů
- Porovnat jednotlivé výrobce grafických karet a čipů v rámci dané skupiny

### 2.2. Metodika práce

Aby bylo možné řešit danou problematiku a úkoly, bylo třeba nastudovat teoretické poznatky o grafických kartách, jejich charakteristiku, vlastnosti a měřitelné vstupy a výstupy. Dále pak metody pro jejich následný výběr a metodu analýzy datových obalů.

Výchozí technická data byla získána ze serveru ([www.tomshardware.com](http://www.tomshardware.com)), který se zabývá testováním počítačových komponent, mimo jiné právě grafických karet. Výchozí ceny grafických karet byly získány z e-shopů zabývajících se jejich prodejem ([www.alza.cz](http://www.alza.cz) a [www.czc.cz](http://www.czc.cz)).

Pro volbu vhodných vstupů a výstupů byla použita korelační analýza a subjektivní posouzení vhodnosti na základě stanovených cílů práce.

Další část se již zabývala analýzou datových obalů, tedy měřením efektivity. Postup práce při aplikaci metody analýzy datových obalů (DEA) vypadal následovně:

1. Definování uživatelských skupin na základě jejich požadavků
2. Charakterizace a definování zkoumaného vzorku produkčních jednotek
3. Charakterizace použitých vstupů a výstupů
4. Rozdělení grafických karet do skupin na základě definovaných požadavků uživatelů
5. Provedení korelační analýzy pro určení klíčových a nepodstatných vstupů a výstupů
6. Vypočtení DEA modelů se superefektivitou z hlediska celkového hodnocení, technické efektivity a efektivity z hlediska ceny a výkonu pro každou skupinu
7. Určení optimálních grafických karet (a případných alternativ) na základě superefektivity

Pro výpočet efektivity byly použity výstupově orientované modely za předpokladu konstantních výnosů z rozsahu (CCR model) za pomoci softwaru EMS – Efficiency Measurement System.

# 3. Teoretická východiska

---

## 3.1. Metoda analýzy datových obalů (DEA)

Modely DEA řadíme mezi modely vícekriteriálního rozhodování, protože na základě zhodnocení různých typů vstupů a výstupů určí efektivní a neefektivní jednotky. Efektivita jednotek je určována na základě optimalizace vah vstupů a výstupů v koeficientu technické efektivity. [1]

Modely je možno použít i v případech, kdy vstupy a výstupy jsou v různorodých jednotkách a jsou těžko kvantifikovatelné. Navíc není potřeba znát jejich ceny, protože vstupy a výstupy v koeficientu technické efektivity jsou agregovány na základě jejich individuálně stanovených vah pro každou jednotku. Proto jsou tyto modely využívány především v oblastech se sociálními aspekty, jako je např. školství, zdravotnictví, výzkum apod. [1]

Výstupy jsou ve většině případů uvažovány jako žádoucí, tedy pozitivní efekty, jejichž vyšší hodnota vede, za jinak nezměněných podmínek, k vyšší výkonnosti dané jednotky. Naopak vstupy jsou svojí povahou minimalizační – nižší hodnota těchto vstupů, za jinak nezměněných podmínek, vede k vyšší výkonnosti sledované jednotky. Pro hodnocení celkové efektivity dané jednotky je potřeba vzít do úvahy větší počet vstupů, ale i výstupů. [2]

### 3.1.1. Pojem efektivnost

Cizím slovem efektivita či efektivnost vyjadřujeme praktickou účinnost nějaké (jakékoliv smysluplné) lidské činnosti, nejčastěji pak lidské práce. [18]

Efektivnost (účinnost – schopnost dělat věci správně) je ukazatelem výkonnosti produkčního systému. Týká se transformačního procesu a popisuje vztahy mezi vstupy a výstupy. Efektivnost znamená produkci požadovaného množství výstupů v požadované kvalitě při minimálním množství vstupů. [20]

Nepřítomnost plýtvání, konkrétně využití zdrojů takovým způsobem, že dosáhneme nejvyšší možné hladiny uspokojení při daných vstupech a technologiích. [19]

V současnosti roste zájem měřit a porovnávat efektivnost organizačních jednotek. Zvláště tam, kde lze tyto jednotky považovat za relativně homogenní. Jejich srovnatelnost plyne z používání stejných vstupů k produkování stejných výstupů, avšak v jejich výkonech jsou jisté rozdíly. [3]

**Obvyklá (běžná) míra efektivnosti**, tj. poměr:

$$\text{efektivita} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}}$$

je při porovnávání efektivnosti organizačních jednotek často neadekvátní v důsledku existence více rozmanitých vstupů a výstupů, vztahujících se k rozdílným zdrojům, činnostem a faktorům životního prostředí. Tzv. relativní míra efektivity umožňuje vyjádřit efektivnost včleňující do poměru vícenásobné vstupy a výstupy. [3]

### 3.1.2. Hodnocení efektivity

Modely analýzy obalu dat (DEA - DataEnvelopment Analysis) byly navrženy jako specializovaný modelový nástroj pro hodnocení efektivnosti, výkonnosti či produktivity homogenních produkčních jednotek.[2]

Homogenní produkční jednotkou bývá nejčastěji označován takový soubor jednotek, který se zabývá produkcí identických nebo ekvivalentních efektů, které jsou označovány jako výstupy této jednotky. V reálném životě uvažujeme především žádoucí (pozitivní) efekty, tzn. takové efekty, jejichž vyšší hodnota vede k vyšší výkonnosti dané jednotky. Při vytváření těchto efektů však produkční jednotka spotřebovává vstupy, které jsou naopak svoji povahou minimalizační, tedy nižší hodnota vstupů vede k vyšší výkonnosti sledované jednotky. V případě hodnocení efektivnosti jednoho vstupu<sup>4</sup> a jednoho výstupu<sup>5</sup> lze efektivnost sledované jednotky vyjádřit příslušným poměrovým ukazatelem výstupní jednotky k jednotce vstupní. Tyto poměrové ukazatele pak nejčastěji reprezentují např. tržby nebo zisk na zaměstnance, počet nemocných pacientů na jednoho lékaře atd. Avšak v reálném životě lze definovat mnoho obdobných poměrových ukazatelů, které vyplývají z různých údajů a jejichž výsledky často ani nebývají ve vzájemném souladu. Při hodnocení celkové efektivnosti je proto třeba vzít v potaz větší



počet vstupů (výstupů) a také relativní důležitost (váhu, „cenu“) jednotlivých vstupních proměnných. Celkovou efektivnost pak můžeme vyjádřit jako

$$\frac{\text{vážený součet výstupu}}{\text{vážený součet vstupů}} = \frac{\sum_i u_i y_{iq}}{\sum_j v_j x_{jq}}$$

kde  $v_j = 1, 2, \dots, m$  jsou váhy přiřazené  $j$ -tému vstupu a  $u_i = 1, 2, \dots, r$  jsou váhy přiřazené  $i$ -tému výstupu. V případech, kdy je třeba jednotlivé váhy stanovit (odhadnout) dle vlastního či externího úsudku, je třeba takovému odhadu věnovat značnou pozornost, neboť špatný subjektivní odhad vah vede ke značnému zkreslení výsledků řešeného problému mající objektivní povahu, což negativně ovlivňuje validitu modelu a následnou akceptovatelnost výsledků dané analýzy. [2]

Protože bylo hledání společného systému vah pro určení relativní efektivity organizačních jednotek shledáno náročným a nevyhovujícím, byla připuštěna možnost, aby jednotky hodnotily vstupy a výstupy odlišně, a tudíž přijaly rozdílné váhy. To znamená, že bylo každé jednotce umožněno přijmout systém vah, který ji ukazuje v tom nejpříznivějším světle ve srovnání s ostatními jednotkami. [3]

Za těchto okolností může být relativní efektivita cílové jednotky  $k_0$  získána jako řešení následujícího problému: maximalizovat efektivitu jednotky  $k_0$ , za podmínky, že efektivita všech jednotek je menší nebo ekvivalentní 1. Proměnné tohoto problému jsou váhy a řešení dává váhy nejvíce příznivé pro jednotku  $k_0$  a tím udává její míru efektivity.[3]

A protože tyto váhy nejsou odvozené od ceny ale spíše od technologie jednotlivých jednotek, používá se termín relativní technická efektivita či koeficient technické efektivity.[4]

Algebraický model vypadá následovně:

$$\max e_{k_0} = \frac{\sum_j u_j y_{jk_0}}{\sum_i v_i x_{ik_0}}$$

za podmínek

$$\frac{\sum_j u_j y_{jk}}{\sum_i v_i x_{ik}} \leq 1$$

pro každou jednotku  $k$ ,  $u_j$ ,  $v_i \geq \varepsilon$

Písmena  $u$  a  $v$  jsou proměnné (váhy vstupů a výstupů) a jsou vymezeny jako větší nebo rovny nějaké minimální kladné veličině ( $\varepsilon$ ), aby se předešlo tomu, že jakýkoli vstup či výstup bude při určování efektivity úplně ignorován.[3]

Efektivní jsou ty jednotky, které dosahují nejvyšší hodnoty podílu. Grafickým spojením bodů, znázorňujících tyto efektivní jednotky, dostáváme tzv. efektivní hranici. Tato efektivní hranice tvoří obal dat. Efektivní hranice vymezuje tzv. množinu produkčních možností, ve které leží všechny body znázorňující rozhodující jednotky. Efektivní jednotky leží na efektivní hranici a neefektivní leží uvnitř množiny produkčních možností. Je možno analyzovat, jakým způsobem by se neefektivní jednotka mohla stát efektivní posunem jejich hodnot vstupů a výstupů na hodnoty, ležící na efektivní hranici. Dají se také analyzovat různé druhy neefektivnosti jako je technická, smíšená a ekonomická neefektivnost.[5]

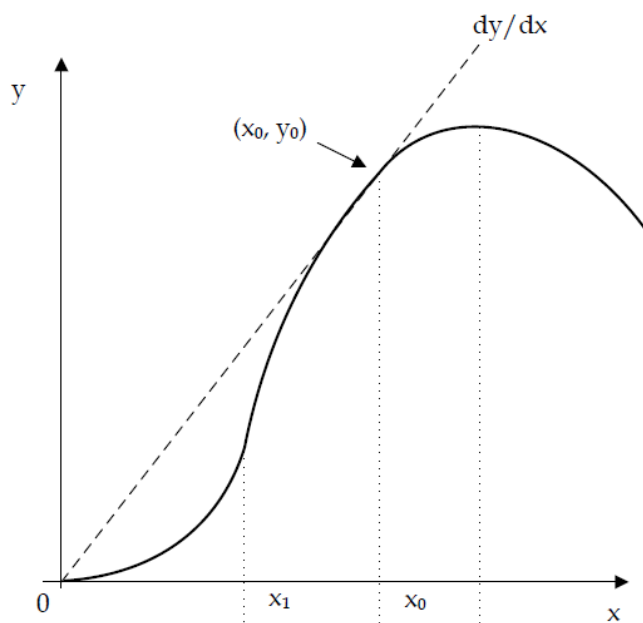
Dále metoda DEA zavádí pro hodnocení efektivity jednotek hypotetickou – virtuální jednotku. Virtuální jednotka je hypotetická efektivní jednotka, která vyjadřuje efektivní spotřebu vstupů a produkci výstupů pro neefektivní jednotku. Je váženým součtem některých efektivních jednotek v systému, které se nazývají peer jednotky pro danou neefektivní jednotku. Skutečná jednotka je neefektivní, pokud produkuje méně výstupů nebo spotřebovává více vstupů než její virtuální jednotka.[4]

Modely orientované na výstupy se snaží najít virtuální jednotku maximalizací výstupů při zachování úrovně vstupů. Naopak modely vstupově orientované se snaží najít virtuální jednotku minimalizací vstupů při zachování dané úrovně výstupů. Modely, které využívají kombinaci obou předcházejících možností, jsou nazývány aditivní nebo odchylkové modely.[5]

### **3.1.3. Výnosy z rozsahu**

Produkční funkce v ekonomické teorii označuje vztah mezi velikostí vstupů, výrobních faktorů a velikostí výstupu, který firma produkuje. Protože předpokládáme racionálně jednající subjekt, vyjadřuje produkční funkce maximální objem výstupů, který lze s danými vstupy vytvořit. Produkční funkce v sobě neobsahuje cenu za služby

výrobních faktorů, pouze vyjadřuje, s jakými vstupy je firma schopna vytvořit jaké výstupy. [17]



**Graf 1: Produkční funkce v ekonomické teorii**

Produkční funkce se používá v mikroekonomii pro popis chování firmy (teorie firmy) nebo v makroekonomii, kde je základem pro poptávkovou stranu trhu práce. Produkční funkci je možné zapsat jako  $Q = f(X_0, X_1, \dots, X_n)$ , kde  $X_0, X_1, \dots, X_n$  jsou výrobní faktory, resp. vstupy. Jde tedy obecně o funkci  $y = f(x)$ , kde hodnota  $y$  je maximální pro každé  $x$ . To znamená, že při konstrukci produkční funkce neuvažujeme stavy, kdy při stejné úrovni vstupů je možné vyrobit menší objem výstupu. Grafické vyjádření produkční funkce je v Grafu 1. [17]

### **Konstantní výnosy z rozsahu** (*CRS – constant returns to scale*)

Tento případ popisuje situaci, kdy při zvýšení vstupu o jednotku se výstup také zvýší právě o jednotku. Vytváří kónický obal dat.

Předpoklad **konstantních výnosů z rozsahu** určuje: je-li jednotka s kombinací vstupů a výstupů  $(x, y)$  prvkem množiny přípustných možností (je-li jednotkou efektivní), potom je prvkem této množiny (je jednotkou efektivní) i jednotka s kombinací vstupů a výstupů  $(\alpha x, \alpha y)$ , kde  $\alpha > 0$ . [1]

### Variabilní výnosy z rozsahu (VRS – variable returns to scale)

Předpoklad **variabilních výnosů z rozsahu** vede k modifikaci efektivní hranice v důsledku toho, že zde neplatí požadavek, že pro zachování efektivnosti musí být  $\alpha$ -násobek vstupů doplněn stejným násobkem výstupů. Předpoklad variabilních výnosů z rozsahu vede k tomu, že jednotka bude efektivní, i když poměrný nárůst výstupů bude nižší, případně vyšší, než odpovídající nárůst vstupů. V tomto případě tedy míra efektivnosti hodnocených jednotek bude vyšší (přesněji nebude nižší) než při uvažování konstantních výnosů z rozsahu. Vytváří konvexní obal dat. [1]

#### 3.1.4. Výstupově orientované CCR modely

CCR model byl navržen jako první DEA model v roce 1978. Maximalizuje míru efektivity hodnocené jednotky  $e_k$ , která je vyjádřena jako podíl vážených výstupů a vážených vstupů, při dodržení podmínek, že míry efektivnosti všech ostatních jednotek jsou menší nebo rovny jedné. Pro každou jednotku tak dostáváme pomocí vah pro vstupy  $v_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) virtuální vstup a pomocí vah pro výstupy  $u_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) virtuální výstup:

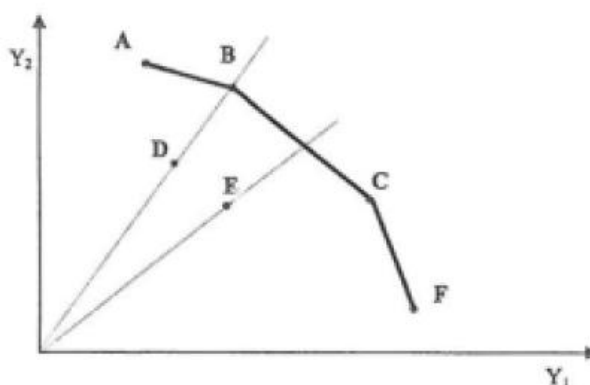
$$\text{virtuální vstup} = v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk},$$

$$\text{virtuální výstup} = u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_n y_{nk}$$

CCR model DEA počítá váhy vstupů a výstupů optimalizačním výpočtem tak, aby byly pro hodnocenou jednotku co nejpříznivější z hlediska její efektivnosti (maximalizuje se míra efektivnosti hodnocené jednotky) při dodržení podmínek maximální jednotkové efektivnosti všech ostatních jednotek. [5]

U modelů CCR je předpokládán konstantní výnos z rozsahu. Pomocí tohoto modelu je možné určit, jaké má být množství vstupů, aby se neefektivní jednotka stala efektivní. Poměrem vážené sumy vstupů a vážené sumy výstupů je získán koeficient technické efektivity a ten je z intervalu  $(0;1]$ . Pokud je produkční jednotka hodnocena dle koeficientu technické efektivity 1, pak se jedná o efektivní produkční jednotku. Pokud je hodnocena produkční jednotka méně než 1, pak se jedná o neefektivní produkční jednotku a zároveň je tak určena míra, která je potřeba ke snížení vstupů tak, aby byla zajištěna efektivita dané produkční jednotky. [7]

CCR model orientovaný na výstupy vychází ze stejných předpokladů jako vstupově orientovaný model. Určuje takové množství výstupů, aby se neefektivní jednotka stala efektivní. Koeficient technické efektivity v tomto modelu je definován jako poměr celkové vážené spotřeby vstupů a celkové vážené produkce. Váhy musejí být stanoveny tak, aby hodnota tohoto koeficientu byla větší než jedna. Jednotka s koeficientem technické efektivity rovným jedné je efektivní, jednotka s koeficientem vyšším než jedna je neefektivní. Koeficient efektivity ukazuje, jak je nutno zvýšit množství výstupů, aby byla jednotka efektivní.[4]



**Graf 2: Výstupově orientovaný CCR model**

Jednotky A, B, C a F leží na hranici praktické efektivity, protože produkují největší množství výstupů  $Y_1$  a  $Y_2$ . Jednotky D a E efektivní nejsou. Průsečíky hranice praktické efektivity a spojnic těchto neefektivních jednotek s počátkem představují virtuální efektivní jednotky k neefektivním jednotkám. Virtuální jednotka k jednotce D je skutečná jednotka B, jednotka D musí k dosažení efektivity zvýšit své výstupy na úroveň jednotky B. Virtuální jednotka pro jednotku E reálně neexistuje, je kombinací jednotek B a C, které jdou jejími peer jednotkami. [4]

Výstupově orientovaný model CCR pro každou jednotku stanoví individuální váhy vstupů a výstupů tak, aby jednotka minimalizovala svůj koeficient technické efektivity  $\Phi_k$ , a přitom byly splněny podmínky, že

- váhy nemohou být záporné a že
- při použití tohoto souboru vah pro všechny jednotky nesmí žádný koeficient technické efektivity být menší než jedna. [4]

I v tomto případě je nutno pro  $p$  jednotek vyřešit  $p$  modelů. Při použití stejného značení jako v případě vstupově orientovaného modelu má matematický výstupově orientovaný CCR model pro jednotku  $H$  následující formulaci:

$$\Phi_H = \frac{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}}{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH}} \rightarrow \min$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}}{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH}} &\geq 1, k = 1, 2, \dots, p, \\ u_{jH} &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ v_{iH} &\geq 0, i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Po analogické úpravě jako v případě vstupově orientovaného modelu (jmenovatel v kritériální funkci musí být roven 1) dostaneme lineární optimalizační model ve tvaru:

$$\Phi_H = \sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH} \rightarrow \min$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} &= 1, \\ -\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{ik} + \sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jk} &\leq 0, k = 1, 2, \dots, p, \\ u_{jH} &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ v_{iH} &\geq 0, i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Výsledky mají velice obdobnou interpretaci jako u vstupově orientovaného modelu. Každá neefektivní jednotka má svou virtuální jednotku, která může mít reálnou podobu, pokud nemá pak je dána poměrem peer jednotek dané neefektivní jednotky. U výstupově orientovaného modelu je udáno, jak by neefektivní jednotka musela navýšit své výstupy, aby se stala efektivní jednotkou, oproti vstupově orientovanému modelu, kde se naopak zjišťovalo, jak má daná neefektivní jednotka snížit své vstupní hodnoty. U modelu s konstantním výnosem z rozsahu se musí inverzní koeficient praktické efektivity výstupově orientovaného modelu rovnat koeficientu praktické efektivity vstupově orientovaného modelu.[6]

V případě výstupově orientovaného modelu je vždy vypočítáno nutné zvýšení výstupů, zatímco v případě vstupově orientovaného modelu je určeno nutné snížení vstupů. A protože v modelech CCR se předpokládá konstantní výnos z rozsahu, musí se požadované snížení vstupů, rovnat převrácené (inverzní) hodnotě požadovaného zvýšení výstupů. [6]

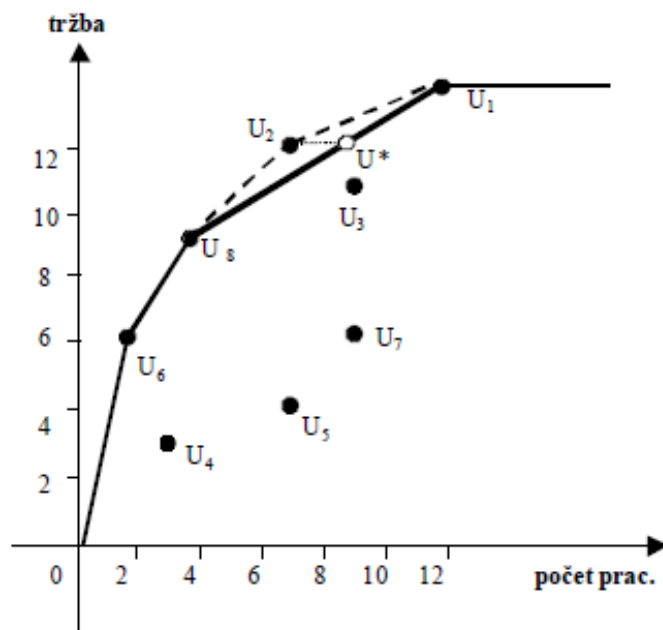
### 3.1.5. Superefektivita

V základních DEA modelech, o kterých jsme se zmínili v předcházejících oddílech, je efektivním jednotkám přiřazena jednotková míra efektivnosti. V závislosti na typu zvoleného modelu, ale především na vztahu mezi počtem jednotek a počtem vstupů a výstupů, může být ale efektivních jednotek poměrně velký počet. Kvůli možnosti klasifikace efektivních jednotek bylo navrženo několik definic tzv. super efektivnosti. [4]

V DEA modelech super efektivnosti získávají původní efektivní jednotky míru super efektivnosti vyšší než jedna (pro modely orientované na vstupy) nebo nižší než jedna (pro modely orientované na výstupy). Tato skutečnost umožňuje klasifikaci efektivních jednotek, což může být jedna z důležitých informací, které uživatel požaduje. [2]

Modely super efektivnosti jsou založeny na tom, že se při výpočtu míry super efektivnosti váha původní efektivní jednotky položí rovna nule (hodnocená jednotka se takto v podstatě vyjme ze souboru jednotek), což má za následek změnu původní efektivní hranice. Model super efektivnosti potom měří vzdálenost mezi vstupy a výstupy hodnocené jednotky od nové efektivní hranice. [2]

Po vyjmutí jednotky U2 ze souboru se původní efektivní hranice, která je v *Grafu 3* vyznačena čárkovaně, modifikuje tak, jak je naznačeno na obrázku. Míra superefektivnosti je potom vlastně vzdálenost bodu U2 od nové efektivní hranice a jednotlivé DEA modely super efektivnosti se liší v tom, jak tuto vzdálenost měří. V *Grafu 3* je vyznačena jedna možnost – super efektivnost je vzdálenost mezi body U2 a U\*. [4]



Graf 3: Princip měření superefektivnosti

Prvním modelem super efektivnosti byl model Andersena a Petersena(1993), který je pro konstantní výnosy z rozsahu formulován následovně:

minimalizovat  $\theta_q$ , za podmínek

$$\sum_{j=1, \neq q}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta_q x_{iq}, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{j=1, \neq q}^n y_{ij} \lambda_j - s_i^+ = y_{iq}, \quad i = 1, 2, \dots, r,$$

$$\lambda_j \geq 0, \lambda_q = 0, s_i^+ \geq 0, s_i^- \geq 0.$$

Skóre neefektivních měřených jednotek zůstává stejné jako u klasického modelu s konstantními výnosy z rozsahu, pokud některá z těchto jednotek nepřesáhne hranici efektivity. Toto řešení má stejnou interpretaci jako to, které měřil Farrel, kdy analyzované jednotky mohou zvýšit svůj vstupní vektor proporcionalně až k faktoru  $\theta$  a zůstávají efektivní, ale budou dominovány kombinací jednotek, které tvoří efektivní hranici, jestliže proporcionalní navýšení vstupního vektoru překročí  $\theta$ . Model může být snadno přizpůsoben výstupové orientaci a výběru výnosů z rozsahu.

Tato metodologie má výhodu v tom, že dovoluje diskriminaci mezi efektivními jednotkami s existencí skóre většího než jedna a zavedení hodnocení těchto jednotek.



Nicméně, jsou zde tři problematické oblasti v této metodologii. Zaprvé, Andersen a Petersen se odkazují na funkční a objektivní hodnoty v DEA jakožto na hodnotící skóre pro všechny jednotky, navzdory faktu, že je každá jednotka posuzována z hlediska jiných velikostí vah. Tato hodnota ve skutečnosti vysvětluje míru maximálního efektivního skóre, kterou každá jednotka dosáhla na základě zvolených vah ve vztahu k virtuální jednotce nejbližší k efektivní hranici. Dále za předpokladu, že váhy reflektují ceny, tak každá jednotka má jiné ceny při stejné sestavě vstupů a výstupů ve stejné organizační skupině. [13]

Zadruhé, metodologie superefektivnosti může poskytovat „specializované“ jednotky s neúměrně vysokým hodnocením. K vyhnutí se tomuto problému představil Sueyoshi (1999) specifické hranice na vahách v model s hodnocením pomocí superefektivnosti, tak jak je v rovnici X. [13]

$$v_i \geq 1/(m+s) \max_j (x_{ij})$$

$$u_r \geq 1/(m+s) \max_j (y_{rj}).$$

Dále, pro omezení superefektivního skóre na měřítko s maximem 2, navrhl Sueyoshi Adjusted Index Number (AIN) formulaci ukázanou v rovnici X. [13]

$$AIN_k = 1 + \left( \delta_k^* - \min_{j \in E} \delta_j^* \right) / \left( \max_{j \in E} \delta_j^* - \min_{j \in E} \delta_j^* \right)$$

Třetí problém ležel v otázce neproveditelnosti, který když nastal, tak to znamenalo, že superefektivní technika nemůže poskytnout kompletní hodnocení všech jednotek. Thrall (1996) použil tento model k identifikování extrémně efektivních jednotek a zjistil, že superefektivní CCR model může být neproveditelný. Zhu(1996), Dula a Hickman (1997) a Seiford a Zhu (1999) dokázali, při jakých podmínkách jsou různé modely superefektivnosti neproveditelné. Mehrabian a kol. (1999) navrhli modifikaci duální formulace, aby zajistili proveditelnost, tak jak je ukázáno v rovnici X. [13]

Min  $f_k$

Pro:

$$\begin{aligned} - \sum_{j \in J} L_{kj} x_{ij} + x_{ik} - f_k &\geq 0 \quad \text{for } i = 1, \dots, m, \\ \sum_{j \in J} L_{kj} y_{rj} &\geq y_{rk} \quad \text{for } r = 1, \dots, s, \\ L_{kj} &\geq 0 \quad \text{for } j = 1, \dots, n. \end{aligned}$$

Navzdory těmto nedostatkům, možná kvůli jednoduchosti celého konceptu, mnoho publikovaných prací použilo právě tento přístup. Například Hashimoto (1997) vyvinul DEA superfektivní model pro pojišťovnictví v regionech pro kompletní hodnocení jednotek. Použitím rovnice X se Hashimoto vyhnul potřebě sestavit přídatné preferenční informace k poskytnutí kompletního hodnocení všech kandidátů. [13]

### 3.1.5. Výsledky, výhody a nevýhody metody DEA

Metoda DEA určuje na základě individuálně stanovených vah vstupů a výstupů efektivitu každé sledované jednotky. To znamená, že vhodný model musí být sestaven a vyřešen pro každou jednotku. Základní výsledky výpočtu jsou:

- koeficienty technické efektivity jednotlivých jednotek - určení, zda jednotka je, nebo není efektivní,
- míra snížení vstupů nebo zvýšení výstupů vedoucí k efektivitě jednotky, y určení peer jednotek pro každou neefektivní jednotku,
- určení koeficientů kombinace peer jednotek tvořících virtuální efektivní jednotku pro neefektivní jednotku. [1]

Koeficient technické efektivity získaný výpočtem modelu DEA je relativní, vyjadřuje efektivitu jednotky v rámci zkoumané skupiny jednotek. Je-li roven jedné, znamená to, že v této skupině není žádná jednotka efektivnější. Pokud je hodnota koeficientu technické efektivity menší než 1, je ve skupině jednotek alespoň jedna lepší jednotka. [6]

Volba individuálních vah je výhodou i nevýhodou metody DEA. Jednotka se totiž může zdát efektivní, i když ve skutečnosti efektivní není. Naopak neefektivní jednotka nemůže poukazovat na to, že by s jinými váhami byla efektivní, neboť váhy byly stanoveny podle ní. [1]

Uvedený přístup navíc způsobí, že efektivních se jeví větší množství jednotek. Tento problém vzroste ještě více, pokud jednotky spotřebovávají malé množství některého typu vstupů a naopak produkují velké množství některého z výstupů. Váhy těchto relativně výhodných vstupů a výstupů pak budou vysoké, ostatní váhy nízké a jednotka bude efektivní. Proto je vhodné požadovat, aby žádná váha nebyla nulová a často také, aby žádná váha nepřekročila vhodně stanovenou maximální hodnotu. [6]

Při vhodně stanovených horních mezích může dojít i k tomu, že váhy vstupů a výstupů budou pro jednotlivé jednotky podobné nebo dokonce stejné. V takovém případě došlo vlastně ke konsensu mezi jednotkami o velikosti hledaných vah. [6]

Předpoklad konstantního výnosu z rozsahu, který je obsažen v CCR modelech, je mnohdy příliš omezující, a proto je v dalších typech modelů uvolněn. Existují modely, které implementují rostoucí, klesající nebo kombinovaný výnos z rozsahu. [1]

Velkou výhodou metody DEA je možnost začlenění faktorů okolního prostředí a sociálních faktorů buď jako vstupů nebo jako výstupů. Typickými aplikacemi jsou proto hodnocení a porovnávání efektivit systémů, jako jsou školy, nemocnice, zemědělské podniky, banky, výzkumné organizace, doprava a různé oblasti veřejných služeb, tedy především systémy s velmi různorodými a špatně agregovatelnými vstupy. [6]

DEA se stala přitažlivou pro svoji schopnost zpracovat současně vícenásobné vstupy a výstupy bez požadavku agregace, specifikovat produkční vztahy nelineárně bez omezování určitou funkční normou, analyzovat potenciální nákladové úspory a produkční zisky plynoucí ze změn vstupů a výstupů. [6]

### **3.1.6. Software Efficiency measurement system**

Efficiency Measurement System (EMS) je software pro Windows 9x/NT, který počítá v rámci analýzy datových obalů (DEA) hodnoty efektivit. EMS přijímá data ve formátu MS Excel nebo formátu textovém. Navíc ke „standardním“ vstupům a výstupům dokáže řešit i nediskrétní vstupy a výstupy (tedy takové, které nejsou kontrolovány měřenou jednotkou). Velikost analyzovaného souboru je limitována pamětí vašeho počítače. Přestože kód není plně optimalizován, podařilo se úspěšně řešit problémy s více jak 5000 jednotkami se 40 vstupy a výstupy. [12]

Základní vlastnosti:

- Operační systém: Windows 9x/NT
- Přijímané vstupní formáty: Excel 97 or ASCII
- Konvexní a nekonvexní technologie
- Konstantní, nerostoucí, neklesající a proměnné výnosy z rozsahu
- Radiální, aditivní, minAverage a superefektivní měřítka
- Vstupově, výstupově orientované a neorientované modely
- Váhová omezení
- Nediskrétní vstupy a výstupy
- Podpora programové efektivity, Malmquistových indexů a Window analýzy
- Reportuje skóre, stínové ceny/váhy, intenzity ( $\lambda$ ), peer jednotky a posuvy

### 3.2. Grafická karta

Vývoj specializovaných grafických prostředků počítačů začal zhruba v první polovině šedesátých let minulého století. V té době se začaly počítače v poměrně velké míře využívat při zpracovávání vědeckých dat. Zadávání těchto dat a výstup výpočtů například v číselné podobě je však pro člověka málo srozumitelný a přehledný, zejména v případě, že je nutné porozumět většímu množství dat, která jsou mezi sebou určitým způsobem provázána.[8]

Ukázalo se, že v některých případech je mnohem srozumitelnější a názornější převést číselné informace na informace grafické, a ty následně zobrazit (například formou grafu, barevné mapy, symbolů či barevného zvýraznění) buď na obrazovku počítače, nebo pomocí tiskáren a plotterů na papír či jiné podobné médium.[8]

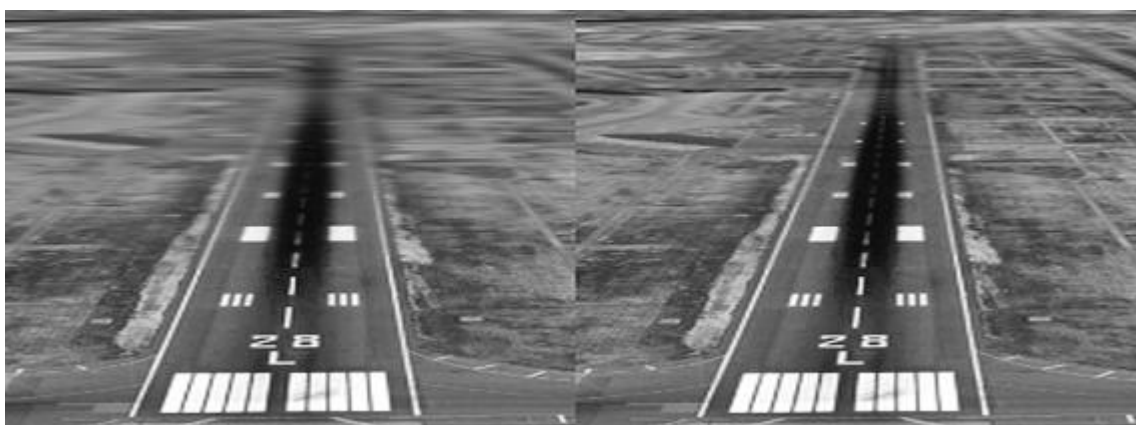
V současné době pravděpodobně není zapotřebí význam grafického výstupu u počítačů zdůrazňovat, protože každý osobní počítač či pracovní stanice je už po delší dobu standardně vybaven grafickou kartou a monitorem. Pomocí těchto zařízení lze snadno realizovat jak celoobrazovkový či řádkový znakový výstup, tak i plně grafický výstup.[8]

Moderní grafická karta se v zásadě skládá z pěti komponent: systémového rozhraní, grafické paměti, grafického procesoru (GPU), frame bufferu a RAMDAC (Random Access

Memory Digital/Analog Converter) převodníku. Systémové rozhraní je umístěno nejbližší k základní desce počítače a v současné době se nejčastěji jedná o PCI Express. Data přicházející z počítače jsou ukládána do grafické paměti, která slouží i jako paměť pro ukládání objektů a textur a která má v současnosti většinou kapacitu 256 až 4 128 MB. V paměti uložená data následně putují do grafického procesoru (GPU), který vypočítá všechny pozice, pohyby a rozhraní objektů 3D scény a vytvoří z nich obraz. [8]

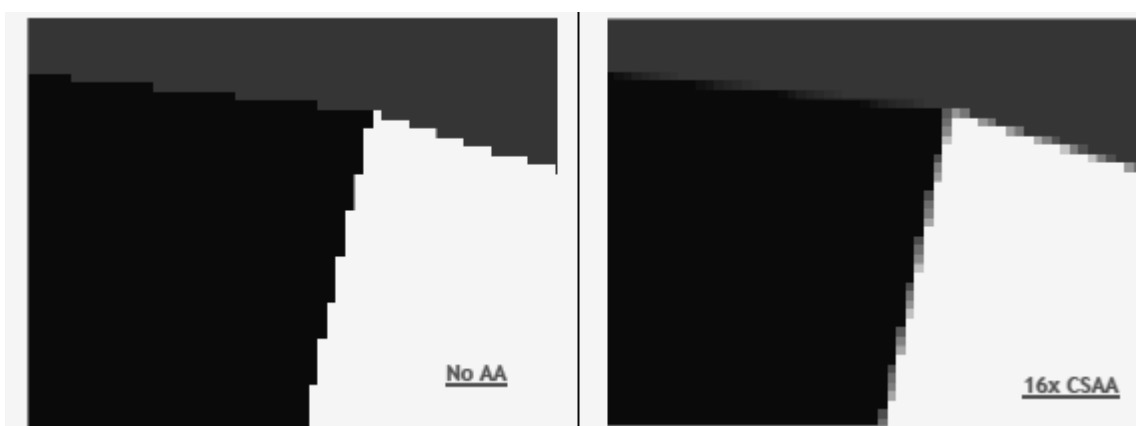
### 3.2.1. Základní pojmy

**Anizotropické filtrování** - Anizotropické filtrování zajišťuje, aby se i vzdálenější textury zdály ostré. V podstatě se sníží jejich rozlišení, takže vzdálené textury nevyžadují tolik výpočetního výkonu. [9]



Obrázek 1: Ukázka principu anizotropického filtrování [<http://www.gearthblog.com>]

**Anti-aliasing** - Převodem souřadnic a vektorů na pixely vznikají ostré a jakoby schodovité hrany, které anti-aliasing rozpozná a vyhlazuje. [9]



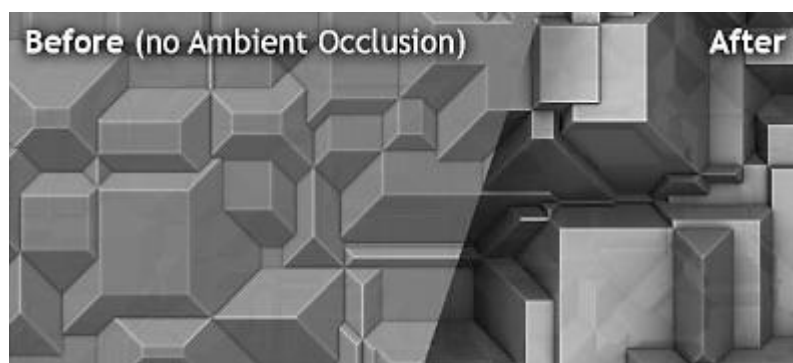
Obrázek 2: Ukázka principu anti-aliasingu [<http://developer.nvidia.com/>]

**Teslace** - Princip této technologie spočívá ve vytváření nové geometrie, respektive ve vytváření menších polygonů ze standardní polygonální sítě. Prakticky se tedy nejedná o žádnou vytvářenou „pseudo“ geometrii jako je tomu např. u offset mappingu (z 2D textury se simuluje plastický 3D povrch), ale jde skutečně o vytváření komplexnějších modelů ze standardních modelů o nízkém počtu polygonů. Zjednodušeně lze říci, že platí pravidlo, čím větší je počet polygonů daného modelu, tím je objekt detailnější. [10]



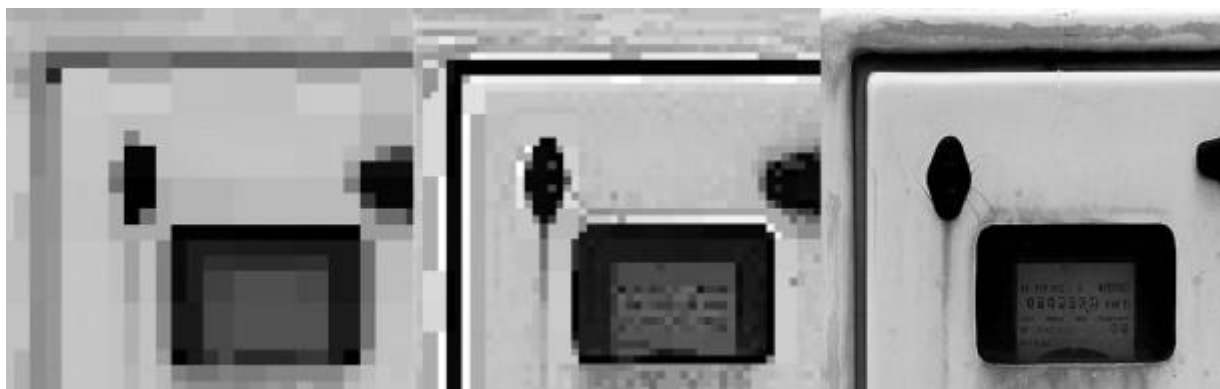
Obrázek 3: Ukázka principu teselace [<http://www.svethardware.cz>]

**Ambient Occlusion (stínování okolím)** –. V závislosti na počtu paprsků, které narazí na nějaký objekt, je sledovaný bod tmavší nebo světlejší (tmavší s větším počtem objektů). Takto se zjistí několik bodů na objektu a pomocí některé z filtrací se vyhladí konečný výsledek. Bohužel tato metoda je velmi výpočetně náročná, a proto se z větší části dodnes používala předpočítaná scéna. Výkonné grafické karty však již AO relativně zvládají, a tak se můžeme kochat velmi realistickým nasvícením scény i při pohybujiících se objektech, či animaci jednoho objektu (postava). Při průchodu pixel shaderem získává každý pixel informace o barvě. [11]



Obrázek 4: Ukázka principu stínování okolím [<http://www.filterforge.com>]

**Kvalita textur** - Pro zvýšení realističnosti scény jsou rozhraní 3D objektů pokryta obrázky (texturami). Kvalita textury je ve většině her nastavitelná. [9]



Obrázek 5: Porovnání kvality textur [<http://www.pixelsmashers.com>]

### 3.2.4. Společnost nVidia

Průkopnická práce společnosti nVidia ve vizuálním zpracování – kombinaci umění a počítačové grafiky – vedla k tisícům patentovaných vynálezů, průlomových technologií, pomohlo přeměnit osobní počítač z nástroje pro produktivitu na nástroj kreativity a objevování, a posunulo mobilní revoluci. [15]

Jádrem naší společnosti je GPU, motor moderního vizuálního zpracování, které bylo vynalezeno v roce 1999. Jedny z nejkompaktnějších procesorů, které byly kdy postaveny, jsou naše GPU generace Kepler, které se pyšní 7 miliardami tranzistorů. GPU se vyvinulo z počítačové grafiky jakožto výhody do nekonečně expandujícího průmyslu – definuje PC hry, produkci filmů, design produktů, zdravotní diagnózu, vědecký výzkum a další kategorie. Grafické karty nyní posouvají nová pole působnosti jako počítačová vize, počítačové zpracování fotografií a jejich vylepšování a v neposlední řadě umělá realita. [15]

Výzkum společnosti nVidia prozkoumává témata na hranicích vizuálních, paralelních a mobilních výpočtů. Naše současná práce je rozdělena mezi mnoho domén obsahujících počítačovou grafiku, fyzikální simulace, vědecké výpočty, programovací jazyky, design tištěných spojů a počítačovou architekturu. Podporujeme výzkum v těchto oblastech skrze kolaboraci s akademickými a průmyslovými institucemi a sdílíme výsledky na technologických konferencích, v denících a dalších akademických sítích. [15]

### 3.2.5. Společnost AMD

Advanced Micro Devices (zkráceně AMD) je americká hardwarová společnost založená 1. května 1969 v Sunnyvale (Kalifornie) s působením na celosvětovém trhu. Soustředí se na vývoj CPU, čipsetů a GPU. CPU hlavně x86 kompatibilní, čipsety pro příslušné CPU a GPU kompatibilní DirectX, OpenGL a OpenCL. Vlastní 8,6% podílu firmy Spansion, výrobce flash pamětí. Hodnota firmy v roce 2010 byla 6,49 miliardy USD. [14]

Největšími konkurenty společnosti AMD jsou společnosti Intel na poli CPU a čipsetů, nVidia na poli GPU a v mobilním segmentu výrobci SoC čipů postavených na architektuře ARM. V roce 2011 je AMD 2. největší společností zabývající se vývojem procesorů (hlavně x86 kompatibilní), grafických čipů a čipsetů. [14]

AMD vyvíjí grafické čipy Radeon. Ty jsou osazovány na grafické karty řady Radeon a FireGL. Radeon je pro spotřební segment, FireGL se využívá v profi grafickém segmentu. Čipy podporují rozhraní PCI Express x16 2.1. [14]

Společnost dále prodává grafické paměti pod vlastní značkou Radeon. Paměti jsou typu DDR3 nebo GDDR5 ve velikosti 1 nebo 2 GB. Typ pamětí DDR3 s efektivními frekvencemi 1600 MHz v řadě Value nebo 1800 až 2000 MHz v řadě Mainstream. A typ pamětí GDDR5 s efektivními frekvencemi 4 až 6 GHz v řadě Gaming Entertainment. [14]



## 4. Analytická část

---

Analytická část práce vycházela z teoretických poznatků z předchozí kapitoly a její struktura byla sestavena následujícím způsobem.

První část práce definovala uživatele z hlediska jejich potřeb a možností, tedy popis jednotlivých konkrétních požadavků na grafickou kartu a finančních omezení. Dále bylo potřeba definovat vzorek zkoumaných produkčních jednotek (grafických karet) a popsat jejich kvantifikovatelné vstupy a výstupy vhodné pro metodu analýzy datových obalů. Posledním krokem v této části bylo přiřazení jednotlivých grafických karet z celého souboru ke konkrétním uživatelským segmentům právě na základě požadavků a omezení.

V druhé části bylo nutné zpracovat všechna data pro výpočet metody DEA v prostředí softwaru EMS. Zpracování dat a i následná analýza datových obalů pracovala na stejném principu pro všechny tři segmenty. Nejprve byla provedena korelační analýza všech vstupů a výstupů, aby se snížil počet proměnných a zároveň zůstala zachována výpovědní hodnota souboru. Následně proběhly samotné výpočty třech DEA modelů pro každý segment. První model, označený jako celkové hodnocení, obsahoval všechny vstupy a výstupy, které byly vybrány na základě korelační analýzy, a jeho účelem bylo nalezení výjimečných grafických karet. Druhý model, nazvaný jako technická efektivita, hodnotil karty z hlediska poměru spotřebovaného množství energie ve watttech a výkonu ve vybraných herních, syntetických a GPGPU testech. Třetí model s názvem „Poměr ceny a výkonu v reálných hrách“ potom vyhledal takové karty, které měly výjimečnou cenu a výkon v reálných herních testech.

Pro zvýšení diskriminace metody analýzy datových obalů byly použity modely se superefektivitou. To umožnilo porovnat více efektivních karet mezi sebou a určit, která byla skutečně nejlepší.

Poslední část pro každý analyzovaný segment bylo zhodnocení výsledků s návrhem případných alternativ. Dále pak obsahovala porovnání a zhodnocení jednotlivých výrobců grafických a karet a grafických čipů z hlediska relativního počtu efektivních karet v pro jednotlivé DEA modely.

## 4.1. Definování uživatelských segmentů

Pro potřeby splnění cíle této práce bylo potřeba definovat jednotlivé uživatelské skupiny – segmenty. Každá z těchto skupin byla definována na základě unikátních požadavků. Zvoleny byly následující:

### 1) Skupina A – základní segment

Základní segment byl tvořen uživateli, jež mají pouze nízké nároky, co se výkonu týče. Hlavním požadavkem takového uživatele byla nízká cena produktu a co nejmenší emise hluku, tepla a dalších nežádoucích jevů. Konkrétně si uživatel základního segmentu přál, aby cena produktu **nebyla vyšší než 3500 Kč** včetně DPH.

### 2) Skupina B – multimediální segment

Multimediální segment zahrnoval uživatele, kteří už měli vyšší požadavky na grafickou stránku po všech směrech. Nejen, že tato karta musela být dostatečně výkonná na občasné hraní nejnovějších počítačových her, ale zároveň hrála roli spotřeba energie takovéto karty a emise hluku a tepla. Nicméně, uživatel této skupiny byl ochotný za tyto parametry připlatit vyšší sumu – konkrétně **až 8000 Kč** včetně DPH.

### 3) Skupina C – hráčský segment

Hráčský segment byl tím nejnáročnějším z pohledu požadavků uživatele. Bylo třeba zajistit maximální možný výkon za co nejnižší cenu. Uživatelský komfort v tomto segmentu nehrál významnou roli – tedy spotřeba, emise hluku a tepla nebyly pro hráče významným faktorem ovlivňujícím nákup. Tento segment **nebyl omezen cenou** produktu.

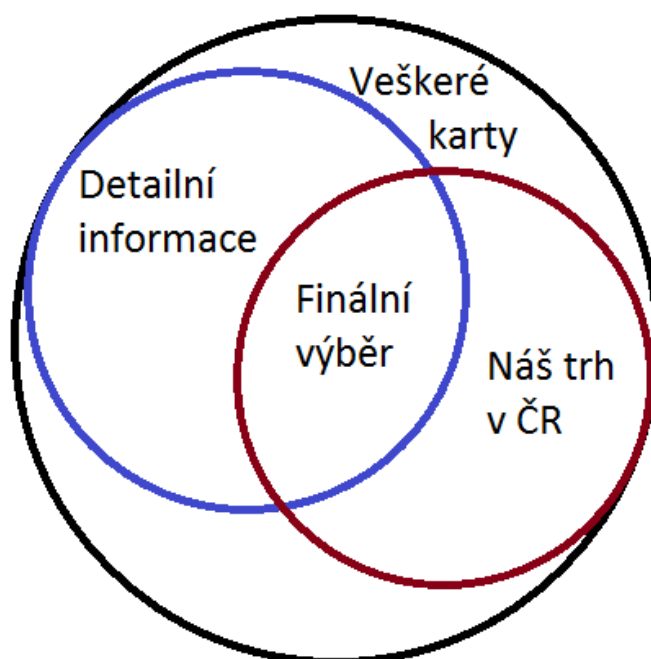
## 4.2. Charakteristika produkčních jednotek

Modely **analýzy obalu dat** (DEA – Data Envelopment Analysis) vyhodnocují relativní efektivnost mezi větším počtem homogenních produkčních jednotek. To znamená jednotek, které produkují identické nebo ekvivalentní výstupy a pro tuto produkci spotřebovávají určité vstupy. Praktickou aplikaci modelů DEA pro účely této diplomové

práce umožnily velké databáze společnosti Tom's Hardware, která se zabývá testováním počítačových sestav a jejich jednotlivých komponent, v tomto případě – **grafických karet**.

Grafické karty bylo možno považovat za **homogenní produkční jednotky**, jelikož poskytovaly stejný výstup – nějaký druh výkonu (rychlost vykreslování grafiky v různém software) a zároveň měly i stejné vstupy, spotřebu energie, odpadní teplo, emise hluku a další. Avšak **existovalo několik podmínek**, které bylo třeba dodržet:

- 1) Jelikož je **grafická karta** součástí většího systému (osobního počítače) a výkon se neodvíjí pouze od ní, ale i od dalších komponent (procesor, operační paměť), bylo nutné zajistit, aby každá karta byla **testována na totožném systému**. V opačném případě došlo k významnému zkreslení dat.
- 2) Vybrat takové karty, které jsou **aktuálně na trh produkovány** výrobcem. Každým rokem se totiž lehce mění postup jejich výroby, hlavně z hlediska miniaturizace tranzistorů. Porovnání starých a nových karet by ztrácelo smysl a docházelo by opět ke zkreslení dat.
- 3) Výběr karet podléhal omezením dle dostupnosti informací ke každé z nich. Byly přítomny **tři oblasti dat**, které navzájem byly provázány pouze přesně daným typem karty. Na *Obrázek 6* byly tyto oblasti pro lepší představu znázorněny jako tři kružnice, které se navzájem protínají. Základním souborem dat, v černém kruhu, byla hypotetická množina všech grafických karet na světě. Množina v modrém kruhu obsahovala pouze ty karty, ke kterým jsou ve světě dostupné detailní informace a testy. Tyto informace byly dostupné právě na serveru Tom's Hardware. Ve třetím kruhu, červeném, byly obsaženy grafické karty dostupné na našem trhu, tedy byla známa tržní cena v ČR. **Průnikem těchto množin** vznikl **finální výběr grafických karet**, pro které jsou známy veškeré parametry potřebné k výpočtům – vstupy a výstupy. Relativní velikosti kruhů byly zaneseny pouze orientačně pro situační zobrazení.



Obrázek 6: Průnik množin při volbě grafických karet

Zastoupení výrobců čipů a karet bylo sečteno do *Tabulka 1* v absolutních číslech. V prvním řádku byly dva hlavní výrobci grafických čipů, tedy společnosti nVidia a AMD. V prvním řádku byly výrobci samotných grafických karet – celkem osm různých společností, které čipy osazují na desku s dalšími komponentami. Některé společnosti, například eVGA, Sapphire a další, se soustředí na osazování čipů pouze od jednoho výrobce. Tento fakt neměl žádný vliv na splnění cílů práce ani na dodržení metodiky.

	<b>nVidia</b>	<b>AMD</b>	<b>Celkem</b>
<b>eVGA</b>	6	0	6
<b>ASUS</b>	11	8	19
<b>Palit</b>	11	0	11
<b>Zotac</b>	8	0	8
<b>Gainward</b>	8	0	8
<b>GigaByte</b>	9	7	16
<b>MSI</b>	12	4	16
<b>Sapphire</b>	0	19	19
<b>Celkem</b>	<b>65</b>	<b>38</b>	<b>103</b>

Tabulka 1: Zastoupení výrobců grafických čipů a karet

### 4.3. Vstupy grafických karet

Grafické karty byly pro potřeby výpočtu efektivnosti pomocí analýzy datových obalů charakterizovány těmito vstupy: **cena (Kč), spotřeba energie v klidu a zátěži (W), emise hluku v klidu a zátěži (dB) a teplota v klidu a zátěži (°C).**

**Cena grafické karty** byla zjištěna doporučenou prodejní cenou výrobce pro náš trh. Použity byly dva největší e-shopy zabývající se prodejem elektroniky. Jelikož jsou autorizovanými prodejci těchto karet, bylo možné získat cenu produktů pro většinu grafických karet, ke kterým se podařilo obstarat detailní testy a informace.

**Spotřeba energie v klidu a zátěži** byla testována zaměstnanci internetového magazínu Tom's Hardware pomocí profesionálních a kalibrovaných nástrojů, takže bylo možné získat odběr energie samotné grafické karty a ne dalších částí počítače. Tato vlastnost byla spíše důležitá u základního a multimediálního segmentu z hlediska úspornosti provozu takového zařízení.

**Emise hluku v klidu a zátěži** byla měřena opět profesionálním a kalibrovaným přístrojem z konstantní vzdálenosti od zdroje pro všechny testy. Jelikož se mezi kartami nacházely takové typy, které měly pasivní chlazení (tzn. bez ventilátoru) a nevydávaly žádný hluk, byla jim přiřazena hodnota 15 dB, kterou lze naměřit ve velmi tiché místnosti. Pokud by nebyla provedena tato úprava, hrozilo by významné zkreslení výsledků.

**Teplota v klidu a zátěži** byla měřena pomocí čidla integrovaného v samotném čipu grafické karty. Teplota čipu ovlivňuje nejenom uživatelský tepelný komfort, ale také, pokud je dlouhodobě vysoká, snižuje životnost celé grafické karty. Teplota v zátěži byla daleko významnějším faktorem než teplota v klidu.

### 4.4. Výstupy grafických karet

Výstupy grafických karet bylo možné rozdělit do třech kategorií:

První kategorie obsahovala testy **reálné**. Tedy takové, které zatěžují kartu celkově k účelu, ke kterému byla karta navržena a vyrobena – poskytování komplexního grafického výstupu a hraní počítačových her.

Druhá kategorie obsahovala **syntetické** testy, které byly vytvořeny na základě počítačových her, ale scénář je pevně daný a uživatel do dění nijak nezasahuje – trvá několik desítek minut a obsahuje vícero testů menších.

Třetí kategorie obsahovala **GPGPU** (General-purpose computing on graphics processing units) testy. Tyto testy jsou specifické tím, že zatěžují pouze některé výpočetní procesory, případně zatěžují všechny náročnými paralelními výpočty, až na svou hranici. Fungují na principu přiřazování výpočtů, které běžně počítá CPU (procesor). Díky obrovskému počtu jader, které moderní grafická karta obsahuje, je v paralelních výpočtech mnohonásobně rychlejší než CPU. Tím bylo možné získat hraniční výpočetní výkon jednotlivých součástí.

### Reálné testy

Úroveň	Rozlišení	Grafické nastavení
<b>A - Základní</b>	<b>1280x720 (720p)</b>	<b>Minimální až střední kvalita</b>
		Bez vyhlazování hran
		Střední anizotropické filtrování
		Žádné stínování okolím
		Minimální hloubka teselace
		Normální kvalita textur
<b>B - Náročná</b>	<b>1920x1080 (1080p)</b>	<b>Vysoká kvalita</b>
		Lehké až střední vyhlazování hran
		Maximální anizotropické filtrování
		Střední hloubka teselace
		Vysoká kvalita textur
<b>C - Extrémní</b>	<b>2560x1440</b>	<b>Maximální kvalita</b>
		Maximální úroveň vyhlazování hran
		Maximální anizotropické filtrování
		Maximální hloubka teselace
		Maximální kvalita textur - HD textury

Tabulka 2: Grafické nastavení jednotlivých režimů

Jak už bylo řečeno, v této kategorii byly zastoupeny výhradně hry. Každá testovaná hra byla spouštěna ve třech režimech. Každý režim měl svoje parametry s rostoucími nároky na výkon karty. Tyto parametry byly přehledně sestaveny do *Tabulka 2*. Pro zjednodušení byly tyto testy označeny písmeny A,B a C s tím, že A byl základní režim, B byl náročný režim a C byl nazván režimem extrémním. První sloupec tabulky obsahoval název režimu, druhý sloupec tabulky rozlišení obrazu, na kterém byl test prováděn a třetí jednotlivé nastavení úrovně detailů pro danou skupinu. Co který parametr znamená, bylo vysvětleno v teoretické části této práce.

Výstupem všech počítačových her byla hodnota **průměrných snímků obrazu za vteřinu**, tedy plynulost obrazu. Čím vyšší byla tato hodnota, tím vyšší byla plynulost. Testovaných her bylo celkem devět. Hra Crysis 2 byla testována celkem dvakrát – v módu DirectX 9 a v módu DirectX 11.

### **Syntetické testy**

Oba syntetické testy byly, stejně jako hry, spouštěny ve třech různých režimech. Režimy se ztotožňovaly s těmi herními, co se nastavených parametrů týče.

**3DMark2011**- hodnotil výstup **body** pro každou kartu. Přestože tento údaj nebylo možné dobře uchopit a představit si, tak pro výpočet metodou DEA byl tento parametr stejně užitečný jako snímky za vteřinu. Tyto testy byly schopné prokázat reálnou vhodnost či nevhodnost pro daného uživatele.

**Unigine Heaven** – stejně jako 3DMark2011 je tento test specifický přednastaveným scénářem bez možnosti zásahu uživatele. Na rozdíl od 3DMarku2011 byl výstup stejný jako u počítačových her – **průměrné snímky za vteřinu**.

### **GPGPU testy**

Tyto testy jsou obecně založeny na jednoduchých a různorodých algoritmech, které testují danou vlastnost karty až na maximální možnou hranici. Výkon v těchto a herních testech se může velmi lišit pro každou kartu, ale umožňuje prozkoumat potenciál karty v každém jejím aspektu.

**GPGPU Bitming** – měřená veličina byla **GHash za sekundu**. Tedy rychlost hashování dat. Čím byla hodnota vyšší, tím byla karta schopnější provádět více paralelních a rychlejších výpočtů v čase.

**GPGPU Luxmark** – dovoluje v jednoduchém rozhraní otestovat výkon procesoru (CPU) nebo grafické karty (GPU) na několika scénách vykreslovaných pomocí LuxRenderu. Výstupem tohoto programu bylo bodové ohodnocení karty.

**GPU Caps Viewer Post FX** – tento software testoval grafické karty na několika Post FX testech, teselaci a dalších testech. Výstupem byla průměrná hodnota snímků za sekundu.

**GPU Caps Viewer Particles 1M** – software umožňoval otestovat grafickou kartu při extrémním zatížení a přehřívání a tím zjišťoval stabilitu průměrných snímků za vteřinu při vysokých teplotách.

**Nqueens** – test založený na problému osmi dam na šachovém poli. Úkolem grafické karty bylo za co nejnižší čas najít všechny kombinace postavení osmi dam na šachovém poli tak, aby se navzájem neohrožovaly. Jelikož byl tento test minimalizační, musel být převeden na maximalizační tím, že se hodnota odečetla od hranice dvaceti sekund, kterých žádná karta nedosáhla.

## 4.5. Přiřazení karet do uživatelských skupin

Přiřazení grafických karet do uživatelských skupin bylo nastaveno následujícím způsobem.

**Skupina A**, tedy základní segment, byl omezen finanční částkou **3500 Kč s DPH**. Dále vyžadoval, aby grafická karta byla schopná u všech herních titulů na **základní úroveň A** poskytovat alespoň 20 průměrných snímků za sekundu. Ze skupiny A byla vyřazena jediná grafická karta, konkrétně Sapphire Radeon HD 5450, kvůli tomu, že nebyla schopna ani spustit čtyři testované herní tituly. **Celkem** se v této skupině nacházelo po filtraci **32 grafických karet**. Shrnující tabulka se všemi grafickými kartami pro tuto skupinu včetně seznamu vyřazených karet byla vložena do *Přílohy 3*.



**Skupina B**, tedy multimediální, měla vyšší nároky na kvalitu obrazu. Hry, které chtěl uživatel na grafické kartě hrát, bylo nutné tedy spouštět a testovat v režimu B – náročné nastavení grafických parametrů obrazu. Obraz musel být plynulý, to znamenalo, aby průměrné snímky za sekundu u žádné hry **nebyly nižší než 20**. Tento náročnější uživatel měl i vyšší rozpočet na požadovanou kartu – hranice byla stanovena na **8000 Kč s DPH**. Toto omezení nesplnila žádná karta ze skupiny A a celkem dvě karty další. Konkrétně to byly Gainward GeForce GTX 550 Ti 1 GB a MSI GeForce GTX 650 OC 1084MHZ 1GB. Celkem v této kategorii zůstalo po filtraci **48 grafických karet**. Shrnující tabulka se všemi grafickými kartami pro tuto skupinu včetně seznamu vyřazených karet byla vložena do *Přílohy 4*.

**Skupina C**, tedy herní, stanovila maximální požadavky na kvalitu obrazu při vysokém rozlišení. Grafické karty byly pro tuto skupinu vybírány dle průměrných snímků za sekundu v režimu C – extrémním. Opět bylo nutné, aby byl obraz plynulý – tedy minimálně 20 průměrných FPS u každé hry. Tato skupina neměla **žádné finanční omezení**. Vyřazena z výběru byla celá skupina karet A a dohromady 17 karet splňujících kritéria pro skupinu B. V této skupině se po filtraci nacházelo celkem **52 grafických karet**. Shrnující tabulka se všemi grafickými kartami pro tuto skupinu včetně seznamu vyřazených karet byla vložena do *Přílohy 5*.

V *Tabulka 3*: Sumarizace omezujících podmínek pro přiřazení bylo uvedeno shrnutí celého procesu ovlivňujícího přiřazování karet do skupin a také výsledný počet karet v každé skupině.

Skupina	Finanční omezení	Testovaná kvalita obrazu	Průměrné FPS	Počet karet splňujících podmínky
<b>A - základní</b>	< 3500 Kč	A - základní	> 20	<b>32</b>
<b>B - multimediální</b>	< 8000 Kč	B - náročná	> 20	<b>48</b>
<b>C - herní</b>	není	C - extrémní	> 20	<b>52</b>

Tabulka 3: Sumarizace omezujících podmínek pro přiřazení

#### 4.6. Korelační analýza vstupů a výstupů

Cíle korelační analýzy v této práci byly pro každou ze skupin stejné. Nalézt takové vstupy a výstupy, které měly dostatečnou výpovědní hodnotu při minimalizaci jejich počtu. Matici korelační analýzy bylo možné rozdělit do pomyslných podskupin a to následujících.

**Cena** – pro korelační analýzu nebyla ničím podstatná, tudíž koeficienty bylo možné ignorovat.

**Herní a syntetické testy** – vhodným výběrem na základě koeficientů a vztahů bylo možné minimalizovat počty těchto výstupů tak, že nesnížily výpovědní hodnotu informací pro následující výpočty.

**GPGPU testy** – tato podskupina byla doplňkem k herním a syntetickým testům a dokázala nadále zpřesnit celkovou výkonnost grafických karet. Bylo vhodné snížit počet těchto výstupů na úplné minimum.

**Teplota, hluk a spotřeba** – podskupina, kde výpovědní hodnota koeficientů nebyla tak podstatná jako u testů, jelikož se tyto vstupy přiřazovaly na základě významnosti pro danou skupinu.

Korelační koeficienty mezi podskupinami bylo možné ignorovat (až na vztah herních, syntetických a GPGU testů), jelikož byl vztah pro práci nedůležitý nebo neexistoval kauzální nexus. Kritickou hranicí pro významnost korelace byl koeficient 0,7. Pokud byl nižší, tak se stal cílem dalšího zkoumání vztahů.

#### 4.6.1. Skupina A – základní

V *Tabulka 4* byly vypočteny korelační koeficienty pro herní a syntetické testy. Vhodným kandidátem ze syntetických testů se stal **3DMark2011**, který koreloval s oběma Unigine testy a nižší korelaci měl u třech reálných her. Z těchto byla významná hra **Starcraft 2**, která měla koeficient pod 0,7 celkem u pěti herních titulů. Průnikem množin nekorelovaných her se Starcraft 2 a 3DMark2011 pak vyšel třetí titul a tím byla **Batman Arkham City**. Se zbytkem pole tyto tři tituly korelovaly velmi silně, tudíž se výpovědní hodnota pro výpočet DEA nikterak nesnížila. Významné prvky, tedy ty s koeficientem nižším než 0,7, byly vyznačeny v tabulce tmavší barvou.

	3DMark11	Unigine Heaven	Unigine Sanctuary	Metro 2033	Aliens vs. Predator Crysis 2	DirectX 9	Crysis 2 DX 11	Mafia 2	GTA IV EFLC	Batman AC	DiRT 3	Starcraft 2	Battlefield 3
3DMark11	1	0.98	0.97	0.89	0.95	0.95	0.96	0.93	0.55	0.69	0.98	0.63	0.89
Unigine Heaven	0.98	1	0.99	0.92	0.97	0.97	0.99	0.96	0.61	0.78	0.99	0.64	0.95
Unigine Sanctuary	0.97	0.99	1	0.87	0.94	0.94	0.97	0.91	0.55	0.72	0.97	0.57	0.94
Metro 2033	0.89	0.92	0.87	1	0.98	0.97	0.96	0.99	0.84	0.87	0.93	0.86	0.92
Aliens vs. Predator	0.95	0.97	0.94	0.98	1	0.99	0.99	0.99	0.74	0.81	0.97	0.78	0.94
Crysis 2 DirectX 9	0.95	0.97	0.94	0.97	0.99	1	0.98	0.99	0.76	0.8	0.97	0.76	0.93
Crysis 2 DX 11	0.96	0.99	0.97	0.96	0.99	0.98	1	0.98	0.7	0.83	0.98	0.72	0.96
Mafia 2	0.93	0.96	0.91	0.99	0.99	0.99	0.98	1	0.79	0.84	0.96	0.82	0.93
GTA IV EFLC	0.55	0.61	0.55	0.84	0.74	0.76	0.7	0.79	1	0.79	0.64	0.86	0.7
Batman AC	0.7	0.78	0.72	0.87	0.81	0.8	0.83	0.84	0.79	1	0.8	0.66	0.88
DiRT 3	0.98	0.99	0.97	0.93	0.97	0.97	0.98	0.96	0.64	0.8	1	0.67	0.94
Starcraft 2	0.63	0.64	0.57	0.86	0.78	0.76	0.72	0.82	0.86	0.66	0.67	1	0.67
Battlefield 3	0.89	0.95	0.94	0.92	0.94	0.93	0.96	0.93	0.7	0.88	0.94	0.67	1

Tabulka 4: Korelace herních a syntetických testů skupiny A

V *Tabulka 5* byly uvedeny korelační koeficienty pro významné herní a syntetické testy s GPGPU testy. Významné koeficienty, v tomto případě větší než 0,7, byly označeny tmavší barvou. Významnými se ukázaly testy **Particles 1M** a **Nqueens**. Ostatní testy silně korelovali sami mezi sebou nebo s nějakým herním titulem, který byl v předchozím výpočtu korelačních koeficientů označen jako vhodný.

	3DMark11	Batman AC	Starcraft 2	Bitmining	Luxmark	PostFX	Particles 1M	Nqueens
Bitmining	0.60	0.55	0.85	1	0.96	0.85	-0.58	-0.15
Luxmark	0.56	0.52	0.86	0.96	1	0.87	-0.58	-0.27
PostFX	0.86	0.72	0.87	0.85	0.87	1	-0.20	-0.52
Particles 1M	0.02	0.23	-0.32	-0.58	-0.58	-0.20	1	-0.25
Nqueens	-0.61	-0.44	-0.14	-0.15	-0.27	-0.52	-0.25	1

Tabulka 5: Korelace herních a syntetických testů s GPGPU testy skupiny A

V *Tabulka 6* byly vypočteny korelační koeficienty teplot (Temp\_Idle, Temp\_Load), spotřeby energie (Power\_Idle, Power\_Load) a naměřeného hluku (Noise\_Idle, Noise\_Load) v klidovém a zatíženém režimu. Patrná byla velmi silná korelace mezi hlukem v klidu a zátěži. Bylo to dáno tím, že karty v této kategorii nepotřebují výkonné chlazení čipu a paměti, tudíž i systém chlazení může pracovat v obou režimech téměř stejně. Ostatní měřené veličiny vykazovaly obecně velmi nízkou úroveň korelace.

	Temp_Idle	Temp_Load	Power_Idle	Power_Load	Noise_Idle	Noise_Load
Temp_Idle	1.00	0.36	0.12	-	-	-
Temp_Load	0.36	1.00	0.19	0.16	-	-
Power_Idle	0.12	0.19	1.00	0.50	0.21	0.33
Power_Load	-	0.16	0.50	1.00	0.27	0.45
Noise_Idle	-	-	0.21	0.27	1.00	0.95
Noise_Load	0.61	0.20	0.33	0.45	0.95	1.00

**Tabulka 6:** Korelace teplot, hluku a spotřeb v zátěži a v klidu skupiny A

Finální výběr pro uživatelský segment A v sobě shrnuje *Tabulka 7*. Celkem bylo zvoleno šest vstupů a pět výstupů. Kompletní korelační tabulka pro skupinu A byla vložena do *Přílohy 1*.

Zvolené vstupy	Zvolené výstupy
Teplota v klidu (°C)	3DMark2011 (body)
Teplota v zátěži (°C)	Starcraft 2 (fps)
Spotřeba v klidu (W)	Batman Arkham City (fps)
Spotřeba v zátěži (W)	Particles 1M (fps)
Hluk v zátěži (dB)	Nqueens (řešení/s)
Cena (Kč)	

**Tabulka 7:** Zvolené vstupy a výstupy pro skupinu A

#### 4.6.2. Skupina B – multimediální

V *Tabulka 8* byly vypočteny korelační koeficienty pro skupinu B – multimediální. Nízké korelační koeficienty bylo možné pozorovat u syntetického testu Unigine Heaven a hry Starcraft 2. Tyto dvě byly tedy zvoleny jako vhodné pro další výpočty. Třetím výstupem byl zvolen syntetický test Unigine Sanctuary, jelikož nejsilněji koreluje s ostatními hrami a tvoří tak zástupce s velmi dobrou výpovědní hodnotou. Významné prvky, tedy ty s koeficientem nižším než 0,7, byly opět vyznačeny v tabulce tmavší barvou.

	3DMark11	Unigine Heaven	Unigine Sanctuary	Metro 2033	Aliens vs. Predator	Crysis 2 DirectX 9	Crysis 2 DX 11	Mafia 2	GTA IV EFLC	Batman AC	DiRT 3	Starcraft 2	Battlefield 3
3DMark11	1.00	0.82	0.87	0.79	0.84	0.84	0.93	0.93	0.72	0.76	0.95	0.53	0.94
Unigine Heaven	0.82	1.00	0.62	0.62	0.68	0.68	0.79	0.75	0.67	0.53	0.82	0.35	0.82
Unigine Sanctuary	0.87	0.62	1.00	0.90	0.89	0.92	0.92	0.91	0.73	0.87	0.85	0.55	0.83
Metro 2033	0.79	0.62	0.90	1.00	0.95	0.96	0.89	0.89	0.76	0.90	0.77	0.60	0.78
Aliens vs. Predator	0.84	0.68	0.89	0.95	1.00	0.98	0.94	0.92	0.74	0.89	0.83	0.64	0.85
Crysis 2 DirectX 9	0.84	0.68	0.92	0.96	0.98	1.00	0.94	0.93	0.73	0.92	0.82	0.68	0.83
Crysis 2 DX 11	0.93	0.79	0.92	0.89	0.94	0.94	1.00	0.96	0.74	0.85	0.91	0.61	0.92
Mafia 2	0.93	0.75	0.91	0.89	0.92	0.93	0.96	1.00	0.77	0.90	0.92	0.63	0.92
GTA IV EFLC	0.72	0.67	0.73	0.76	0.74	0.73	0.74	0.77	1.00	0.75	0.72	0.56	0.70
Batman AC	0.76	0.53	0.87	0.90	0.89	0.92	0.85	0.90	0.75	1.00	0.70	0.80	0.72
DiRT 3	0.95	0.82	0.85	0.77	0.83	0.82	0.91	0.92	0.72	0.70	1.00	0.39	0.98
Starcraft 2	0.53	0.35	0.55	0.60	0.64	0.68	0.61	0.63	0.56	0.80	0.39	1.00	0.45
Battlefield 3	0.94	0.82	0.83	0.78	0.85	0.83	0.92	0.92	0.70	0.72	0.98	0.45	1.00

Tabulka 8: Korelace her a syntetických testů skupiny B

V *Tabulka 9* byly opět uvedeny korelační koeficienty pro syntetické testy a vybrané herní testy. Patrná byla korelace jedna mezi GPGPU testy Bitmining a Luxmark. Z těchto dvou byl vybrán jako vhodnější Bitmining, jelikož dosahoval v průměru nižší korelace než druhý. Ostatní testy korelovaly již vybranými herními tituly a byly následně vyřazeny.

	U. Heaven	U. Sanctuary	Starcraft 2	Bitmining	Luxmark	PostFX	Particles 1M	Nqueens
Bitmining	-0.34	0.18	0.18	1.00	0.96	0.54	-0.66	0.13
Luxmark	-0.33	0.28	0.16	0.96	1.00	0.65	-0.63	-0.05
PostFX	0.37	0.90	0.50	0.54	0.65	1.00	0.15	-0.61
Particles 1M	0.78	0.50	0.43	-0.66	-0.63	0.15	1.00	-0.41
Nqueens	-0.47	-0.73	-0.05	0.13	-0.05	-0.61	-0.41	1.00

Tabulka 9: Korelace herních a syntetických testů s GPGPU testy skupiny B

Korelační koeficienty v *Tabulka 10* nezaznamenaly významné hodnoty mezi spotřebou, hlukem a teplotou. Tyto byly vybrány na základě významnosti pro daný segment. Uživatel se v tomto segmentu nezajímal o teplotu v klidu a hluk v klidu. Pro další výpočty byly tyto vyřazeny.

	Temp_Idle	Temp_Load	Power_Idle	Power_Load	Noise_Idle	Noise_Load
Temp_Idle	1.00	0.38	0.18	0.35	0.47	0.59
Temp_Load	0.38	1.00	0.16	0.48	0.14	0.48
Power_Idle	0.18	0.16	1.00	0.36	-0.24	-0.03
Power_Load	0.35	0.48	0.36	1.00	-0.13	0.10
Noise_Idle	0.47	0.14	-0.24	-0.13	1.00	0.62
Noise_Load	0.59	0.48	-0.03	0.10	0.62	1.00

Tabulka 10: Korelace teplot, hluku a spotřeb v zátěži a v klidu skupiny B

Finální výběr pro uživatelský segment B v sobě shrnula *Tabulka 7*. Celkem byly zvoleny čtyři vstupy a čtyři výstupy. Kompletní korelační tabulka pro skupinu B byla vložena do *Přílohy 2*.

Zvolené vstupy	Zvolené výstupy
Teplota v zátěži (°C)	Unigine Heaven (fps)
Spotřeba v zátěži (W)	Unigine Sanctuary (fps)
Hluk v zátěži (dB)	Starcraft 2 (fps)
Cena (Kč)	GPGPU Bitmining (Ghash/s)

Tabulka 11: Zvolené vstupy a výstupy pro skupinu B

### 4.6.3. Skupina C – herní

V *Tabulka 12* byly vypočteny korelační koeficienty pro skupinu C – herní. Nízké korelační koeficienty ve větším množství bylo možné pozorovat u syntetického testu Unigine Heaven, která se všemi testy korelovala pouze slabě a v několika případech silně. Slabě korelujícími hrami byly hry GTA IV, Mafia 2 a Metro 2033. Jak vhodným výstupem byl zvolen i syntetický test Unigine Sanctuary, který vybrané testy nadále doplnil, aniž by s nimi významně koreloval. Významné prvky, tedy ty s koeficientem nižším než 0,7, byly opět vyznačeny v tabulce tmavší barvou.

	3DMark11	Unigine Heaven	Unigine Sanctuary	Metro 2033	Aliens vs. Predator	Crysis 2 DirectX 9	Crysis 2 DX 11	Mafia 2	GTA IV EFLC	Batman AC	DIRT 3	Starcraft 2	Battlefield 3
3DMark11	1.00	0.52	0.80	0.84	0.87	0.92	0.94	0.78	0.63	0.92	0.76	0.86	0.92
Unigine Heaven	0.52	1.00	0.58	0.36	0.55	0.51	0.58	0.45	0.32	0.50	0.35	0.36	0.47
Unigine Sanctuary	0.80	0.58	1.00	0.57	0.97	0.85	0.85	0.54	0.29	0.58	0.53	0.72	0.67
Metro 2033	0.84	0.36	0.57	1.00	0.69	0.81	0.79	0.57	0.45	0.84	0.52	0.77	0.77
Aliens vs. Predator	0.87	0.55	0.97	0.69	1.00	0.91	0.90	0.58	0.35	0.68	0.58	0.80	0.75
Crysis 2 DirectX 9	0.92	0.51	0.85	0.81	0.91	1.00	0.98	0.78	0.46	0.87	0.72	0.79	0.88
Crysis 2 DX 11	0.94	0.58	0.85	0.79	0.90	0.98	1.00	0.83	0.48	0.89	0.75	0.77	0.92
Mafia 2	0.78	0.45	0.54	0.57	0.58	0.78	0.83	1.00	0.54	0.83	0.84	0.44	0.93
GTA IV EFLC	0.63	0.32	0.29	0.45	0.35	0.46	0.48	0.54	1.00	0.66	0.81	0.61	0.52
Batman AC	0.92	0.50	0.58	0.84	0.68	0.87	0.89	0.83	0.66	1.00	0.77	0.75	0.90
DIRT 3	0.76	0.35	0.53	0.52	0.58	0.72	0.75	0.84	0.81	0.77	1.00	0.65	0.79
Starcraft 2	0.86	0.36	0.72	0.77	0.80	0.79	0.77	0.44	0.61	0.75	0.65	1.00	0.65
Battlefield 3	0.92	0.47	0.67	0.77	0.75	0.88	0.92	0.93	0.52	0.90	0.79	0.65	1.00

Tabulka 12: Korelace herních a syntetických testů skupiny C

	Unigine Heaven	Unigine Sanctuary	Metro 2033	Mafia 2	GTA IV EFLC	Bitmining	Luxmark	PostFX	Particles 1M	Nqueens
Bitmining	0.40	0.87	0.24	0.21	-0.08	1.00	0.97	0.66	-0.59	0.24
Luxmark	0.35	0.78	0.11	0.05	-0.18	0.97	1.00	0.74	-0.59	0.32
PostFX	0.06	0.33	-0.30	-0.23	-0.21	0.66	0.74	1.00	-0.33	0.62
Particles 1M	-0.39	-0.47	-0.29	-0.16	0.30	-0.59	-0.59	-0.33	1.00	-0.04
Nqueens	-0.12	-0.12	-0.75	-0.38	-0.49	0.24	0.32	0.62	-0.04	1.00

Tabulka 13: Korelace herních a syntetických testů s GPGPU testy skupiny C

V Tabulka 13 byly opět uvedeny korelační koeficienty pro syntetické testy a vybrané herní testy. Patrná byla korelace jedna mezi GPGPU testy Bitmining a Luxmark. Oba testy byly vyřazeny kvůli korelaci s Unigine Sanctuary. Nqueens byl vyřazen kvůli korelaci s hrou Metro 2033, která už byla vybrána jako vhodná. Vybranými GPGPU byly PostFX a Particles 1M testy.

Korelační koeficienty v Tabulka 14 nezaznamenaly významné hodnoty mezi spotřebou, hlukem a teplotou. Tyto byly vybrány na základě významnosti pro daný segment. Uživatel se v tomto segmentu nezajímal o hodnoty testovaných kritérií v klidovém režimu. Pro další výpočty byly tyto vyřazeny.

	Temp_Idle	Temp_Load	Power_Idle	Power_Load	Noise_Idle	Noise_Load
Temp_Idle	1.00	0.43	-0.06	0.06	0.39	0.58
Temp_Load	0.43	1.00	-0.26	0.01	0.26	0.39
Power_Idle	-0.06	-0.26	1.00	0.19	-0.09	0.04
Power_Load	0.06	0.01	0.19	1.00	-0.17	0.30
Noise_Idle	0.39	0.26	-0.09	-0.17	1.00	0.47
Noise_Load	0.58	0.39	0.04	0.30	0.47	1.00

Tabulka 14: Korelace teplot, hluku a spotřeb v zátěži a v klidu skupiny C



Finální výběr pro uživatelský segment C v sobě shrnula *Tabulka 7*. Celkem byly zvoleny čtyři vstupů a sedm výstupů. Kompletní korelační tabulka pro skupinu C byla vložena do *Přílohy 3*.

Zvolené vstupy	Zvolené výstupy
Teplota v zátěži (°C)	Unigine Heaven (fps)
Spotřeba v zátěži (W)	Unigine Sanctuary (fps)
Hluk v zátěži (dB)	Mafia 2 (fps)
Cena (Kč)	Metro 2033 (fps)
	GTA IV (fps)
	GPGPU Particles 1M (Ghash/s)
	GPGPU Particles PostFX

**Tabulka 15: Zvolené vstupy a výstupy pro skupinu C**

#### 4.7. Výpočet a zhodnocení DEA modelů se superefektivitou

Základem řešení dané problematiky bylo sestavení výchozí tabulky obsahující všechna potřebná data. Tyto data pak byla použita v různých modifikacích ve výstupově orientovaných CCR DEA modelech s použitím superefektivit. Výsledky byly vyhodnoceny podle požadavků uživatele daného segmentu.

Výchozími daty pro řešení problému byla tabulka obsahující všechny vstupy a výstupy, které byly označeny jako vhodné v předchozí části této práce a zároveň pouze ty karty, které dokázali splnit minimální požadavky pro zařazení do zkoumaného souboru. Veškerá data byla vložena do výchozích tabulek dané skupiny

Sloupce tabulky v sobě zahrnovaly dvě důležité informace. Název vstupu či výstupu a označení, zda se jedná právě o vstup nebo výstup. Tato informace byla do tabulky vložena za název a to ve formátu {O} – output (výstup) nebo {I} – input (vstup). Formát tohoto rozlišení byl nezbytně nutný pro program EMS, který řešil následné výpočty DEA modelů.

Za celé názvy grafických karet byl dosazen pracovní název vzorku ve tvaru **F {číslo}**. Důvodem byly příliš dlouhé názvy karet, které by snižovali přehlednost výpočtů i zápisu do tabulek. Vypovídací hodnotu ani orientaci ve výpočtech tento způsob žádným způsobem nesnižuje.

Prvním řešeným DEA modelem pro vyhledání efektivních grafických karet byl model označený jako celkové hodnocení. Princip spočíval v zahrnutí veškerých vstupů i výstupů do řešeného modelu a tím rozdělit karty na superefektivní, efektivní a neefektivní. Jelikož se jednalo právě o model se superefektivitou, byly hodnoty, u výstupově orientovaného CCR modelu, nižší než 1 (resp. 100%).

Dalším řešeným DEA modelem pro vyhledání efektivních grafických karet byl model označený jako technická efektivita. Princip spočíval v zahrnutí spotřeby energie jako vstupu a všech syntetických, herních i GPGPU testů jako výstupů a ty potom byly vloženy do řešeného modelu a tím došlo k rozdělení karet opět na superefektivní, efektivní a neefektivní. Jelikož se jednalo právě o model se superefektivitou, byly hodnoty, u výstupově orientovaného CCR modelu, nižší než 1 (resp. 100%).

Posledním řešeným DEA modelem pro vyhledání efektivních grafických karet byl model označený jako poměr ceny a výkonu v reálných hrách. Princip spočíval v zahrnutí ceny jako vstupu a reálných herních testů jako výstupů a ty potom byly vloženy do řešeného modelu a tím došlo k rozdělení karet opět na superefektivní, efektivní a neefektivní. Jelikož se jednalo právě o model se superefektivitou, byly hodnoty, u výstupově orientovaného CCR modelu, nižší než 1 (resp. 100%).

#### 4.7.1. Skupina A - základní

##### Výchozí data

DMU	cena {I}	3dmark {O}	batman {O}	starcraft2 {O}	caps {O}	nqueens {O}	tempload {I}	consumload {I}	noiseload {I}
F1	3452	7185	162	93.56	100	25.84	56	90	38.6
F2	3379	9780	155	142.45	38	48.94	65	105	36.3
F3	3336	4745	107	61.73	66	19.29	56	68	38.1
F4	3282	9517	167	131.3	125	36.80	69	127	39.7
F5	3222	9796	155	144.24	38	49.20	68	105	36.7
F6	3173	7183	162	93.53	100	25.84	55	90	38.2
F7	3161	4836	110	62.12	67	19.49	70	70	38.2
F8	3118	4852	108	62.07	66	19.41	62	70	40.4
F9	3040	9790	155	144.2	38	49.20	68	104	41.4
F10	3040	4745	107	61.77	66	19.33	56	68	38.5
F11	3023	4772	108	61.81	66	19.37	62	68	36.7
F12	3020	5134	160	100.09	61	10.81	72	123	42.8
F13	2997	4743	107	61.76	66	19.33	56	68	38.2
F14	2985	8330	188	108.47	110	29.21	55	94	38.2
F15	2871	9783	155	143.71	38	49.20	70	100	38.4
F16	2658	4752	107	61.8	66	19.33	59	68	39.2
F17	2579	4124	158	105.27	73	14.15	73	49	15
F18	2519	4001	91	56.8	90	17.52	55	50	36.7
F19	2507	4126	158	105.36	73	14.13	76	50	35.2
F20	2507	4128	158	105.29	73	14.15	71	49	35.2
F21	2373	4418	158	107.11	73	14.42	72	56	38.2
F22	2343	2516	45	29.66	67	12.35	53	38	34.9
F23	2315	4124	158	105.28	73	14.15	62	50	15
F24	2252	4120	156	104.7	72	14.07	69	49	36.2
F25	2252	3892	89	51.4	88	17.56	69	47	38.8
F26	2192	3887	89	51.4	88	17.52	68	47	15
F27	2010	2365	66	104.11	42	5.42	69	74	36.3
F28	1998	3882	89	51.51	88	17.52	55	48	37.9
F29	1937	3880	87	49.78	86	17.52	72	48	15
F30	1853	2045	73	99.18	54	22.17	50	45	34.2
F31	1756	2276	78	101.22	56	23.00	50	47	34.2
F32	1466	2270	62	97.53	40	4.87	66	50	36.9

Tabulka 16: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny A

Pro skupinu A, základní segment grafických karet, byly zvoleny následující vstupy a výstupy:

**Vstupy: Cena grafické karty (Kč), teplota grafického čipu v zátěži (°C), spotřeba v zátěži (W), hluk v zátěži (dB)**

**Výstupy: 3DMark2011 (bodové ohodnocení), Batman: Arkham City (průměrné FPS), Starcraft 2 (průměrné FPS), GPU Caps Viewer Particles 1M(průměrné FPS) Nqueens(počet nalezených řešení za sekundu)**

Z výpočtů byly vyřazeny informace o spotřebě v klidu a teplotě čipu v klidu, jelikož hodnoty všech karet byly velmi podobné a mohlo by docházet ke zkreslování výstupů. Výchozí hodnoty pro software EMS se nacházely v *Tabulce 16*.

### **Výsledky a zhodnocení**

V *Tabulce 17* byly zobrazeny následující údaje. První sloupec označoval měřenou jednotku, sloupec druhý pak celkovou efektivitu (superefektivitu). Celkem efektivních grafických karet z hlediska celkového hodnocení bylo 56,25%.

Ve druhém sloupci byly uvedeny efektivní karty po stránce technické efektivity. Jediným vstupem byla v tomto případě spotřeba energie a výstupem potom všechny syntetické, herní i GPGPU testy ze zkoumaného souboru. Efektivních grafických karet z technického hlediska bylo celkem 21,875%.

Ve třetím sloupci téže tabulky byly uvedeny efektivní karty z hlediska poměru ceny a reálného výkonu. Tedy jediným vstupem v tomto modelu byla cena karty a výstupy byly všechny reálné herní tituly z výchozího souboru – celkem tři. Efektivních grafických karet z tohoto pohledu bylo 12,5%.

Průnikem jednotlivých modelů byla získána množina karet (v tomto případě pouze jediná), které byly efektivní ze všech pohledů nutných k určení efektivní karty pro koncového uživatele.

DMU	Celkové hodnocení	Technická efektivita	Efektivita cena/výkon
F2	95,80%	105,03%	117,71%
F4	91,82%	119,81%	111,28%
F5	98,86%	104,81%	111,91%
F9	99,03%	103,85%	105,63%
F14	83,03%	100,78%	96,65%
<b>F15</b>	<b>93,86%</b>	<b>96,16%</b>	<b>94,48%</b>
F17	98,03%	100,00%	113,07%
F18	97,84%	102,58%	173,39%
F20	99,61%	99,92%	109,91%
F23	87,85%	102,04%	101,50%
F24	98,08%	100,31%	98,14%
F25	99,87%	99,87%	159,83%
F26	93,81%	100,00%	155,62%
F28	89,70%	102,09%	141,89%
F29	90,64%	102,82%	139,87%
F30	97,71%	97,71%	118,31%
F31	91,51%	99,61%	108,06%
F32	86,42%	112,58%	86,42%

Tabulka 17: Efektivita v jednotlivých modelech pro skupinu A

Jedinou efektivní kartou ze všech modelů se stala karta s označením jednotky **F15**. Pod tímto označením byla skryta karta **Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB**. Tato karta disponovala základnímu uživateli nejen vysokým výkonem, ale i přijatelnou spotřebou a nízkou cenou (kompletní parametry grafické karty k nalezení ve výchozí *Tabulka 16*). Tato karta byla též jako nejlevnější schopná splnit testovací kritéria pro úroveň B – tedy náročné nastavení kvality obrazu.

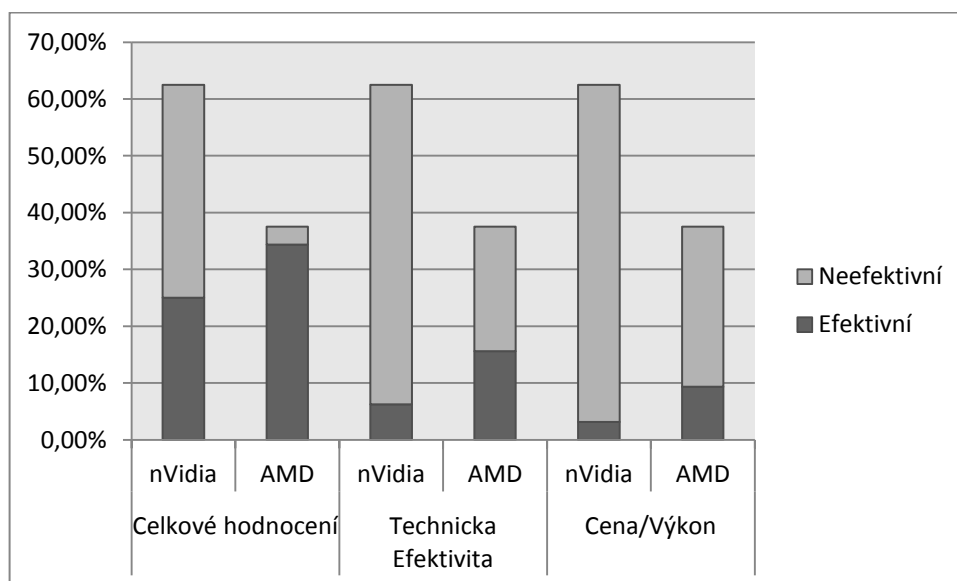
Zajímavou kartou byla nepochybně karta **F14**, jejíž hodnota superefektivita u celkového hodnocení byla vyšší (resp. procentuální hodnota byla nižší) než u námi vybrané, byla podobně efektivní v poměru cena/výkon, ale stala se těsně neefektivní po technické stránce. Avšak při pohledu do výchozí tabulky bylo patrné, že ve všech vstupech a výstupech (kromě průměrných FPS v Batman: Arkham City) byla dominována právě

zvolenou kartou **F15**. Na druhou stranu grafických karet, které byly efektivní ve dvou ze třech modelů, bylo více než jen tato.

Při kontrole oblíbenosti této efektivní karty došlo k nepravděpodobnému zjištění. Přestože tato karta splňovala vše potřebné pro uživatele, prodejci (alza.cz, czc.cz) plánovali stažení této karty z prodeje. Důvodem patrně byl vyšší prodej totožné karty s pamětí 2GB. Tato karta (**F2**) ovšem nabízela stejný výkon, přitom vycházela o necelých 500 Kč s DPH více a neměla v podstatě žádnou přidanou hodnotu. Důvodem mohla být představa uživatelů, že platí rovnice větší pamět = vyšší výkon a připlatili si za kartu „lepší“. Tato rovnice ovšem v grafických kartách jednoznačně neplatí a přesto dokázala efektivnější kartu stáhnout z prodeje.

Použití superefektivity k hodnocení karet mělo v tomto případě pouze nízké opodstatnění, jelikož byla vybrána jednoznačně pouze jediná grafická karta, ke které by dospěly i modely analýzy datových obalů bez jejího použití.

V *Graf 4* byly graficky zobrazeny efektivnosti grafických karet podle výrobců čipů. Graf byl rozdělen na tři části pro jednotlivé modely. Výška celého sloupce byla vypočtena na základě relativního zastoupení daného výrobce – dohromady tedy 100%. Poměr efektivních a neefektivních grafických karet byl zobrazen v daném sloupci opět relativně dle počtu té které skupiny.

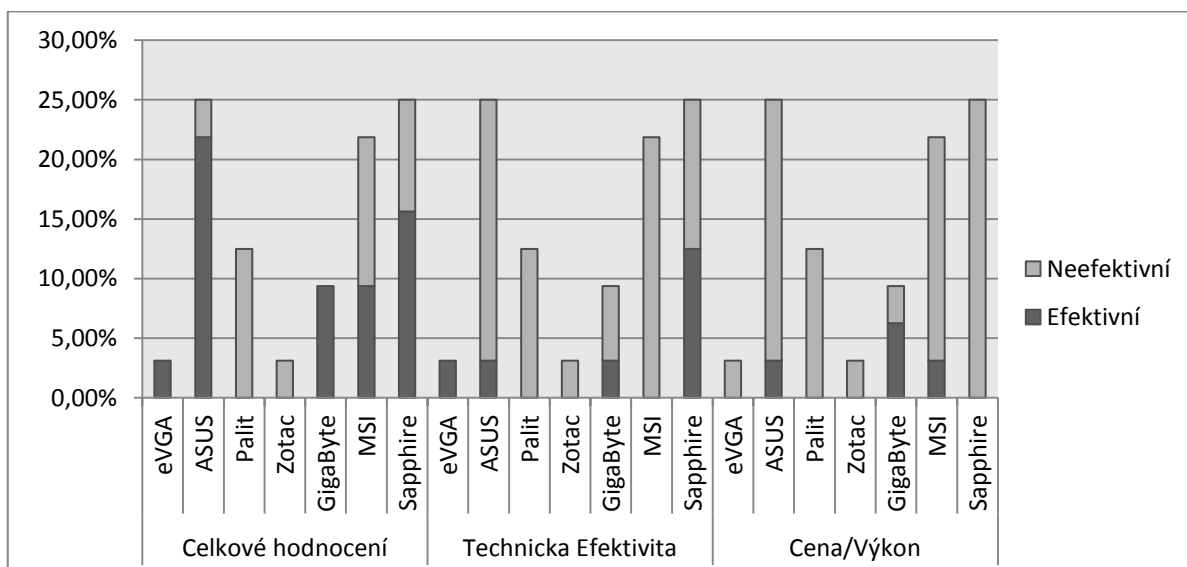


**Graf 4: Srovnání efektivnosti dle výrobců čipů pro skupinu A**

Bylo patrné, že v této skupině zvítězila, co do počtu efektivních karet, společnost AMD a jejich série Radeon.

V *Graf 5* byli potom ve stejném nastavení zobrazeni jednotliví výrobci grafických karet. Nejvíce zastoupené společnosti byly ASUS a Sapphire, nejméně potom eVGA a Zotac. Jednoznačného vítěze v této skupině nebylo možné určit, ale společnosti ASUS, GigaByte a Sapphire patřily nepochybně k těm nejlepším.

Špatně dopadli výrobci Palit a Zotac. Společnost Zotac měla hlavní nevýhodu v nízkém počtu grafických karet. Společnost Palit měla vzorek podstatně větší a přesto žádná z grafických karet nebyla efektivní ani v jednom modelovaném případě.



**Graf 5: Srovnání efektivnosti dle výrobců karet pro skupinu A**

## 4.7.2. Skupina B – multimediální

### Výchozí data

DMU	cena {I}	unigineheaven{O}	uniginesanct {O}	starcraft2 {O}	bitmining {O}	tempload {I}	consumload {I}	noiseload {I}
F1	7906	80,9	197,8	105,01	125,5	77	238	40,2
F2	7895	56,5	166,1	108,92	348,4	71	192	39,2
F3	7699	24,1	166,3	109,45	349,1	63	192	36,9
F4	7662	56,6	166,3	109,45	348,9	70	192	37
F5	7634	65,1	154,9	104,34	96,2	72	179	39,3
F6	7555	24,1	166,3	109,45	349,1	63	192	39,3
F7	7381	65,8	160,8	104,56	112,6	71	192	32,9
F8	7080	22,5	151,5	105,17	317,6	72	190	42,7
F9	6837	53,6	139,1	101,42	105,5	68	143	41,8
F10	6501	64	146,5	103,34	85,8	71	147	38,4
F11	6452	65,5	147,6	104,12	88,6	74	149	41,9
F12	6404	64,7	146,6	103,98	87,1	68	149	36,8
F13	6387	53,8	142,6	102,93	108,6	70	135	36,4
F14	6363	53,3	139	101,93	102,5	69	133	36,9
F15	6343	65,5	147,6	104,12	88,6	77	150	42,7
F14	6363	53,3	139	101,93	102,5	69	133	36,9
F15	6343	65,5	147,6	104,12	88,6	77	150	42,7
F16	6295	65,6	147,9	104,6	89,3	65	150	36,8
F17	6186	63,8	146,2	103,21	85,3	79	145	44,3
F18	6162	50,1	133,9	99,93	90,3	68	130	32,2
F19	6005	63,8	146,2	103,21	85,3	79	145	44,3
F20	5884	64	146,5	103,34	85,8	79	147	44,3
F21	5534	51,2	142,9	106,1	404,7	69	170	38,1
F22	5230	49,2	142,2	104,66	398,8	69	170	38,1
F23	4940	47,2	126,3	94,18	75,3	68	126	39
F24	4879	45,6	137,3	104,7	265,7	70	170	38,2
F25	4808	41,8	116,2	97,37	265,2	63	132	36,2
F26	4746	43,1	121,1	89,72	249,2	63	130	37,9
F27	4723	29,3	44	96,79	205,1	78	135	39,4
F28	4618	34	47,1	97,89	268,5	80	146	47,6
F29	4577	19,1	137,3	104,71	265,7	70	168	44,2

Tabulka 18: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny B – první část



DMU	cena {I}	unigineheaven{O}	uniginesanct {O}	starcraft2 {O}	bitmining {O}	tempload {I}	consumload {I}	noiseload {I}
F30	4468	47,3	126,6	94,44	75,6	65	128	38,1
F31	4444	53,9	139,6	102,34	110,9	68	135	36,8
F32	4094	43,2	101,8	84,78	62,8	67	118	39,8
F33	3911	35,1	80,8	102,66	51,9	57	94	38,4
F34	3892	43,2	101,8	84,78	62,8	67	118	39,4
F35	3889	40	111	93,11	246,2	66	129	40,2
F36	3887	43	101,8	83,81	60,3	70	114	39,3
F37	3864	29,2	43,9	96,22	202	74	130	36,7
F38	3864	29	43,5	96,01	201,8	70	127	40,3
F39	3716	43,7	102,9	85,13	63,9	66	123	35,9
F40	3597	35,3	80,9	102,65	51,9	55	92	38,6
F41	3452	30,5	69,7	88,5	44,5	56	90	38,6
F42	3379	35,3	104,2	78,75	252,4	65	105	36,3
F43	3282	44	103,2	85,36	64,5	69	127	39,7
F44	3222	35,5	104,4	79,19	252,2	68	105	36,7
F45	3173	30,3	69,7	88,51	44,7	55	90	38,2
F46	3040	35,2	104,2	79,01	252,4	68	104	41,4
F47	2985	35,1	80,8	102,63	51,9	55	94	38,2
F48	2871	35,1	103,8	78,82	252,4	70	100	38,4

Tabulka 198: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny B – druhá část

Pro skupinu B, multimediální segment grafických karet, byly zvoleny následující vstupy a výstupy:

**Vstupy: Cena grafické karty (Kč), teplota grafického čipu v zátěži (°C), spotřeba v zátěži (W), hluk v zátěži (dB)**

**Výstupy: Unigine Heaven (průměrné FPS), Unigine Sanctuary (průměrné FPS), Starcraft 2 (průměrné FPS), GPU Bitmining(GHash za sekundu)**

Z výpočtů byly vyřazeny informace o spotřebě v klidu a teplotě čipu v klidu, jelikož hodnoty všech karet byly velmi podobné a mohlo by docházet ke zkreslování výstupů. Výchozí hodnoty pro software EMS se nacházely v *Tabulce 18*.

### Výsledky a zhodnocení

DMU	Celkové hodnocení	Technická efektivita	Efektivita cena/výkon	Průměrná efektivita
F1	89,26%	123,93%	128,99%	114,06%
F3	95,99%	120,26%	167,38%	127,88%
F4	94,15%	120,26%	165,96%	126,79%
F6	99,03%	120,26%	164,25%	127,85%
F7	89,59%	122,83%	148,09%	120,17%
F10	99,96%	101,05%	136,18%	112,40%
F11	99,81%	100,02%	132,06%	110,63%
F13	98,27%	98,93%	151,84%	116,35%
F16	94,63%	100,50%	128,65%	107,93%
F18	93,18%	101,64%	156,79%	117,20%
F19	99,48%	100,00%	126,18%	108,55%
F20	99,53%	101,05%	123,26%	107,95%
F21	96,98%	106,02%	135,38%	112,79%
F22	97,08%	107,59%	131,23%	111,97%
F25	99,30%	112,40%	140,98%	117,56%
F29	98,38%	127,00%	120,26%	115,21%
<b>F31</b>	<b>88,86%</b>	<b>100,90%</b>	<b>106,43%</b>	<b>98,73%</b>
F40	97,50%	97,51%	120,06%	105,02%
F42	99,78%	104,55%	117,12%	107,15%
F43	90,93%	121,27%	91,19%	101,13%
<b>F47</b>	<b>83,00%</b>	<b>102,19%</b>	<b>83,00%</b>	<b>89,40%</b>
<b>F48</b>	<b>93,98%</b>	<b>96,15%</b>	<b>94,74%</b>	<b>94,96%</b>

Tabulka 19: Efektivita v jednotlivých modelech pro skupinu B

V *Tabulce 19* byly zobrazeny následující údaje. První sloupec označoval měřenou jednotku, sloupec druhý pak celkovou efektivitu (superefektivitu). Celkem efektivních grafických karet z hlediska celkového hodnocení bylo 45,83%.

Ve třetím sloupci byly uvedeny efektivní karty po stránce technické efektivity. Jediným vstupem byla v tomto případě spotřeba energie a výstupem potom všechny syntetické, herní a GPGPU testy ze zkoumaného souboru. Efektivních grafických karet z technického hlediska bylo celkem 10,42%.

Ve čtvrtém sloupci byly uvedeny efektivní karty z hlediska poměru ceny a reálného výkonu. Tedy jediným vstupem v tomto modelu byla cena karty a výstupy byly všechny reálné herní tituly z výchozího souboru – celkem tři. Efektivních grafických karet z tohoto pohledu bylo 12,5%.

Poslední sloupec obsahoval průměrnou efektivitu a ta byla použita pro vyhledání alternativních grafických karet.

Průnikem jednotlivých modelů byla získána množina karet (v tomto případě pouze jediná), které byly efektivní ze všech pohledů nutných k určení efektivní karty pro koncového uživatele. V *Tabulka 17* byly zobrazeny efektivnosti jednotlivých jednotek (grafických karet) ve všech vypočítaných DEA modelech.

Jako efektivní karta byla vyhodnocena pomocí třech DEA modelů **F48**. Byla to totožná karta, která byla efektivní pro základní skupinu A – tedy **Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB**. Vysvětlení této události byl prosté. Tato grafická karta byla opravdu výjimečná svou cenou, výkonem a komfortem uživatele. Tento výsledek jen utvrzoval paradoxní situaci, kdy je velmi kvalitní karta stažena z trhu kvůli nedostatečné poptávce.

Nepochybně kvalitní karta, jakou **Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB** byla, měla jeden vážný nedostatek. Jelikož se cenově nacházela na úplném konci dle cenového řazení, do hry vstupovala otázka a zároveň pochybnost o budoucích kvalitách této karty v náročnější skupině B. V herním průmyslu dochází k velmi rychlému vývoji obrazové kvality a s tím i stoupající náročností na hardware – tedy i grafickou kartu. Za dva roky by mohla být tato karta pro aktuální herní tituly použitelná pouze ve sníženém režimu kvality obrazu. Tuto skutečnost bylo možné vyřešit dvěma způsoby:

- 1) **Zapojení totožné grafické karty** v takzvaném **CrossFire režimu**, kdy jsou v systému nainstalovány dvě a více grafické karty najednou. Ovšem v takovém případě by bylo několik neznámých a zároveň rizik pro uživatele:

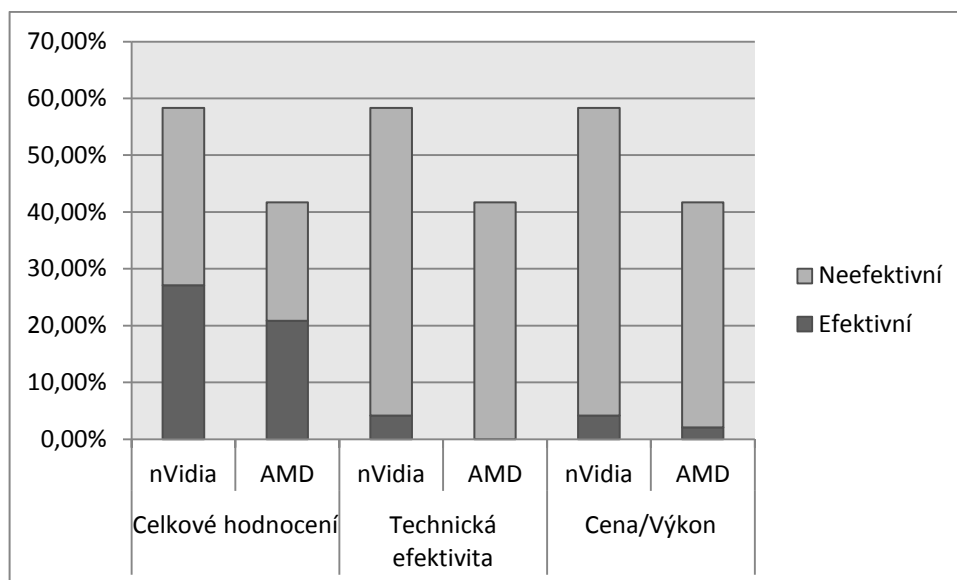
- Tento režim není plně podporovaný všemi herními tituly, tedy u některých by pracovala stále jedna karta
- V titulech, jež tuto technologii podporují, to automaticky neznamená násobení výkonu podle počtu zapojených karet, ale nepředvídatelný nárůst limitující k násobku počtu karet – zpravidla je nárůst výkonu 20 – 80% za další kartu přidanou do systému
- Ovladače, které tuto technologii spravují, nejsou stále dokonalé a může docházet k „trhání“ obrazu, které je nežádoucí

2) **Výběr alternativních karet** pro uživatele na základě superefektivit byl možností nalézt takové karty, které byly suboptimální, ale stále přijatelné. Aritmetickým průměrem superefektivit (tak jak bylo zobrazeno v *Tabulka 19*) bylo možné zjistit vhodné karty pro dostatečný výkon v budoucnosti. Vzestupně od vybrané karty **F48**, to byly karty **F47** a **F31**, které měly průměrnou superefektivitu nižší než 1.

První z nich, karta **F47 - Gigabyte GeForce GTX 650**, měla průměrnou superefektivitu ještě nižší než původně vybraná, ale stále se potýkala s negativním výhledem do budoucna, co se výkonu týče. Tato karta byla tedy vyřazena z možných alternativ.

Druhá zmíněná karta, **F31 - Gigabyte GeForce GTX 660 Ti**, již poskytovala uživateli pozitivní vyhlídku do budoucna, jelikož měla dostatek výkonu pro splnění podmínek extrémního nastavení obrazu (úroveň C). S nízkou cenou 4444 Kč s DPH nabízela i náročnému uživateli dostatek výkonu pro moderní herní tituly v maximálních detailech.

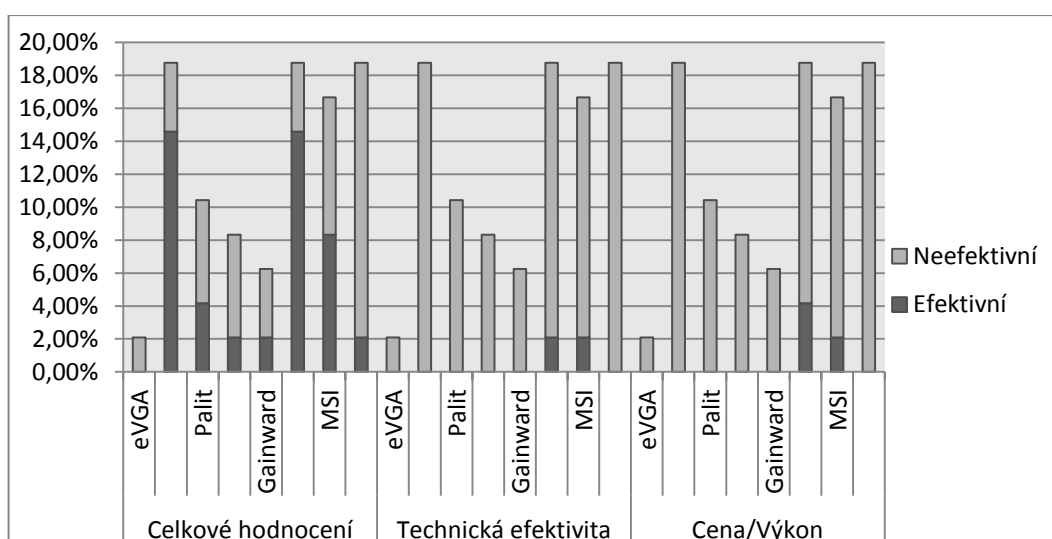
V *Graf 4* byly graficky zobrazeny efektivnosti grafických karet podle výrobců čipů pro skupinu B se stejným nastavením jako v předchozí kapitole. Bylo patrné, že v této skupině zvítězila, co do počtu efektivních karet, společnost nVidia a jejich série GeForce.



**Graf 6: Srovnání efektivity dle výrobců čipů pro skupinu B**

V Graf 5 byli potom ve stejném nastavení opět zobrazeni jednotliví výrobci grafických karet. Nejvíce zastoupené společnosti byly ASUS, GigaByte a Sapphire, nejméně potom eVGA. Jako vítězného výrobce grafických karet bylo možné označit společnost GigaByte, která dosahovala nejvyššího počtu efektivních karet.

Naopak k nejhorším výsledkům v absolutních i relativních počtech efektivních grafických karet se dostala společnost eVGA, Zotac, Gainward a Sapphire. Společnost eVGA měla nevýhodu hlavně v celkovém počtu zastoupených jednotek. Nejhuře však dopadla společnost Sapphire, která měla velký počet jednotek, ale přesto měla pouze jednu efektivní jednotku v celkovém hodnocení.



**Graf 7: Srovnání efektivity dle výrobců karet pro skupinu B**

### 4.7.3. Skupina C – herní

#### Výchozí data

DMU	cena {}	unigineheaven{O}	uniginesanct {O}	metro2033 {O}	mafia2 {O}	gta4 {O}	viewer {O}	particles {O}	tempload {}	consumload {}	noiseload {}
F1	28593	62,6	195,1	68	60,2	55,1	182	94	57	613	40,6
F2	24579	45,3	98,7	68	76,7	55,12	121	82	80	263	41,5
F3	24274	51,4	130,1	49,5	135,3	55,9	116	205	85	348	44,9
F4	24156	45,3	98,7	68	76,7	55,12	121	82	75	263	41,5
F5	23902	45,3	98,7	68	76,7	55,12	121	82	80	263	41,5
F6	23825	45,3	98,7	68	76,7	55,12	121	82	80	263	41,5
F7	20497	54,2	169,2	60,8	58,6	53,18	180	89	81	335	44,5
F8	15347	41,8	89,2	62,8	74,2	54,1	120	81	80	250	41,2
F9	14221	30,6	99,8	37,5	64,8	52,5	202	94	68	314	60,8
F10	14221	28,5	94,1	35,2	59,7	51,34	194	93	79	274	51,5
F11	14058	28,3	70,8	30,2	60,1	57,82	147	175	82	192	38,7
F12	13326	47,4	106,6	69,5	77,9	54,72	122	81	72	269	39,8
F13	12939	47,2	106,5	69,5	78	54,7	122	81	68	265	41,5
F14	12683	41,8	89,2	62,8	74,2	54,1	120	81	80	250	41,2
F15	12600	41,8	89,2	62,8	74,2	54,1	120	81	80	250	41,2
F16	12177	41,8	89,2	62,8	74,2	54,1	120	81	80	250	41,2
F17	12164	28,2	70,8	30,1	60,1	57,82	147	175	78	192	43,9
F18	11979	64,4	67,2	29	57,3	56,29	139	171	79	188	38,9
F19	10906	35,5	81,5	55	62,6	57,23	148	175	61	253	36,4
F20	10190	28	70,3	30	59,4	57,21	145	174	70	192	39,4
F21	9503	35,6	81,5	55	62,8	57,23	148	175	69	244	37,2
F22	8897	33,2	100,7	39,6	66,1	52,98	195	94	90	320	56,5
F23	8897	28,3	92,9	35,2	59,6	51,32	194	93	72	268	48,1
F24	8897	27,8	92	34,6	57,9	51,09	192	93	76	269	39,4
F25	8800	25,8	65,7	29,3	55,7	54,75	132	179	74	186	43,7
F26	8729	25	62,4	27,5	51,5	51,02	126	170	77	175	42,2
F27	8365	35,5	81,5	55	62,6	57,21	148	175	74	246	37,8
F28	8340	21,8	60	46	48	51,12	132	172	79	148	44,3
F29	8304	27,1	68,3	30	55,8	56,91	150	180	68	199	46,8
F30	7906	35,2	81,2	45	62,4	57,01	148	174	77	238	40,2
F31	7895	24	78,1	26,8	52	49,16	164	84	71	192	39,2
F32	7699	56,9	77,8	26,8	52	49,56	164	84	63	192	36,9
F33	7662	24	78	26,8	52	50,09	164	84	70	192	37

Tabulka 20: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny C – první část

DMU	cena {}	unigineheaven{O}	uniginesanct {O}	metro2033 {O}	mafia2 {O}	gta4 {O}	viewer {O}	particles {O}	tempload {}	consumload {}	noiseload {}
F34	7634	25,9	63,6	28,1	53,1	52,15	126	170	72	179	39,3
F35	7555	56,9	77,8	26,8	52	49,53	164	84	63	192	39,3
F36	7381	65,8	67,3	30	57,5	56,85	140	180	71	192	32,9
F37	7080	52,8	70,5	24,5	47,4	48,36	153	79	72	190	42,7
F38	6837	20,3	56,6	24,4	47,1	51,03	119	162	68	143	41,8
F39	6501	22,6	60,1	45,5	47,8	51,1	132	172	71	147	38,4
F40	6452	25,6	62	47	48,3	51,55	133	172	74	149	41,9
F41	6404	24,2	61,7	46	48	51,42	132	172	68	149	36,8
F42	6387	20,8	58	25	49,7	51,18	120	168	70	135	36,4
F43	6363	20,3	57	24,5	48	51,1	115	166	69	133	36,9
F44	6343	25,6	62	47	48,3	51,55	133	172	77	150	42,7
F45	6295	25,9	62,2	47,5	48,9	51,67	134	172	65	150	36,8
F46	6186	21,4	59,3	45,5	47,7	51,03	132	172	79	145	44,3
F47	6005	21,4	59,3	45,5	47,7	51,03	132	172	79	145	44,3
F48	5884	22,6	60,1	45,5	47,8	51,1	132	172	79	147	44,3
F49	5534	22,9	68,3	25,2	43,9	47,89	162	104	69	170	38,1
F50	5230	22,1	68,2	25,1	45,1	47,35	161	90	69	170	38,1
F51	4577	45,7	65,2	23,5	43,9	47,34	161	90	70	168	44,2
F52	4444	20,7	57,8	25	48,2	51,21	120	168	68	135	36,8

Tabulka 210: Výchozí tabulka pro výpočty skupiny C – druhá část

Pro skupinu C, herní segment grafických karet, byly zvoleny následující vstupy a výstupy:

Vstupy: **Cena grafické karty (Kč), teplota grafického čipu v zátěži (°C), spotřeba v zátěži (W), hluk v zátěži (dB)**

Výstupy: **Unigine Heaven (průměrné FPS), Unigine Sanctuary (průměrné FPS), Mafia 2 (průměrné FPS), GTA IV (průměrné FPS), GPGPU Caps Viewer PostFX (průměrné FPS), GPGPU Caps Viewer Particles 1M (průměrné FPS)**

Z výpočtů byly vyřazeny informace o spotřebě v klidu a teplotě čipu v klidu, jelikož hodnoty všech karet byly velmi podobné a mohlo by docházet ke zkreslování výstupů. Výchozí hodnoty pro software EMS se nacházely v *Tabulce 20*.

## Výsledky a zhodnocení

DMU	Celkové hodnocení	Technická efektivita	Efektivita cena/výkon	Průměrná efektivita
F1	60,97%	158,64%	208,77%	142,79%
F3	63,22%	94,69%	194,59%	117,50%
F7	75,60%	85,06%	172,57%	111,08%
F9	91,84%	136,08%	199,94%	142,62%
F12	95,87%	106,41%	138,04%	113,44%
F13	94,55%	104,92%	134,09%	111,19%
F18	98,69%	98,69%	185,72%	127,70%
F19	88,41%	129,75%	145,20%	121,12%
F20	99,56%	116,25%	184,41%	133,41%
F21	99,26%	125,01%	126,51%	116,93%
F23	95,63%	123,40%	133,96%	117,66%
F24	90,74%	125,10%	135,65%	117,16%
F27	93,87%	126,16%	111,37%	110,47%
F29	99,71%	120,43%	157,45%	125,86%
F30	99,99%	124,14%	115,69%	113,27%
F32	95,39%	99,99%	135,10%	110,16%
F33	99,62%	104,95%	139,93%	114,83%
F35	98,94%	100,00%	132,57%	110,50%
<b>F36</b>	<b>67,26%</b>	<b>98,18%</b>	<b>112,00%</b>	<b>92,48%</b>
F39	99,42%	100,66%	110,49%	103,52%
F40	99,64%	99,64%	104,40%	101,23%
F41	99,88%	100,49%	106,56%	102,31%
F42	97,50%	97,82%	139,38%	111,57%
F43	98,73%	98,73%	143,49%	113,65%
F45	93,65%	99,48%	100,77%	97,97%
F47	99,36%	100,00%	102,06%	100,47%
F48	97,35%	100,66%	97,40%	98,47%
F49	98,00%	99,24%	114,45%	103,90%
F50	96,58%	100,23%	108,42%	101,74%
<b>F51</b>	<b>68,67%</b>	<b>92,03%</b>	<b>73,87%</b>	<b>78,19%</b>
<b>F52</b>	<b>75,74%</b>	<b>99,96%</b>	<b>88,43%</b>	<b>88,04%</b>

Tabulka 21: Efektivita v jednotlivých modelech pro skupinu C



V *Tabulce 21* byly zobrazeny následující údaje. První sloupec označoval měřenou jednotku, sloupec druhý pak celkovou efektivitu (superefektivitu). Celkem efektivních grafických karet z hlediska celkového hodnocení bylo 59,6%. Takto vysoké procento bylo možné vysvětlit vyšším množstvím vstupů a výstupů. Nicméně, cílem celkového hodnocení obecně bylo nalezení výjimečných karet z hlediska jednotlivých naměřených hodnot v porovnání s ostatními kartami.

V třetím sloupci byly uvedeny efektivní karty po stránce technické efektivity. Jediným vstupem byla v tomto případě spotřeba energie a výstupem potom všechny syntetické, herní a GPGPU testy ze zkoumaného souboru. Efektivních grafických karet z technického hlediska bylo přesně 25%. Jedna karta, konkrétně **F47**, dosáhla na hranici efektivity přesně.

V dalším sloupci byly uvedeny efektivní karty z hlediska poměru ceny a reálného výkonu. Tedy jediným vstupem v tomto modelu byla cena karty a výstupy byly všechny reálné herní tituly z výchozího souboru – celkem tři. Efektivních grafických karet z tohoto pohledu bylo 5,7%.

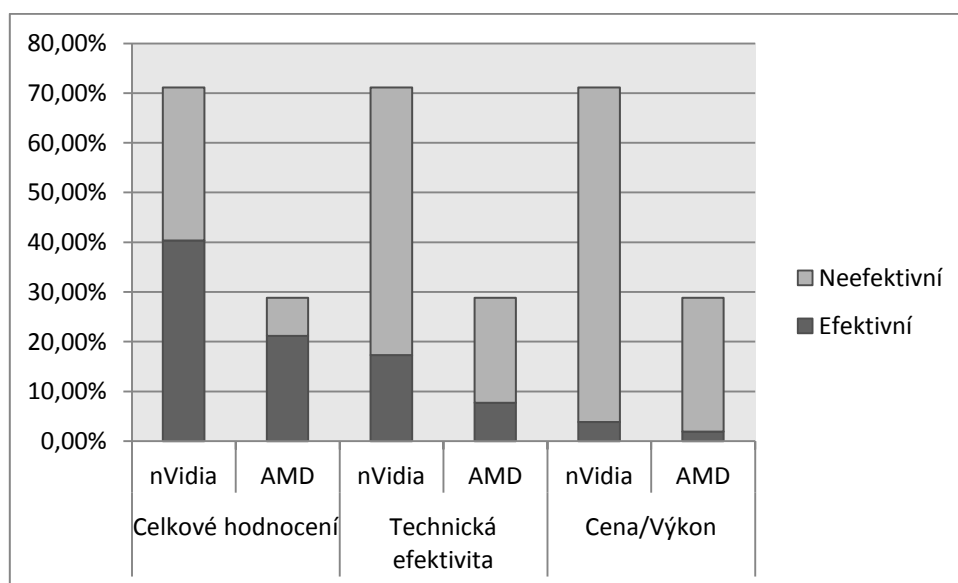
Poslední sloupec obsahoval průměrnou efektivitu a ta byla použita pro vyhledání alternativních grafických karet.

Jako efektivní karty byly vyhodnoceny pomocí třech DEA modelů, které byly zobrazeny v *Tabulka 21*, následující karty - **F52** a **F51**, tedy modely **Gigabyte GeForce GTX 660 Ti** a **Gigabyte Radeon HD 7870**. První zmiňovaná grafická karta byla zvolena jako alternativa pro větší požadavky na výkon a tímto potvrdila svou kvalitu a efektivitu. Druhá z karet byla pro uživatele efektivnější (na základě výsledků při zahrnutí superefektivity) a lze ji označit jako nejlepší variantu pro extrémně náročného uživatele na kvalitu obrazu a plynulosti. Ovšem, stejně jako v předchozí kapitole, došlo k volbě karty, u které lze objektivně pochybovat o výkonu v příštích letech. Řešení problému se skládalo ze stejných možností jako v kapitole předchozí. Konkrétně tedy:

1) **Zapojení v režimu CrossFire** – vysvětleny problémy s kompatibilitou softwaru a nestabilita – nevhodné řešení

2) **Výběr alternativní výkonnější karty** – toto řešení bylo stejně jako v předchozím případě vhodné. Alternativní grafická karta byla vybrána na základě nejnižší průměrné superefektivity. Vhodnou kartou se dle *Tabulka* stala karta **F36** – tedy **ASUS GeForce GTX 670**. Díky vysokému výkonu by byla tato karta schopná zvládat i budoucí tituly v maximální možné kvalitě obrazu

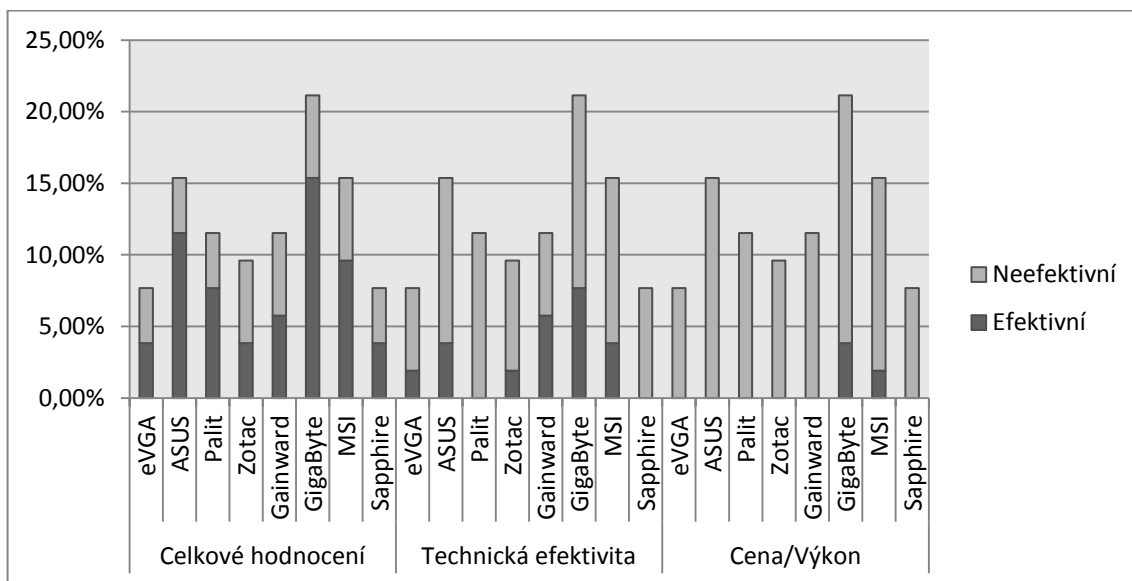
V *Graf 4 8* byly graficky zobrazeny efektivnosti grafických karet podle výrobců čipů pro skupinu B se stejným nastavením jako v předchozí kapitole. Bylo patrné, že v této kupině zvítězila, co do počtu efektivních karet, společnost nVidia a jejich série GeForce.



**Graf 8: Srovnání efektivnosti dle výrobců čipů pro skupinu C**

V Graf 5 9 byli potom ve stejném nastavení opět zobrazeni jednotliví výrobci grafických karet. Nejvíce zastoupené společnosti byly ASUS, GigaByte a MSI, nejméně potom eVGA a Sapphire. Jako vítězného výrobce grafických karet bylo možné označit společnost GigaByte, která dosahovala nejvyššího počtu efektivních karet.

K nejhorším výsledkům dospěla společnost Palit, která jako jediná měla efektivní grafické karty pouze v modelu celkového hodnocení.



Graf 9: Srovnání efektivnosti dle výrobců karet pro skupinu C

## 5. Závěr

---

Analýza datových obalů se osvědčila jako metoda vhodná pro vícekriteriální hodnocení grafických karet. Přestože u této metody nebylo možné nastavit váhy kritérií pro jednotlivé vstupy a výstupy na základě požadavků uživatele jako u jiných metod vícekriteriálního hodnocení variant, tak výstupy modelů byly přesvědčivé. Na druhou stranu, uživatelský požadavek je velmi subjektivní kritérium a mohlo by se stát, že bychom jinou metodou nehledali objektivně optimální a efektivní jednotku, ale pouze optimální jednotku v rámci uživatelských představ. Analýza datových obalů tak dávala možnost vyřadit subjektivní pohled uživatele a autora práce na grafické karty.

První výstupově orientované CCR modely (pojmenovány jako celkové hodnocení) nejdříve označili ty karty, které byly některou kombinací vstupů a výstupů jedinečné. O tento samotný model ovšem analytická část opřena nebyla. Byla filtrována dalšími dvěma zpřesňujícími modely, které zachycovali karty výjimečné svým poměrem ceny a výkonu v reálných aplikacích a zároveň technicky efektivní karty, které zase spotřebovávaly v poměru výkonu nižší množství energie. Pro výběr konkrétní karty pak dobře posloužilo měření superefektivit, které dovolilo větší vzájemnou diskriminaci karet a bylo možné určit, která karta je objektivně efektivní a tudíž vhodná pro uživatele.

Výsledky řešení jednotlivých skupin přinesly několik nepředpokládaných i předpokládaných zjištění.

Prvním předpokládaným zjištěním bylo, že cena karta jen velmi málo reflektuje její skutečnou kvalitu a výkon. Marketing v elektrotechnice, konkrétně v prodeji počítačových komponent, je velmi silným nástrojem a využívá neznalost nakupujícího. Díky tomu je možné prodávat i silně neefektivní grafické karty ve velkém množství.

Dalším předpokládaným zjištěním se stala skutečnost, že výkon karty obecně není ovlivněn velikostí grafické paměti. Není ovlivněn z toho důvodu, že výrobce grafické karty instaluje na tištěné spoje množství, které zajistí bezproblémový chod karty. Pokud se vyrábí daný model ve verzích s 1 GB nebo 2 GB operační paměti, tak výkon karty se nezmění. Z paměti se za poslední roky stal marketingový nástroj a vžil se pocit, že více paměti nutně znamená vyšší výkon.

Nepředpokládanou skutečností byl fakt, že karta, zvolená jako efektivní pro skupinu A i B, byla stažena z prodeje z důvodu nízké poptávky. Jelikož se jednalo o model s 1 GB operační paměti, potvrdilo to poptávku po vyšší paměti. Model totožné karty, ale s 2 GB paměti, stažen z prodeje nebyl.

Dalším nepředpokládaným jevem byla nevyváženost výrobců grafických karet. Jednoznačně nejlepším výrobcem byla společnost GigaByte. Ve všech kategoriích i skupinách měla větší či menší počet efektivních karet, což se u ostatních výrobců patrně nebylo. Společnost ASUS také dopadla dobře, ale stále byla o několik efektivních karet horší.

Výrobci grafických čipů byly podstatně vyrovnanější. U slabších grafických karet byla lepší společnost AMD, u výkonnějších modelů pak nVidia.

Tato diplomová práce by mohla posloužit jako metodický základ pro hodnocení nejenom grafických karet i v budoucnu. Další komponenty osobního počítače (případně laptopu) by bylo možné hodnotit stejným způsobem s podobnou skupinou vstupů a výstupů.

Z této diplomové práce by mohla vycházet práce další, zabývající se efektivností grafických karet v průběhu času s predikcí konce životnosti konkrétních karet a vytvoření konstanty (spíše celé funkce), která čas určí. Umožnilo by to vytvoření nástroje pro podporu rozhodování uživatele v této oblasti.

## 6. Seznam použitých zdrojů

---

- [1] ŠUBRT, Tomáš et al. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.
- [2] JABLONSKÝ, J., DLOUHÝ, M. 2004. Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek. Praha: Professional Publishing, 2004, 183 s. ISBN 80-86419-49-5
- [3] EMROUZNEJAD, Ali. Ali Emrouznejad's DEA HomePage [online]. c1995-2001 [cit. 2014-02-02]. Dostupný z: <http://www.deazone.com/>
- [4] JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3
- [5] FIALA, Petr. Modelování a analýza produkčních systémů. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002. 260 s. ISBN 80-86419-19-3.
- [6] BROŽOVÁ, Helena; HOUŠKA, Milan; ŠUBRT, Tomáš. Modely pro vícekritériální rozhodování. Praha: ČZU v Praze, 2009. 126-140 s. ISBN 978-80-213-1019-3
- [7] FRIEBELOVÁ, Jana. Rozhodovací modely pro ekonomy. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. 57-69 s. ISBN 978-80-7394-035-5.
- [8] TIŠNOVSKÝ, Pavel. Grafické karty a grafické akcelerátory. In: Root.cz: Informace nejen ze světa linuxu [online]. [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/graficke-karty-a-graficke-akceleratory-1/>
- [9] LITTSCHWAGER, Thomas. Jak pracují špičkové grafické karty. In: Chip.cz [online]. 2008 [cit. 2014-02-22]. Dostupné z: <http://earchiv.chip.cz/cs/earchiv/vydani/r-2008/spickove-graficke-karty.html>
- [10] ŠTEFEK, Petr. Teselace: AMD vs. Nvidia - kdo je lepší?. [online]. [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/recenze-teselace-amd-vs-nvidia-kdo-je-lepsi/30497>

- [11] KOVAČ, Pavel. Grafické enginy her a reálný svět. [online]. [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/graficke-enginy-her-a-realny-svet/18297-2>
- [12] HOLGER, Scheel. EMS: Efficiency Measurement System User's Manual. [online]. [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: <http://www.holger-scheel.de/ems/ems.pdf>
- [13] ADLER, Nicole, Lea FRIEDMAN a Zilla SINUANY-STERM. Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. *European Journal of Operational Research*, 2002. 140 (2002) 249–265. School of Business Administration, Hebrew University of Jerusalem.
- [14] AMD CORPORATION. About AMD [online]. 2014 [cit. 2014-02-21]. Dostupné z: <http://www.amd.com/uk/aboutamd/Pages/aboutamd.aspx>
- [15] NVIDIA CORPORATION. About AMD [online]. 2014 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: <http://www.nvidia.com/object/about-nvidia.html>
- [16] ANGULO-MEZA, Lidia a PEREIRA ESTELLITA LINS, Marcos. Review of Methods for Increasing Discrimination in Data Envelopment Analysis. *Annals of Operations Research*, 2002. CEP 21945-970. Programa de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro.
- [17] SOUKUPOVÁ, J., HOŘEJŠÍ, B., MACÁKOVÁ, L., SOUKUP L. *Mikroekonomie*. 3. dopl. vyd. Praha : Management Press, 2005. 548 s.
- [18] PETRÁČKOVÁ, Věra; KRAUS, Jiří, a kol. *Akademický slovník cizích slov A-Ž*. Praha : Academia, 2000. 834 s. ISBN 80-200-0607-9.
- [19] SAMUELSON, Paul Anthony a William D NORDHAUS. *Ekonomie*: 18. vydání. Vyd. 1. Praha: NS Svoboda, 2007, 775 s. ISBN 978-80-205-0590-3.
- [20] ZÍSKAL, Jan, Martina BERÁNKOVÁ a Milan HOUŠKA. *Lineární programování I*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2007, 69 s. ISBN 978-80-213-1313-2.

## 7. Přílohy

---



00 - Cena karty [Kč]	1,00	0,74	0,75	0,76	0,59	0,69	0,67	0,71	0,63	0,28	0,58	0,75	0,22	0,71	0,23	0,16	0,45	0,13	-0,58	-0,52	0,00	0,09	0,72	0,22	0,39
01 - 3DMark11 [A] Entry	1,00	0,98	0,97	0,94	0,89	0,95	0,95	0,96	0,93	0,55	0,70	0,98	0,63	0,89	0,60	0,56	0,86	0,02	-0,61	-0,58	0,17	0,03	0,84	0,13	0,29
02 - Unigine Heaven DirectX 11 [A] Entry	0,75	0,98	1,00	0,99	0,92	0,97	0,97	0,99	0,96	0,61	0,78	0,99	0,64	0,95	0,56	0,51	0,84	0,14	-0,58	-0,52	0,21	0,05	0,86	0,11	0,28
03 - Unigine Sanctuary DirectX 11 [A] Entry	0,76	0,97	0,99	1,00	0,87	0,94	0,94	0,97	0,91	0,55	0,72	0,97	0,57	0,94	0,45	0,40	0,78	0,23	-0,57	-0,53	0,16	0,04	0,85	0,11	0,29
04 - Metro 2033 DirectX 11 [A] Entry	0,59	0,89	0,92	0,87	1,00	0,98	0,97	0,96	0,99	0,84	0,87	0,93	0,86	0,92	0,78	0,73	0,93	-0,04	-0,41	-0,33	0,39	0,13	0,79	0,05	0,20
05 - Aliens vs. Predator DirectX 11 [A] Entry	0,69	0,95	0,97	0,94	0,98	1,00	0,99	0,99	0,99	0,74	0,81	0,97	0,78	0,94	0,70	0,64	0,90	-0,01	-0,46	-0,44	0,30	0,15	0,87	0,12	0,28
06 - Crysis 2 DirectX 9 [A] Entry	0,67	0,95	0,97	0,94	0,97	0,99	1,00	0,98	0,99	0,76	0,80	0,97	0,76	0,93	0,70	0,61	0,87	0,01	-0,41	-0,41	0,35	0,22	0,88	0,10	0,28
07 - Crysis 2 DirectX 11 [A] Entry	0,71	0,96	0,99	0,97	0,96	0,99	0,98	1,00	0,98	0,70	0,83	0,98	0,72	0,96	0,64	0,59	0,88	0,10	-0,53	-0,45	0,30	0,06	0,83	0,07	0,24
08 - Mafia 2 DirectX 9 [A] Entry	0,63	0,93	0,96	0,91	0,99	0,99	0,99	0,98	1,00	0,79	0,84	0,96	0,82	0,93	0,75	0,70	0,93	-0,02	-0,45	-0,39	0,36	0,11	0,82	0,06	0,22
09 - GTA IV EFLC DirectX 9 [A] Entry	0,28	0,55	0,61	0,55	0,84	0,74	0,76	0,70	0,79	1,00	0,79	0,64	0,86	0,70	0,73	0,64	0,69	-0,12	0,08	0,09	0,52	0,35	0,55	-0,01	0,10
10 - Batman Arkham City DirectX 11 [A] Entry	0,58	0,70	0,78	0,72	0,87	0,81	0,80	0,83	0,84	0,79	1,00	0,80	0,66	0,88	0,55	0,52	0,72	0,23	-0,44	-0,17	0,36	-0,02	0,58	-0,07	0,08
11 - Dirt 3 DirectX 11 [A] Entry	0,75	0,98	0,99	0,97	0,93	0,97	0,97	0,98	0,96	0,64	0,80	1,00	0,67	0,94	0,60	0,55	0,85	0,09	-0,57	-0,51	0,20	0,08	0,85	0,11	0,28
12 - Starcraft 2 DirectX 11 [A] Entry	0,22	0,63	0,64	0,57	0,86	0,78	0,76	0,72	0,82	0,86	0,66	0,67	1,00	0,67	0,85	0,86	0,87	-0,32	-0,14	-0,17	0,35	0,20	0,59	0,10	0,14
13 - Battlefield 3 DirectX 11 [A] Entry	0,71	0,89	0,95	0,94	0,92	0,94	0,93	0,96	0,93	0,70	0,88	0,94	0,67	1,00	0,47	0,43	0,78	0,29	-0,51	-0,40	0,22	0,04	0,80	0,08	0,24
14 - GPGPU BitMining	0,23	0,60	0,56	0,45	0,78	0,70	0,70	0,64	0,75	0,73	0,55	0,60	0,85	0,47	1,00	0,96	0,85	-0,58	-0,15	-0,17	0,48	0,24	0,54	0,03	0,11
15 - GPGPU Luxmark	0,16	0,56	0,51	0,40	0,73	0,64	0,61	0,59	0,70	0,64	0,52	0,55	0,86	0,43	0,96	1,00	0,87	-0,58	-0,27	-0,22	0,38	0,02	0,41	0,03	0,05
16 - GPU Caps Viewer PostFX	0,45	0,86	0,84	0,78	0,93	0,90	0,87	0,88	0,93	0,69	0,72	0,85	0,87	0,78	0,85	0,87	1,00	-0,20	-0,52	-0,42	0,31	-0,07	0,65	0,05	0,13
17 - GPU Caps Viewer Particles 1M	0,13	0,02	0,14	0,23	-0,04	-0,01	0,01	0,10	-0,02	-0,12	0,23	0,09	-0,32	0,29	-0,58	-0,58	-0,20	1,00	-0,25	0,01	-0,14	-0,33	-0,03	-0,17	-0,13
18 - Nqueens	-0,58	-0,61	-0,58	-0,57	-0,41	-0,46	-0,41	-0,53	-0,45	0,08	-0,44	-0,57	-0,14	-0,51	-0,15	-0,27	-0,52	-0,25	1,00	0,66	0,20	0,58	-0,33	-0,03	-0,07
20 - Temperature Idle	-0,52	-0,58	-0,52	-0,53	-0,33	-0,44	-0,41	-0,45	-0,39	0,09	-0,17	-0,51	-0,17	-0,40	-0,17	-0,22	-0,42	0,01	0,66	1,00	0,36	0,12	-0,52	-0,59	-0,61
21 - Temperature Load	0,00	0,17	0,21	0,16	0,39	0,30	0,35	0,30	0,36	0,52	0,36	0,20	0,35	0,22	0,48	0,38	0,31	-0,14	0,20	0,36	1,00	0,19	0,16	-0,33	-0,20
22 - Power Consumption Idle	0,09	0,03	0,05	0,04	0,13	0,15	0,22	0,06	0,11	0,35	-0,02	0,08	0,20	0,04	0,24	0,02	-0,07	-0,33	0,58	0,12	0,19	1,00	0,50	0,21	0,33
23 - Power Consumption Load	0,72	0,84	0,86	0,85	0,79	0,87	0,88	0,83	0,82	0,55	0,58	0,85	0,59	0,80	0,54	0,41	0,65	-0,03	-0,33	-0,52	0,16	0,50	1,00	0,27	0,45
24 - Noise Level Idle	0,22	0,13	0,11	0,11	0,05	0,12	0,10	0,07	0,06	-0,01	-0,07	0,11	0,10	0,08	0,03	0,03	0,05	-0,17	-0,03	-0,59	-0,33	0,21	0,27	1,00	0,95
25 - Noise level Load	0,39	0,29	0,28	0,29	0,20	0,28	0,28	0,24	0,22	0,10	0,08	0,28	0,14	0,24	0,11	0,05	0,13	-0,13	-0,07	-0,61	-0,20	0,33	0,45	1,00	1,00

Příloha 1: Korelační tabulka všech vstupů a výstupů pro skupinu A

00 - Cenová karta [Kč]	01 - 3DMark11 [B] Performance	02 - Unigine Heaven DirectX 11 [B] Performance	03 - Unigine Sanctuary DirectX 11 [B] Performance	04 - Metro 2033 DirectX 11 [B] Performance	05 - Aliens vs. Predator DirectX 11 [B] Performance	06 - Crysis 2 DirectX 9 [B] Performance	07 - Crysis 2 DirectX 11 [B] Performance	08 - Mafia 2 DirectX 9 [B] Performance	09 - GTA IV EFLC DirectX 9 [B] Performance	10 - Batman Arkham City DirectX 11 [B] Performance	11 - DIRT 3 DirectX 11 [B] Performance	12 - Starcraft 2 DirectX 11 [B] Performance	13 - Battlefield 3 DirectX 11 [B] Performance	14 - GPGPU Blinning	15 - GPGPU Luxmark	16 - GPU Caps Viewer PostFX	17 - GPU Caps Viewer Particles 1M	18 - Nequeens	20 - Temperature Idle	21 - Temperature Load	22 - Power Consumption Idle	23 - Power Consumption Load	24 - Noise Level Idle	25 - Noise Level Load	
1,00	0,81	0,84	0,86	0,90	0,86	0,90	0,86	0,86	0,86	0,61	0,90	0,68	0,77	0,70	0,19	0,18	0,67	0,49	-0,29	0,34	0,40	0,25	0,85	-0,11	0,02
0,75	0,87	0,79	0,84	0,93	0,84	0,93	0,84	0,93	0,93	0,72	0,76	0,95	0,53	0,94	-0,19	-0,13	0,62	0,78	-0,66	0,05	0,40	0,06	0,58	-0,02	0,00
0,55	0,62	0,62	0,68	0,68	0,68	0,79	0,75	0,67	0,53	0,82	0,85	0,82	0,35	0,82	-0,34	-0,33	0,37	0,78	-0,47	-0,13	0,44	0,05	0,39	-0,12	-0,02
0,80	0,62	1,00	0,89	0,92	0,92	0,92	0,91	0,73	0,87	0,85	0,85	0,55	0,83	0,18	0,28	0,90	0,50	-0,73	0,05	0,26	0,17	0,74	-0,01	-0,05	
0,81	0,79	0,62	0,90	1,00	0,95	0,96	0,89	0,89	0,76	0,90	0,77	0,60	0,78	0,29	0,34	0,88	0,44	-0,51	0,17	0,49	0,25	0,82	-0,02	0,12	
0,86	0,84	0,68	0,89	0,95	1,00	0,98	0,94	0,92	0,74	0,89	0,83	0,64	0,85	0,12	0,15	0,78	0,58	-0,47	0,19	0,53	0,19	0,83	-0,01	0,11	
0,90	0,84	0,68	0,92	0,96	0,98	1,00	0,94	0,93	0,73	0,92	0,82	0,68	0,83	0,19	0,22	0,83	0,54	-0,50	0,20	0,48	0,24	0,86	-0,03	0,09	
0,86	0,93	0,79	0,92	0,89	0,94	0,94	1,00	0,96	0,74	0,85	0,91	0,61	0,92	-0,04	0,01	0,72	0,69	-0,60	0,09	0,43	0,06	0,73	-0,03	0,00	
0,86	0,93	0,75	0,91	0,89	0,92	0,93	0,96	1,00	0,77	0,90	0,92	0,63	0,92	0,01	0,05	0,73	0,70	-0,52	0,17	0,47	0,17	0,77	-0,07	0,00	
0,61	0,72	0,67	0,73	0,76	0,74	0,73	0,74	0,77	1,00	0,75	0,72	0,56	0,70	0,13	0,18	0,68	0,50	-0,44	-0,11	0,34	0,24	0,55	-0,30	-0,08	
0,90	0,76	0,53	0,87	0,90	0,89	0,92	0,85	0,90	0,75	1,00	0,70	0,80	0,72	0,32	0,34	0,82	0,47	-0,35	0,30	0,40	0,38	0,86	-0,09	0,03	
0,68	0,95	0,82	0,85	0,77	0,83	0,82	0,91	0,92	0,72	0,70	1,00	0,39	0,98	-0,25	-0,18	0,60	0,80	-0,68	-0,03	0,41	0,02	0,55	-0,04	-0,04	
0,77	0,53	0,35	0,55	0,60	0,64	0,68	0,61	0,63	0,56	0,80	0,39	1,00	0,45	0,18	0,16	0,50	0,43	-0,05	0,43	0,20	0,36	0,69	-0,05	0,09	
0,70	0,94	0,82	0,83	0,78	0,85	0,83	0,92	0,92	0,70	0,72	0,98	0,45	1,00	-0,29	-0,23	0,57	0,85	-0,64	0,02	0,42	0,02	0,52	0,01	0,01	
0,19	-0,19	-0,34	0,18	0,29	0,12	0,19	-0,04	0,01	0,13	0,32	-0,25	0,18	-0,29	1,00	0,96	0,54	-0,66	0,13	0,20	0,13	0,51	0,46	-0,19	0,02	
0,18	-0,13	-0,33	0,28	0,34	0,15	0,22	0,01	0,05	0,18	0,34	-0,18	0,16	-0,23	0,96	1,00	0,65	-0,63	-0,05	0,10	0,04	0,43	0,43	-0,12	-0,01	
0,67	0,62	0,37	0,90	0,88	0,78	0,83	0,72	0,73	0,68	0,82	0,60	0,50	0,57	0,54	0,65	1,00	0,15	-0,61	0,08	0,26	0,34	0,75	-0,03	0,01	
0,49	0,78	0,78	0,50	0,44	0,58	0,54	0,69	0,70	0,50	0,47	0,80	0,43	0,85	-0,66	-0,63	0,15	1,00	-0,41	0,04	0,23	-0,05	0,23	0,04	0,00	
-0,29	-0,66	-0,47	-0,73	-0,51	-0,47	-0,50	-0,60	-0,52	-0,44	-0,35	-0,68	-0,05	-0,64	0,13	-0,05	-0,61	-0,41	1,00	0,26	0,10	0,12	-0,15	-0,14	0,09	
0,34	0,05	-0,13	0,05	0,17	0,19	0,20	0,09	0,17	-0,11	0,30	-0,03	0,43	0,02	0,20	0,10	0,08	0,04	0,26	1,00	0,38	0,18	0,35	0,47	0,59	
0,40	0,40	0,44	0,26	0,49	0,53	0,48	0,43	0,47	0,34	0,40	0,41	0,20	0,42	0,13	0,04	0,26	0,23	0,10	0,38	1,00	0,16	0,48	0,14	0,48	
0,25	0,06	0,05	0,17	0,25	0,19	0,24	0,06	0,17	0,24	0,38	0,02	0,36	0,02	0,51	0,43	0,34	-0,05	0,12	0,18	0,16	1,00	0,36	-0,24	-0,03	
0,85	0,58	0,39	0,74	0,82	0,83	0,86	0,73	0,77	0,55	0,86	0,55	0,69	0,52	0,46	0,43	0,75	0,23	-0,15	0,35	0,48	0,36	1,00	-0,13	0,10	
-0,11	-0,02	-0,12	-0,01	-0,02	-0,01	-0,03	-0,01	-0,07	-0,30	-0,09	-0,04	-0,05	0,01	-0,19	-0,12	-0,03	0,04	-0,14	0,47	0,14	-0,24	-0,13	1,00	0,62	
0,02	0,00	-0,02	-0,05	0,12	0,11	0,09	0,02	0,00	-0,08	0,03	-0,04	0,09	0,01	0,02	-0,01	0,01	0,00	0,09	0,59	0,48	-0,03	0,10	0,62	1,00	

Příloha 2: Korelační tabulka všech vstupů a výstupů pro skupinu B

00 - Cena karty [Kč]	1,00	0,88	0,55	0,79	0,66	0,82	0,85	0,90	0,71	0,49	0,79	0,66	0,73	0,81	0,54	0,38	-0,05	-0,36	-0,26	0,06	0,25	0,00	0,76	-0,18	0,18	
01 - 3DMark11 [C] Extreme	0,88	1,00	0,52	0,80	0,84	0,87	0,92	0,94	0,78	0,63	0,92	0,76	0,86	0,92	0,44	0,28	-0,22	-0,23	-0,57	-0,03	0,24	-0,15	0,77	-0,21	0,08	
02 - Unigine Heaven DirectX 11 [C] Extreme	0,55	0,52	1,00	0,58	0,36	0,55	0,51	0,58	0,45	0,32	0,50	0,35	0,36	0,47	0,40	0,35	0,06	-0,39	-0,12	0,25	-0,01	-0,03	0,55	-0,12	-0,09	
03 - Unigine Sanctuary DirectX 11 [C] Extreme	0,79	0,80	0,58	1,00	0,57	0,97	0,85	0,85	0,54	0,29	0,58	0,53	0,72	0,67	0,87	0,78	0,33	-0,47	-0,12	0,08	0,05	0,16	0,94	-0,18	0,24	
04 - Metro 2033 DirectX 11 [C] Extreme	0,66	0,84	0,36	0,57	1,00	0,69	0,81	0,79	0,57	0,45	0,84	0,52	0,77	0,77	0,24	0,11	-0,30	-0,29	-0,75	-0,02	0,25	-0,30	0,53	-0,13	0,04	
05 - Aliens vs. Predator DirectX 11 [C] Extreme	0,82	0,87	0,55	0,97	0,69	1,00	0,91	0,90	0,58	0,35	0,68	0,58	0,80	0,75	0,80	0,69	0,20	-0,44	-0,30	0,11	0,17	0,06	0,91	-0,13	0,28	
06 - Crysis 2 DirectX 9 [C] Extreme	0,85	0,92	0,51	0,85	0,81	0,91	1,00	0,98	0,78	0,46	0,87	0,72	0,79	0,88	0,60	0,45	0,02	-0,48	-0,45	0,12	0,33	-0,08	0,81	-0,18	0,28	
07 - Crysis 2 DirectX 11 [C] Extreme	0,90	0,94	0,58	0,85	0,79	0,90	0,98	1,00	0,83	0,48	0,89	0,75	0,77	0,92	0,57	0,42	-0,03	-0,45	-0,43	0,12	0,31	-0,10	0,80	-0,17	0,23	
08 - Mafia 2 DirectX 9 [C] Extreme	0,71	0,78	0,45	0,54	0,57	0,58	0,78	0,83	1,00	0,54	0,83	0,84	0,44	0,93	0,21	0,05	-0,23	-0,16	-0,38	0,11	0,41	-0,19	0,55	-0,19	0,18	
09 - GTA IV EFLC DirectX 9 [C] Extreme	0,49	0,63	0,32	0,29	0,45	0,35	0,46	0,48	0,54	1,00	0,66	0,81	0,61	0,52	-0,08	-0,18	-0,21	0,30	-0,49	-0,12	0,21	-0,25	0,38	-0,17	-0,05	
10 - Batman Arkham City DirectX 11 [C] Extreme	0,79	0,92	0,50	0,58	0,84	0,68	0,87	0,89	0,83	0,66	1,00	0,77	0,75	0,90	0,18	0,02	-0,41	-0,26	-0,70	0,00	0,35	-0,28	0,56	-0,19	0,03	
11 - DIRT 3 DirectX 11 [C] Extreme	0,66	0,76	0,35	0,53	0,52	0,58	0,72	0,75	0,84	0,81	0,77	1,00	0,65	0,79	0,21	0,06	-0,06	0,07	-0,39	0,08	0,38	-0,21	0,61	-0,17	0,28	
12 - Starcraft 2 DirectX 11 [C] Extreme	0,73	0,86	0,36	0,72	0,77	0,80	0,79	0,77	0,44	0,61	0,75	0,65	1,00	0,65	0,47	0,35	-0,06	-0,20	-0,56	0,00	0,17	-0,14	0,70	-0,14	0,19	
13 - Battlefield 3 DirectX 11 [C] Extreme	0,81	0,92	0,47	0,67	0,77	0,75	0,88	0,92	0,93	0,52	0,90	0,79	0,65	1,00	0,31	0,13	-0,31	-0,18	-0,54	0,06	0,38	-0,20	0,62	-0,17	0,15	
14 - GPGPU BitMining	0,54	0,44	0,40	0,87	0,24	0,80	0,60	0,57	0,21	-0,08	0,18	0,21	0,47	0,31	1,00	0,97	0,66	-0,59	0,24	0,21	-0,04	0,37	0,82	-0,09	0,38	
15 - GPGPU Luxmark	0,38	0,38	0,28	0,35	0,78	0,11	0,69	0,45	0,42	0,05	-0,18	0,02	0,06	0,35	0,13	0,97	1,00	0,74	-0,59	0,32	0,21	-0,11	0,40	0,74	-0,05	0,37
16 - GPU Caps Viewer PostFX	-0,05	-0,22	0,06	0,33	-0,30	0,20	0,02	-0,03	-0,23	-0,21	-0,41	-0,06	-0,06	-0,31	0,66	0,74	1,00	-0,33	0,62	0,25	-0,16	0,37	0,39	0,04	0,45	
17 - GPU Caps Viewer Pericles 1M	-0,36	-0,23	-0,39	-0,47	-0,29	-0,44	-0,48	-0,45	-0,16	0,30	-0,26	0,07	-0,20	-0,18	-0,59	-0,59	-0,33	1,00	-0,04	-0,27	-0,01	-0,09	-0,42	0,07	-0,21	
18 - Nqueens	-0,26	-0,57	-0,12	-0,12	-0,75	-0,30	-0,45	-0,43	-0,38	-0,49	-0,70	-0,39	-0,56	-0,54	0,24	0,32	0,62	-0,04	1,00	0,07	-0,25	0,45	-0,09	0,05	0,13	
20 - Temperature Idle	0,06	-0,03	0,25	0,08	-0,02	0,11	0,12	0,12	0,11	-0,12	0,00	0,08	0,00	0,06	0,21	0,21	0,25	-0,27	0,07	1,00	0,43	-0,06	0,06	0,39	0,58	
21 - Temperature Load	0,25	0,24	-0,01	0,05	0,25	0,17	0,33	0,31	0,41	0,21	0,35	0,38	0,17	0,38	-0,04	-0,11	-0,16	-0,01	-0,25	0,43	1,00	-0,26	0,01	0,26	0,39	
22 - Power Consumption Idle	0,00	-0,15	-0,03	0,16	-0,30	0,06	-0,08	-0,10	-0,19	-0,25	-0,28	-0,21	-0,14	-0,20	0,37	0,40	0,37	-0,09	0,45	-0,06	-0,26	1,00	0,19	-0,09	0,04	
23 - Power Consumption Load	0,76	0,77	0,55	0,94	0,53	0,91	0,81	0,80	0,55	0,38	0,56	0,61	0,70	0,62	0,82	0,74	0,39	-0,42	-0,09	0,06	0,01	0,19	1,00	-0,17	0,30	
24 - Noise Level Idle	-0,18	-0,21	-0,12	-0,18	-0,13	-0,13	-0,18	-0,17	-0,19	-0,17	-0,19	-0,17	-0,14	-0,17	-0,09	-0,05	0,04	0,07	0,05	0,39	0,26	-0,09	-0,17	1,00	0,47	
25 - Noise level Load	0,18	0,08	-0,09	0,24	0,04	0,28	0,28	0,23	0,18	-0,05	0,03	0,28	0,19	0,15	0,38	0,37	0,45	-0,21	0,13	0,58	0,39	0,04	0,30	0,47	1,00	

Příloha 3: Korelační tabulka všech vstupů a výstupů pro skupinu C



Grafická karta	00 - Cena karty [Kč]	01 - 3DMark11 [A] Entry	02 - Unigine Heaven DirectX 11 [A] Entry	03 - Unigine Sanctuary DirectX 11 [A] Entry	04 - Metro 2033 DirectX 11 [A] Entry	05 - Aliens vs. Predator DirectX 11 [A] Entry	06 - Crysis 2 DirectX 9 [A] Entry	07 - Crysis 2 DirectX 11 [A] Entry	08 - Mafia 2 DirectX 9 [A] Entry
Palit GeForce GTX 650 Ti 1 GB	3452	7185	78,4	231,6	91,5	110,3	68,1	64,1	109,5
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 2 GB	3379	9780	95	260,5	122	150,3	88,6	82	150,9
ASUS GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	3336	4745	51,7	153	60,3	72,7	45,1	42,1	72,4
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	3282	9517	112,8	346,1	127	169	98,8	93,7	159,1
Asus Radeon HD 7790 DirectCUII 1 GB	3222	9796	95,5	261	124,5	150,9	90,5	81,5	151,5
MSI GeForce GTX 650 TI 2 GB GDDR5	3173	7183	78,2	231,6	91,4	110,3	68	64	109,3
MSI GeForce GTX 650 TI 1 GB GDDR5	3161	4836	52,3	154,4	61,3	73,4	45,7	43	73
Palit GeForce GTX 650 OC 2 GB	3118	4852	52,1	155,2	60,4	72,9	45,5	42,5	73,2
Sapphire Radeon HD 7790 1 GB	3040	9790	95,4	260,5	124,5	151	90,2	81,1	151,5
Zotac GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	3040	4745	51,8	153	60,5	72,8	45	42,2	72,4
MSI GeForce GTX 650 OC 1 GB	3023	4772	52	153,2	60,8	73	45,2	42,4	72,5
MSI Radeon HD 6790 1GB	3020	5134	63,1	156,2	95,1	103,5	71,2	52,6	104,9
Palit GeForce GTX 650 1 GB	2997	4743	51,8	152,9	60,4	72,8	45	42,3	72,3
Gigabyte GeForce GTX 6501 GB GDDR5	2985	8330	90,7	268,6	106	127,9	78,9	74,2	126,8
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB	2871	9783	95,1	260,6	123	151	89,3	81	151,4
Palit GeForce GTX 650 1 GB	2658	4752	51,8	153,1	60,4	72,6	45,1	42	72,5
Sapphire Radeon HD 7750 Passiv	2579	4124	51,1	136,6	85,5	83,5	50,3	48,5	94,6
ASUS GeForce GT 640 2 GB GDDR3	2519	4001	45,6	138	54,1	51,8	38,7	37,7	64,2
Sapphire Radeon HD 7750 2 GB	2507	4126	52	137	85,5	84	51,6	49	94,5
Sapphire Radeon HD 7750 1 GB	2507	4128	51,1	136,8	85,5	83,7	51,7	48,9	94,5
Asus Radeon HD 7750 1 GB OC	2373	4418	53	138,1	85,7	85	52,3	50,1	95,1
ASUS GeForce GT 630 2 GB DDR3	2343	2516	28,5	82,3	29,6	31,3	19,9	21,5	36,9
Sapphire Radeon HD 77501 GB GDDR5	2315	4124	51,2	136,6	85,5	83,5	51,5	48,8	94,8
ASUS Radeon HD 7750 1 GB GDDR5	2252	4120	52	137	85,2	83,7	51,4	48,7	94,3
eVGA GeForce GT 6402 GB DDR3	2252	3892	42,2	125	49,2	48,2	37	34,5	59,2
Asus GeForce GT 640 2 GB	2192	3887	42,1	125	49,1	48,2	36,9	34,5	59,1
Sapphire Radeon HD 6670 1 GB GDDR5	2010	2365	29,4	91,7	56,4	56,2	42,1	29,5	63,7
MSI GeForce GT 640 1 GB	1998	3882	42,1	125,1	49,1	48,3	37,1	34,7	59,3
Asus GeForce GT 630 2 GB Passive	1937	3880	42	123,5	48,6	48	36,7	34,1	58,8
Sapphire Radeon HD 7730 2 GB	1853	2045	23,8	59,4	43,9	37,2	20,9	20,2	45,1
Sapphire Radeon HD 7730 1 GB	1756	2276	25,4	64,6	47	39,7	22,8	21,8	48,2
MSI Radeon HD 65702 GB DDR3	1466	2270	26,7	81,4	53	52,5	38,8	26,4	58,8
Sapphire Radeon HD 5450 1 GB DDR3	840	672	0	7	0	0	4,8	0	6,9

Příloha 4: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu A – 1. část

Grafická karta	09 - GTA IV EFLC DirectX 9 [A] Entry	10 - Batman Arkham City DirectX 11 [A] Entry	11 - DIRT 3 DirectX 11 [A] Entry	12 - Starcraft 2 DirectX 11 [A] Entry	13 - Battlefield 3 DirectX 11 [A] Entry	14 - GPGPU Bitmining	15 - GPGPU Luxmark	16 - GPU Caps Viewer PostFX
Palit GeForce GTX 650 Ti 1 GB	54,5	162	336,5	93,56	99,3	44,5	1615	63
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 2 GB	61,6	155	394,6	142,5	98,13	252,4	10642	117
ASUS GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	35,9	107	222,4	61,73	65,49	29,3	1016	39
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	60,4	167	398,5	131,3	140,2	64,5	2156	96
Asus Radeon HD 7790 DirectCUII 1 GB	61,8	155	398,5	144,2	98,39	252,2	10634	117
MSI GeForce GTX 650 Ti 2 GB GDDR5	54,4	162	336,4	93,53	99,28	44,7	1615	63
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	36,1	110	223,9	62,12	66,62	30,2	1058	41
Palit GeForce GTX 650 OC 2 GB	36	108	223,1	62,07	65,53	30	1076	40
Sapphire Radeon HD 7790 1 GB	61,7	155	398,1	144,2	98,44	252,4	10636	117
Zotac GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	36	107	222,5	61,77	65,55	29,4	1018	39
MSI GeForce GTX 650 OC 1 GB	36	108	222,8	61,81	65,91	29,6	1026	40
MSI Radeon HD 6790 1GB	59,8	160	269,3	100,1	79,12	193,6	4732	55
Palit GeForce GTX 650 1 GB	35,9	107	222,1	61,76	65,54	29,4	1018	39
Gigabyte GeForce GTX 6501 GB GDDR5	63,1	188	390,1	108,5	115,1	51,9	1872	74
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB	61,7	155	396	143,7	98,2	252,4	10634	117
Palit GeForce GTX 650 1 GB	35,9	107	222,5	61,8	65,51	29,4	1016	39
Sapphire Radeon HD 7750 Passiv	59,4	158	222,6	105,3	75,4	118,3	5072	65
ASUS GeForce GT 640 2 GB GDDR3	35,2	91	197,5	56,8	56,45	24,8	978	41
Sapphire Radeon HD 7750 2 GB	59,5	158	222,5	105,4	75,36	118,3	5101	65
Sapphire Radeon HD 7750 1 GB	59,5	158	222,5	105,3	75,43	118,3	5072	65
Asus Radeon HD 7750 1 GB OC	60,2	158	224	107,1	75,77	119,3	6022	66
ASUS GeForce GT 630 2 GB DDR3	21,1	45	101,2	29,66	30,61	11,3	452	30
Sapphire Radeon HD 77501 GB GDDR5	59,5	158	222,7	105,3	75,4	118,3	5072	65
ASUS Radeon HD 7750 1 GB GDDR5	59,5	156	222,1	104,7	75,28	118	5079	65
eVGA GeForce GT 6402 GB DDR3	30,7	89	184,1	51,4	50,66	24	858	39
Asus GeForce GT 640 2 GB	30,8	89	183,9	51,4	50,63	24	856	39
Sapphire Radeon HD 6670 1 GB GDDR5	62,1	66	143,1	104,1	44,12	87,4	2246	31
MSI GeForce GT 640 1 GB	30,8	89	184,4	51,51	50,71	24,1	858	39
Asus GeForce GT 630 2 GB Passive	30,1	87	180,5	49,78	48,45	23,8	850	39
Sapphire Radeon HD 7730 2 GB	29,6	73	122,7	99,18	41,21	56	4421	49
Sapphire Radeon HD 7730 1 GB	31,3	78	126,4	101,2	44,81	56,5	4485	52
MSI Radeon HD 65702 GB DDR3	53,8	62	134,7	97,53	41,93	84,1	2139	30
Sapphire Radeon HD 5450 1 GB DDR3	10,14	6	7,9	24,31	6,34	46,8	1176	22

Příloha 4: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu A – 2. část

Grafická karta	18 - Nqueens	20 - Temperature Idle	21 - Temperature Load	22 - Power Consumption Idle	23 - Power Consumption Load	24 - Noise Level Idle	25 - Noise level Load
Palit GeForce GTX 650 Ti 1 GB	3,56	30	56	7	90	32,2	38,6
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 2 GB	1,88	27	65	7	105	32,1	36,3
ASUS GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	4,77	29	56	7	68	32,2	38,1
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	2,5	27	69	7	127	31,5	39,7
Asus Radeon HD 7790 DirectCUII 1 GB	1,87	27	68	7	105	30,2	36,7
MSI GeForce GTX 650 TI 2 GB GDDR5	3,56	29	55	7	90	31,9	38,2
MSI GeForce GTX 650 TI 1 GB GDDR5	4,72	30	70	7	70	31,6	38,2
Palit GeForce GTX 650 OC 2 GB	4,74	30	62	7	70	32,4	40,4
Sapphire Radeon HD 7790 1 GB	1,87	27	68	7	104	31,7	41,4
Zotac GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	4,76	29	56	7	68	32,4	38,5
MSI GeForce GTX 650 OC 1 GB	4,75	30	62	7	68	31,2	36,7
MSI Radeon HD 6790 1GB	8,51	31	72	16	123	32,5	42,8
Palit GeForce GTX 650 1 GB	4,76	30	56	7	68	32	38,2
Gigabyte GeForce GTX 6501 GB GDDR5	3,15	29	55	7	94	32,4	38,2
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB	1,87	27	70	7	100	32,4	38,4
Palit GeForce GTX 650 1 GB	4,76	30	59	7	68	32,5	39,2
Sapphire Radeon HD 7750 Passiv	6,5	42	73	5	49	15	15
ASUS GeForce GT 640 2 GB GDDR3	5,25	30	55	5	50	32,5	36,7
Sapphire Radeon HD 7750 2 GB	6,51	33	76	5	50	32,1	35,2
Sapphire Radeon HD 7750 1 GB	6,5	31	71	5	49	32,5	35,2
Asus Radeon HD 7750 1 GB OC	6,38	31	72	5	56	30,9	38,2
ASUS GeForce GT 630 2 GB DDR3	7,45	30	53	5	38	32,8	34,9
Sapphire Radeon HD 77501 GB GDDR5	6,5	36	62	6	50	15	15
ASUS Radeon HD 7750 1 GB GDDR5	6,54	32	69	5	49	30,7	36,2
eVGA GeForce GT 6402 GB DDR3	5,24	33	69	5	47	33,5	38,8
Asus GeForce GT 640 2 GB	5,25	32	68	5	47	15	15
Sapphire Radeon HD 6670 1 GB GDDR5	17	36	69	14	74	31,2	36,3
MSI GeForce GT 640 1 GB	5,25	30	55	5	48	32,1	37,9
Asus GeForce GT 630 2 GB Passive	5,25	34	72	5	48	15	15
Sapphire Radeon HD 7730 2 GB	4,15	29	50	5	45	34,2	34,2
Sapphire Radeon HD 7730 1 GB	4	29	50	5	47	34,2	34,2
MSI Radeon HD 65702 GB DDR3	18,9	37	66	12	50	32,9	36,9
Sapphire Radeon HD 5450 1 GB DDR3	30	32,72	30	71	8	40	15

Příloha 4: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu A – 3. část

Grafická karta	00 - Cena karty [Kč]	01 - 3DMark11 [B] Performance	02 - Unigine Heaven DirectX 11 [B] Performance	03 - Unigine Sanctuary DirectX 11 [B] Performance	04 - Metro 2033 DirectX 11 [B] Performance	05 - Aliens vs. Predator DirectX 11 [B] Performance	06 - Crysis 2 DirectX 9 [B] Performance	07 - Crysis 2 DirectX 11 [B] Performance
Palit GeForce GTX 770 2 GB	7906	11225	80,9	197,8	91,5	65,1	87,1	81,9
Sapphire Radeon HD 7950 OC 3 GB	7895	7104	56,5	166,1	83,4	55,4	77,3	70,5
ASUS Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	7699	7102	24,1	166,3	83	55,8	75,4	58,1
Asus Radeon HD 7950 OC 3 GB GDDR5	7662	7106	56,6	166,3	83,3	55,5	77,4	70,3
Gigabyte GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	7634	8929	65,1	154,9	78,4	56,1	79	64,2
SapphireRadeon HD 7950 OC 3 GB	7555	7102	24,1	166,3	83	55,8	75,4	58,1
ASUS GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	7381	9046	65,8	160,8	80,5	57,7	78,2	70,7
MSI Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	7080	6440	22,5	151,5	76,5	52,1	71,1	55,6
Zotac GeForce GTX 660 2 GB DDR5	6837	8562	53,6	139,1	70,1	45,1	58,3	56,6
Asus GeForce GTX 760 OC DirectCUII 2 GB	6501	8789	64	146,5	81,5	56,1	72,9	64,8
Gainward GeForce GTX 760 OC 2 GB	6452	8826	65,5	147,6	82	56,2	73,4	65,7
MSI GeForce GTX 760 OC Gaming 2 GB	6404	8808	64,7	146,6	81,5	56,2	73,1	65,2
MSI GeForce GTX 660 T 2 GB GDDR5	6387	9056	53,8	142,6	50,9	45,8	60,7	59,2
Gainward GeForce GTX 660 Ti Phantom 2 GB	6363	8534	53,3	139	69,6	45,4	59,4	58,3
Palit GeForce GTX 760 OC Jetstream 2 GB	6343	8826	65,5	147,6	82	56,2	73,4	65,7
Gigabyte GeForce GTX 760 OC 2 GB	6295	8826	65,6	147,9	82	56,6	73,9	66
Zotac GeForce GTX 760 Reference 2 GB	6186	8722	63,8	146,2	81,5	56,1	72,8	64,4
Asus GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	6162	7782	50,1	133,9	63,5	43,2	56,2	55,6
Palit GeForce GTX 760 Reference 2 GB	6005	8722	63,8	146,2	81,5	56,1	72,8	64,4
MSI GeForce GTX 760 OC 2 GB	5884	8786	64	146,5	81,5	56,1	72,9	64,8
MSI Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	5534	6682	51,2	142,9	75,5	46,6	66,5	47
ASUS Radeon HD 7870 2 GB GDDR	5230	6321	49,2	142,2	80,2	49,2	69,2	52,3
eVGA GeForce GTX 660 2 GB GDDR5	4940	6482	47,2	126,3	60	40,6	53	52,3
Sapphire Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	4879	6212	45,6	137,3	73,5	46,6	60,1	47
Asus Radeon HD 7850 DirectCUII 2 GB	4808	5089	41,8	116,2	66,5	39,1	52,8	41,7

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu B – 1. část

Grafická karta	08 - Mafia 2 DirectX 9 [B] Performance	09 - GTA IV EFLC DirectX 9 [B] Performance	10 - Batman Arkham City DirectX 11 [B] Performance	11 - DIRT 3 DirectX 11 [B] Performance	12 - Starcraft 2 DirectX 11 [B] Performance	13 - Battlefield 3 DirectX 11 [B] Performance	14 - GPGPU Bitmining	15 - GPGPU Luxmark	16 - GPU Caps Viewer PostFX
Palit GeForce GTX 770 2 GB	105	66,79	158	193,7	105	101,6	125,5	4298	148
Sapphire Radeon HD 7950 OC 3 GB	78,5	66,31	158	130,6	108,9	73,03	348,4	13912	164
ASUS Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	78,7	64,84	159	131	109,5	73,61	349,1	13918	164
Asus Radeon HD 7950 OC 3 GB GDDR5	78,7	66,38	159	130,5	109,5	73,61	348,9	13918	164
Gigabyte GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	82,9	65,39	154	174,6	104,3	88,81	96,2	3367	126
SapphireRadeon HD 7950 OC 3 GB	78,7	65,13	159	131	109,5	73,61	349,1	13918	164
ASUS GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	97,3	66,11	156	186,4	104,6	94,01	112,6	3851	140
MSI Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	74,5	53,79	154	120,7	105,2	67,7	317,6	12693	153
Zotac GeForce GTX 660 2 GB DDR5	80,7	65,41	142	154,9	101,4	88,1	105,5	3640	119
Asus GeForce GTX 760 OC DirectCUII 2 GB	82	65,52	143	159,2	103,3	94,21	85,8	3232	132
Gainward GeForce GTX 760 OC 2 GB	83,8	65,79	146	159,9	104,1	95,11	88,6	3215	133
MSI GeForce GTX 760 OC Gaming 2 GB	82,6	65,66	144	159,5	104	94,88	87,1	3183	132
MSI GeForce GTX 660 T 2 GB GDDR5	82,7	66	144	159,7	102,9	88,82	108,6	3663	120
Gainward GeForce GTX 660 Ti 2 GB	81,2	65,45	142	155,5	101,9	87,3	102,5	3492	115
Palit GeForce GTX 760 OC Jetstream 2 GB	83,8	65,79	146	159,9	104,1	95,11	88,6	3215	133
Gigabyte GeForce GTX 760 OC 2 GB	84,2	65,98	147	160,5	104,6	95,67	89,3	3290	134
Zotac GeForce GTX 760 Reference 2 GB	81,5	65,41	143	159,2	103,2	93,23	85,3	3101	132
Asus GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	80	65,02	140	151,2	99,93	86,46	90,3	3276	110
Palit GeForce GTX 760 Reference 2 GB	81,5	65,41	143	159,2	103,2	93,23	85,3	3101	132
MSI GeForce GTX 760 OC 2 GB	82	65,52	143	159,2	103,3	94,21	85,8	3232	132
MSI Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	70,3	65,22	151	127,2	106,1	68,23	404,7	14774	162
ASUS Radeon HD 7870 2 GB GDDR	72,3	65,12	143	127,2	104,7	65,13	398,8	13902	161
eVGA GeForce GTX 660 2 GB GDDR5	75,3	61,27	131	142,4	94,18	81,52	75,3	2721	106
Sapphire Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	70,3	65,1	143	127,1	104,7	65,14	265,7	13900	161
Asus Radeon HD 7850 DirectCUII 2 GB	60,4	64,98	135	110,6	97,37	55,12	265,2	11104	128

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu B – 2. část



Grafická karta	17 - GPU Caps Viewer Particles 1M	18 - Nqueens	20 - Temperature Idle	21 - Temperature Load	22 - Power Consumption Idle	23 - Power Consumption Load	24 - Noise Level Idle	25 - Noise level Load
Palit GeForce GTX 770 2 GB	174	2,03	31	77	9	238	31,2	40,2
Sapphire Radeon HD 7950 OC 3 GB	84	2,46	29	71	15	192	31,9	39,2
ASUS Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	84	2,45	32	63	15	192	30,1	36,9
Asus Radeon HD 7950 OC 3 GB GDDR5	84	2,45	28	70	15	192	30,2	37
Gigabyte GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	170	2,36	27	72	15	179	30,7	39,3
SapphireRadeon HD 7950 OC 3 GB	84	2,45	32	63	15	192	31,8	39,3
ASUS GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	180	2,2	30	71	15	192	30,5	32,9
MSI Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	79	2,66	38	72	15	190	35,8	42,7
Zotac GeForce GTX 660 2 GB DDR5	162	2,22	33	68	15	143	31,3	41,8
Asus GeForce GTX 760 OC DirectCUII 2 GB	172	1,92	29	71	11	147	31,1	38,4
Gainward GeForce GTX 760 OC 2 GB	172	1,9	30	74	11	149	31,8	41,9
MSI GeForce GTX 760 OC Gaming 2 GB	172	1,91	27	68	11	149	30,7	36,8
MSI GeForce GTX 660 T 2 GB GDDR5	168	2,15	30	70	15	135	30,8	36,4
Gainward GeForce GTX 660 Ti Phantom 2 GB	166	2,28	30	69	13	133	31,4	36,9
Palit GeForce GTX 760 OC Jetstream 2 GB	172	1,9	30	77	11	150	32,1	42,7
Gigabyte GeForce GTX 760 OC 2 GB	172	1,9	28	65	11	150	30,2	36,8
Zotac GeForce GTX 760 Reference 2 GB	172	1,92	33	79	11	145	34,2	44,3
Asus GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	159	2,61	29	68	13	130	30,1	32,2
Palit GeForce GTX 760 Reference 2 GB	172	1,92	33	79	11	145	34,2	44,3
MSI GeForce GTX 760 OC 2 GB	172	1,92	33	79	11	147	34,2	44,3
MSI Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	104	2,68	30	69	69	170	30,4	38,1
ASUS Radeon HD 7870 2 GB GDDR	90	2,8	30	69	15	170	30,4	38,1
eVGA GeForce GTX 660 2 GB GDDR5	148	2,84	29	68	7	126	31,9	39
Sapphire Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	90	2,81	30	70	15	170	31,5	38,2
Asus Radeon HD 7850 DirectCUII 2 GB	85	3,19	29	63	15	132	30,4	36,2

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu B – 3. část

Grafická karta	00 - Cena karty [Kč]	01 - 3DMark11 [B] Performance	02 - Unigine Heaven DirectX 11 [B] Performance	03 - Unigine Sanctuary DirectX 11 [B] Performance	04 - Metro 2033 DirectX 11 [B] Performance	05 - Aliens vs. Predator DirectX 11 [B] Performance	06 - Crysis 2 DirectX 9 [B] Performance	07 - Crysis 2 DirectX 11 [B] Performance
Sapphire Radeon HD 7850 OC 2 GB DDR5	4746	5125	43,1	121,1	67,2	40,5	53,1	42,2
Sapphire Radeon HD 6850 Toxic 1 GB	4723	3420	29,3	44	44,2	32,2	38,1	28,5
MSI Radeon HD 6870 1 GB GDDR	4618	4067	34	47,1	49,5	32,2	43,5	32,9
Gigabyte Radeon HD 7870	4577	6214	19,1	137,3	73,5	46,6	60	47
Gigabyte GeForce GTX 660 2 GB GDDR5	4468	6498	47,3	126,6	60,1	40,8	53,2	52,6
Gigabyte GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	4444	9027	53,9	139,6	70,5	45,7	59,6	58,6
Gainward GeForce GTX 650 Ti Boost 2 GB	4094	5485	43,2	101,8	56	38,5	49,2	44,4
Zotac GeForce GTX 650 Ti Ampl 2 GB	3911	4878	35,1	80,8	39,5	27,4	36,6	35
Palit GeForce GTX 650 Ti Boost 2 GB	3892	5485	43,2	101,8	56	38,5	49,2	44,4
Sapphire Radeon HD 7850 1 GB	3889	5048	40	111	65,5	42,8	51,5	45
ZOTAC GeForce GTX 650 Ti 2 GB GDDR5	3887	5402	43	101,8	55,5	37,5	48,6	44
Sapphire Radeon 6850 1 GB GDDR5	3864	3401	29,2	43,9	44	31,6	37,8	28,4
Sapphire Radeon 6850 1 GB GDDR5	3864	3380	29	43,5	44	31,5	37,5	28
ASUS GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	3716	5512	43,7	102,9	56,5	40	49,9	44,9
Gigabyte GeForce GTX 650 Ti 2 GB GDDR5	3597	4880	35,3	80,9	39,6	27,4	36,7	35,1
Palit GeForce GTX 650 Ti 1 GB	3452	4205	30,5	69,7	34,1	23,5	31,6	30,2
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 2 GB	3379	5562	35,3	104,2	53,5	31,4	42	38,2
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	3282	5520	44	103,2	57	48,8	50,3	45,2
Asus Radeon HD 7790 DirectCUII 1 GB	3222	5570	35,5	104,4	55	31,5	41,9	37,6
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	3173	4205	30,3	69,7	34,1	23,6	31,6	30,2
Sapphire Radeon HD 7790 1 GB	3040	5568	35,2	104,2	55	31,5	42	37,4
Gigabyte GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	2985	4877	35,1	80,8	39,5	27,4	36,6	35
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB	2871	5564	35,1	103,8	53,5	31	41,8	37,5
Gainward GeForce GTX 550 Ti 1 GB	3685	2378	3,8	46,5	30,9	20,1	25,4	20,1
MSI GeForce GTX 650 OC 1GB GDDR5	3518	2652	19,2	43,8	21,5	14,8	20,1	19,2

Příloha 5: Východí tabulka grafických karet pro skupinu B – 4. část

Grafická karta	08 - Mafia 2 DirectX 9 [B] Performance	09 - GTA IV EFLC DirectX 9 [B] Performance	10 - Batman Arkham City DirectX 11 [B] Performance	11 - DIRT 3 DirectX 11 [B] Performance	12 - Starcraft 2 DirectX 11 [B] Performance	13 - Battlefield 3 DirectX 11 [B] Performance	14 - GPGPU Bitmining	15 - GPGPU Luxmark	16 - GPU Caps Viewer PostFX
Sapphire Radeon HD 7850 OC 2 GB DDR5	62,3	64,99	136	112,3	89,72	56,81	249,2	11228	133
Sapphire Radeon HD 6850 Toxic 1 GB	45,4	58,8	108	73,1	96,79	38,49	205,1	5009	58
MSI Radeon HD 6870 1 GB GDDR	52,9	59,84	116	89	97,89	42,18	268,5	6248	71
Gigabyte Radeon HD 7870	70,2	65,1	143	127,1	104,7	65,17	265,7	13950	161
Gigabyte GeForce GTX 660 2 GB GDDR5	75,6	61,32	132	142,9	94,44	81,72	75,6	2726	106
Gigabyte GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	81,4	66,01	144	155,8	102,3	87,98	110,9	3878	120
Gainward GeForce GTX 650 Ti Boost 2 GB	56,8	61,11	105	131,9	84,78	71,33	62,8	2093	95
Zotac GeForce GTX 650 Ti Amp! 2 GB	44,7	61,15	103	92,8	102,7	47,04	51,9	1872	74
Palit GeForce GTX 650 Ti Boost 2 GB	56,8	61,11	105	131,9	84,78	71,33	62,8	2093	95
Sapphire Radeon HD 7850 1 GB	59,1	64,18	133	103,5	93,11	54,66	246,2	10708	124
ZOTAC GeForce GTX 650 Ti 2 GB GDDR5	55,5	60,09	104	130,5	83,81	70,24	60,3	2008	94
Sapphire Radeon 6850 1 GB GDDR5	45,2	58,78	107	72,8	96,22	38,28	202	4991	57
Sapphire Radeon 6850 1 GB GDDR5	45	58,8	107	72,5	96,01	38,19	201,8	4978	57
ASUS GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	57,5	61,16	106	133,2	85,13	72,05	63,9	2134	95
Gigabyte GeForce GTX 650 Ti 2 GB GDDR5	44,8	61,2	103	92,9	102,7	46,89	51,9	1874	74
Palit GeForce GTX 650 Ti 1 GB	38,5	52,72	89	80,1	88,5	40,55	44,5	1615	63
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 2 GB	51,1	60,4	100	110,1	78,75	52,13	252,4	10642	117
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	57,9	61,25	106	133,8	85,36	72,91	64,5	2156	96
Asus Radeon HD 7790 DirectCUII 1 GB	51,4	60,49	99	110	79,19	52,15	252,2	10634	117
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	38,5	52,72	89	80	88,51	40,55	44,7	1615	63
Sapphire Radeon HD 7790 1 GB	51	60,48	99	110	79,01	52,11	252,4	10636	117
Gigabyte GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	44,7	61,13	103	92,8	102,6	47,03	51,9	1872	74
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB	50,9	60,45	99	109,8	78,82	51,5	252,4	10634	117
Gainward GeForce GTX 550 Ti 1 GB	32,3	57,7	73	61,1	103,1	39,21	46,2	1914	46
MSI GeForce GTX 650 OC 1GB GDDR5	24,4	33,23	56	50,5	55,75	25,53	29,3	1016	39

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu B – 5. část

Grafická karta	17 - GPU Caps Viewer Particles 1M	18 - Nqueens	20 - Temperature Idle	21 - Temperature Load	22 - Power Consumption Idle	23 - Power Consumption Load	24 - Noise Level Idle	25 - Noise level Load
Sapphire Radeon HD 7850 OC 2 GB DDR5	87	3,12	29	63	15	130	31,4	37,9
Sapphire Radeon HD 6850 Toxic 1 GB	66	8,09	30	78	16	135	30,6	39,4
MSI Radeon HD 6870 1 GB GDDR	68	6,19	37	80	15	146	31,2	47,6
Gigabyte Radeon HD 7870	90	2,81	30	70	15	168	32,6	44,2
Gigabyte GeForce GTX 660 2 GB GDDR5	149	2,81	29	65	7	128	32,2	38,1
Gigabyte GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	168	2,15	28	68	13	135	31,2	36,8
Gainward GeForce GTX 650 Ti Boost 2 GB	125	2,53	28	67	7	118	32,6	39,8
Zotac GeForce GTX 650 Ti Amp! 2 GB	110	3,15	30	57	7	94	32,6	38,4
Palit GeForce GTX 650 Ti Boost 2 GB	125	2,53	28	67	7	118	32,5	39,4
Sapphire Radeon HD 7850 1 GB	84	3,39	30	66	15	129	32,2	40,2
ZOTAC GeForce GTX 650 Ti 2 GB GDDR5	124	2,55	30	70	6	114	31,9	39,3
Sapphire Radeon 6850 1 GB GDDR5	66	8,11	31	74	16	130	31	36,7
Sapphire Radeon 6850 1 GB GDDR5	66	8,12	31	70	16	127	31,4	40,3
ASUS GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	125	2,52	27	66	7	123	30,8	35,9
Gigabyte GeForce GTX 650 Ti 2 GB GDDR5	110	3,15	29	55	6	92	32,1	38,6
Palit GeForce GTX 650 Ti 1 GB	100	3,56	30	56	7	90	32,2	38,6
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 2 GB	38	1,88	27	65	7	105	32,1	36,3
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	125	2,5	27	69	7	127	31,5	39,7
Asus Radeon HD 7790 DirectCUII 1 GB	38	1,87	27	68	7	105	30,2	36,7
MSI GeForce GTX 650 Ti 1 GB GDDR5	100	3,56	29	55	7	90	31,9	38,2
Sapphire Radeon HD 7790 1 GB	38	1,87	27	68	7	104	31,7	41,4
Gigabyte GeForce GTX 650 1 GB GDDR5	110	3,15	29	55	7	94	32,4	38,2
Gigabyte Radeon HD 7790 OC 1 GB	38	1,87	27	70	7	100	32,4	38,4
Gainward GeForce GTX 550 Ti 1 GB	160	3,26	29	76	9	118	29,7	37,2
MSI GeForce GTX 650 OC 1GB GDDR5	66	4,77	29	56	7	68	32,2	38,1

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu B – 6. část

Grafická karta	00 - Cena karty [Kč]	01 - 3DMark11 [C] Extreme	02 - Unigine Heaven DirectX 11 [C] Extreme	03 - Unigine Sanctuary DirectX 11 [C] Extreme	04 - Metro 2033 DirectX 11 [C] Extreme	05 - Aliens vs. Predator DirectX 11 [C] Extreme	06 - Crysis 2 DirectX 9 [C] Extreme	07 - Crysis 2 DirectX 11 [C] Extreme
Asus Ares II Radeon HD 7990 6 GB	28593	6236	62,6	195,1	68	105,2	81,8	71,2
Gainward GeForce Titan 6 GB	24579	4732	45,3	98,7	68	56,3	69,3	63,5
eVGA GeForce GTX 690 Signature 4 GB	24274	5653	51,4	130,1	49,5	69,5	79,3	75,2
Gigabyte GeForce Titan 6 GB	24156	4732	45,3	98,7	68	56,3	69,3	63,5
Zotac GeForce GTX Titan 6GB DDR5	23902	4732	45,3	98,7	68	56,3	69,3	63,5
ASUS GeForce GTX TITAN 6 GB GDDR5	23825	4732	45,3	98,7	68	56,3	69,3	63,5
Gigabyte Radeon HD 7990 6 GB	20497	4997	54,2	169,2	60,8	94,5	77,1	67,5
Zotac GeForce GTX 780 3 GB	15347	4226	41,8	89,2	62,8	55,2	65,8	56,4
Sapphire Radeon HD 7970 Toxic 6GB OC	14221	3066	30,6	99,8	37,5	53,8	59,5	50,8
Sapphire Radeon HD 7970 Toxic 6GB	14221	2901	28,5	94,1	35,2	47,6	54,6	47,1
Gainward GeForce GTX 680 Phantom 2 GB	14058	3171	28,3	70,8	30,2	37,8	44,4	41,9
Palit GeForce GTX 780 3 GB OC	13326	4709	47,4	106,6	69,5	58,9	72,3	62,5
eVGA GeForce GTX 780 SC 3 GB GDDR5	12939	4698	47,2	106,5	69,5	58,8	73,3	62,5
Asus GeForce GTX 780 3 GB	12 683	4226	41,8	89,2	62,8	55,2	65,8	56,4
eVGA GeForce GTX 780 3 GB GDDR5	12600	4226	41,8	89,2	62,8	55,2	65,8	56,4
MSI GeForce GTX 780 3 GB	12177	4226	41,8	89,2	62,8	55,2	65,8	56,4
Palit GeForce GTX 680 Jetstream 2 GB	12164	3171	28,2	70,8	30,1	37,7	44,5	42
Gainward GeForce GTX 680 2 GB	11979	2929	64,4	67,2	29	36,7	42,7	40
MSI GeForce GTX 770 OC Lightning 2 GB	10906	3586	35,5	81,5	55	40,7	49	43,4
Gigabyte GeForce GTX 680 2 GB GDDR5	10190	3140	28	70,3	30	37,5	44	41,5
Gigabyte GeForce GTX 770 OC 2 GB	9503	3590	35,6	81,5	55	40,9	49,1	43,5
Gigabyte Radeon HD 7970 SOC 3GB OC	8897	3198	33,2	100,7	39,6	57,3	60,2	51,1
Gigabyte Radeon HD 7970 OC 3 GB GDDR5	8897	2856	28,3	92,9	35,2	47,5	54,5	47
Gigabyte Radeon HD 7970 3 GB GDDR5	8897	2809	27,8	92	34,6	46,8	54	46,4
Gainward GeForce GTX 670 Phantom 2GB	8800	2822	25,8	65,7	29,3	36,4	42,4	39,1
MSI GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	8729	2583	25	62,4	27,5	35,5	41	37,4
Palit GeForce GTX 770 OC Jetstream 2 GB	8365	3588	35,5	81,5	55	40,8	49	43,5

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu C – 1. část

Grafická karta	08 - Mafia 2 DirectX 9 [C] Extreme	09 - GTA IV EFLC DirectX 9 [C] Extreme	10 - Batman Arkham City DirectX 11 [C] Extreme	11 - DiRT 3 DirectX 11 [C] Extreme	12 - Starcraft 2 DirectX 11 [C] Extreme	13 - Battlefield 3 DirectX 11 [C] Extreme	14 - GPGPU Bitmining	15 - GPGPU Luxmark	16 - GPU Caps Viewer PostFX
Asus Ares II Radeon HD 7990 6 GB	60,2	55,1	65	66,2	113,72	60,04	1378,4	45712	182
Gainward GeForce Titan 6 GB	76,7	55,12	77	67,4	102,4	61,56	320,4	8912	121
eVGA GeForce GTX 690 Signature 4 GB	135,3	55,9	82	89,8	90,88	98,26	416,8	7488	116
Gigabyte GeForce Titan 6 GB	76,7	55,12	77	67,4	102,4	61,56	320,4	0	121
Zotac GeForce GTX Titan 6GB DDR5	76,7	55,12	77	67,4	102,4	61,56	320,4	8912	121
ASUS GeForce GTX TITAN 6 GB GDDR5	76,7	55,12	77	67,4	102,4	61,56	320,4	8912	121
Gigabyte Radeon HD 7990 6 GB	58,6	53,18	57	61,7	108,45	58,12	1182,2	39610	180
Zotac GeForce GTX 780 3 GB	74,2	54,1	74	63,9	98,23	56,98	272,5	8165	120
Sapphire Radeon HD 7970 Toxic 6GB OC	64,8	52,5	41	69,4	98,48	43,73	691,2	23405	202
Sapphire Radeon HD 7970 Toxic 6GB	59,7	51,34	38	63,6	94,41	40,75	607,6	20711	194
Gainward GeForce GTX 680 Phantom 2 GB	60,1	57,82	48	67,1	95,01	40,01	122,1	4089	147
Palit GeForce GTX 780 3 GB OC Super JetStream	77,9	54,72	78	68,8	103,34	62,57	302,1	9062	122
eVGA GeForce GTX 780 SC 3 GB GDDR5	78	54,7	78	68,9	103,35	62,55	301,9	9058	122
Asus GeForce GTX 780 3 GB	74,2	54,1	74	63,9	98,23	56,98	272,5	8165	120
eVGA GeForce GTX 780 3 GB GDDR5	74,2	54,1	74	63,9	98,23	56,98	272,5	8165	120
MSI GeForce GTX 780 3 GB	74,2	54,1	74	63,9	98,23	56,98	272,5	8165	120
Palit GeForce GTX 680 Jetstream 2 GB	60,1	57,82	48	67	95,17	40,01	122,07	4087	147
Gainward GeForce GTX 680 2 GB	57,3	56,29	45	63,1	93,62	39,13	110,9	3787	139
MSI GeForce GTX 770 OC Lightning 2 GB	62,6	57,23	51	66,8	96,22	43,62	126,4	4370	148
Gigabyte GeForce GTX 680 2 GB GDDR5	59,4	57,21	48	66	93,69	39,66	121,3	4061	145
Gigabyte GeForce GTX 770 OC Windforce 2 GB	62,8	57,23	51	66,8	96,11	43,76	126,4	4377	148
Gigabyte Radeon HD 7970 SOC 3GB OC	66,1	52,98	43	71,5	100,27	44,19	702,8	24874	195
Gigabyte Radeon HD 7970 OC 3 GB GDDR5	59,6	51,32	38	63,5	94,38	40,47	606,2	20378	194
Gigabyte Radeon HD 7970 3 GB GDDR5	57,9	51,09	38	63,1	93,9	40,04	603,2	19976	192
Gainward GeForce GTX 670 Phantom 2GB	55,7	54,75	45	62,5	93,69	38,22	102,4	3569	132
MSI GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	51,5	51,02	42	59,2	93,09	37,12	96,2	3367	126
Palit GeForce GTX 770 OC Jetstream 2 GB	62,6	57,21	51	66,8	96,09	43,71	126,2	4356	148

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu C – 2. část

Grafická karta	17 - GPU Caps Viewer Particles 1M	18 - Nqueens	20 - Temperature Idle	21 - Temperature Load	22 - Power Consumption Idle	23 - Power Consumption Load	24 - Noise Level Idle	25 - Noise level Load
Asus Ares II Radeon HD 7990 6 GB	94	2,12	25	57	37	613	30,8	40,6
Gainward GeForce Titan 6 GB	82	1,95	31	80	10	263	31,3	41,5
eVGA GeForce GTX 690 Signature 4 GB	205	2,23	32	85	16	348	30,9	44,9
Gigabyte GeForce Titan 6 GB	82	1,95	31	75	10	263	31,3	41,5
Zotac GeForce GTX Titan 6GB DDR5	82	1,95	31	80	10	263	31,3	41,5
ASUS GeForce GTX TITAN 6 GB GDDR5	82	1,95	31	80	10	263	31,3	41,5
Gigabyte Radeon HD 7990 6 GB	89	2,17	36	81	16	335	31,6	44,5
Zotac GeForce GTX 780 3 GB	81	1,42	33	80	8	250	31,2	41,2
Sapphire Radeon HD 7970 Toxic 6GB OC	94	2,4	40	68	22	314	32,4	60,8
Sapphire Radeon HD 7970 Toxic 6GB	93	2,54	33	79	15	274	30,9	51,5
Gainward GeForce GTX 680 Phantom 2 GB	175	2,07	29	82	16	192	30,8	38,7
Palit GeForce GTX 780 3 GB OC Super JetStream	81	1,36	29	72	9	269	30,7	39,8
eVGA GeForce GTX 780 SC 3 GB GDDR5	81	1,36	31	68	9	265	31,9	41,5
Asus GeForce GTX 780 3 GB	81	1,42	33	80	8	250	31,2	41,2
eVGA GeForce GTX 780 3 GB GDDR5	81	1,42	33	80	8	250	31,2	41,2
MSI GeForce GTX 780 3 GB	81	1,42	33	80	8	250	31,2	41,2
Palit GeForce GTX 680 Jetstream 2 GB	175	2,07	30	78	16	192	31,2	43,9
Gainward GeForce GTX 680 2 GB	171	2,15	41	79	16	188	31,9	38,9
MSI GeForce GTX 770 OC Lightning 2 GB	175	2,02	29	61	9	253	30,1	36,4
Gigabyte GeForce GTX 680 2 GB GDDR5	174	2,11	26	70	16	192	34,8	39,4
Gigabyte GeForce GTX 770 OC Windforce 2 GB	175	2,01	29	69	9	244	30,1	37,2
Gigabyte Radeon HD 7970 SOC 3GB OC	94	2,34	37	90	17	320	33,6	56,5
Gigabyte Radeon HD 7970 OC 3 GB GDDR5	93	2,55	37	72	15	268	32,8	48,1
Gigabyte Radeon HD 7970 3 GB GDDR5	93	2,6	30	76	15	269	29,9	39,4
Gainward GeForce GTX 670 Phantom 2GB	179	2,26	32	74	16	186	31	43,7
MSI GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	170	2,36	30	77	16	175	32,8	42,2
Palit GeForce GTX 770 OC Jetstream 2 GB	175	2,01	29	74	9	246	31,2	37,8

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu C – 3. část

Grafická karta	00 - Cena karty [Kč]	01 - 3DMark11 [C] Extreme	02 - Unigine Heaven DirectX 11 [C] Extreme	03 - Unigine Sanctuary DirectX 11 [C] Extreme	04 - Metro 2033 DirectX 11 [C] Extreme	05 - Aliens vs. Predator DirectX 11 [C] Extreme	06 - Crysis 2 DirectX 9 [C] Extreme	07 - Crysis 2 DirectX 11 [C] Extreme
eVGA GeForce GTX 760 4 GB	8340	2630	21,8	60	46	36,2	41	37,1
Zotac GeForce GTX 670 Amp! 2 GB	8304	2889	27,1	68,3	30	37,2	44,1	40,5
Palit GeForce GTX 770 2 GB	7906	3502	35,2	81,2	45	40,2	48,5	43
Sapphire Radeon HD 7950 OC 3 GB	7895	2220	24	78,1	26,8	36,5	44,8	39,7
ASUS Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	7699	2223	56,9	77,8	26,8	36,3	34,9	38,9
Asus Radeon HD 7950 OC 3 GB GDDR5	7662	2225	24	78	26,8	36,4	44,8	39,8
Gigabyte GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	7634	2783	25,9	63,6	28,1	35,9	41,9	38,6
SapphireRadeon HD 7950 OC 3 GB	7555	2223	56,9	77,8	26,8	36,3	34,9	38,9
ASUS GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	7381	2868	65,8	67,3	30	37,1	43,8	40,3
MSI Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	7080	2025	52,8	70,5	24,5	34,1	33,4	36,7
Zotac GeForce GTX 660 Ti 2 GB DDR5	6837	2601	20,3	56,6	24,4	28,8	32	31,4
Asus GeForce GTX 760 OC DirectCUII 2 GB	6501	2697	22,6	60,1	45,5	36	40,9	37
Gainward GeForce GTX 760 OC Phantom 2 GB	6452	2787	25,6	62	47	36,9	41,2	37,6
MSI GeForce GTX 760 OC Gaming 2 GB	6404	2722	24,2	61,7	46	36,2	41,1	37,2
MSI GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	6387	2654	20,8	58	25	28,5	31,9	32,7
Gainward GeForce GTX 660 Ti Phantom 2 GB	6363	2526	20,3	57	24,5	28,7	32	32,1
Palit GeForce GTX 760 OC Jetstream 2 GB	6343	2787	25,6	62	47	36,9	41,2	37,6
Gigabyte GeForce GTX 760 OC Windforce 2 GB	6295	2791	25,9	62,2	47,5	37,3	41,3	37,8
Zotac GeForce GTX 760 Reference 2 GB	6186	2627	21,4	59,3	45,5	35,8	40,6	36,8
Palit GeForce GTX 760 Reference 2 GB	6005	2627	21,4	59,3	45,5	35,8	40,6	36,8
MSI GeForce GTX 760 OC 2 GB	5884	2694	22,6	60,1	45,5	36	40,9	37
MSI Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	5534	1837	22,9	68,3	25,2	31,1	38,3	33
ASUS Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	5230	1912	22,1	68,2	25,1	33,2	41,3	32,8
Gigabyte Radeon HD 7870	4577	1837	45,7	65,2	23,5	30,1	36,5	30,2
Gigabyte GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	4444	2659	20,7	57,8	25	29	32,2	32,5

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu C – 4. část



Grafická karta	08 - Mafia 2 DirectX 9 [C] Extreme	09 - GTA IV EFLC DirectX 9 [C] Extreme	10 - Batman Arkham City DirectX 11 [C] Extreme	11 - DiRT 3 DirectX 11 [C] Extreme	12 - Starcraft 2 DirectX 11 [C] Extreme	13 - Battlefield 3 DirectX 11 [C] Extreme	14 - GPGPU Bitmining	15 - GPGPU Luxmark	16 - GPU Caps Viewer PostFX
eVGA GeForce GTX 760 4 GB	48	51,12	37	53	92,73	39,05	85,1	3098	132
Zotac GeForce GTX 670 Amp! 2 GB	55,8	56,91	47	64,8	95,02	39,3	113,8	3878	150
Palit GeForce GTX 770 2 GB	62,4	57,01	50	66,5	96,05	43,56	125,5	4298	148
Sapphire Radeon HD 7950 OC 3 GB	52	49,16	31	50,4	87,11	33,7	348,4	13912	164
ASUS Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	52	49,56	31	50,4	87,42	33,73	349,1	13918	164
Asus Radeon HD 7950 OC 3 GB GDDR5	52	50,09	31	50,5	87,4	33,69	348,9	13918	164
Gigabyte GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	53,1	52,15	43	60,3	93,71	37,71	96,2	3367	126
SapphireRadeon HD 7950 OC 3 GB	52	49,53	31	50,4	87,42	33,73	349,1	13918	164
ASUS GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	57,5	56,85	47	64,8	94,23	39,28	112,6	3851	140
MSI Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	47,4	48,36	30	45,9	83,65	30,38	317,6	12693	153
Zotac GeForce GTX 660 Ti 2 GB DDR5	47,1	51,03	34	52,8	92,87	37,23	105,5	3640	119
Asus GeForce GTX 760 OC DirectCUII 2 GB	47,8	51,1	36	53,5	92,45	39,01	85,8	3232	132
Gainward GeForce GTX 760 OC 2 GB	48,3	51,55	38	55,2	93,09	40,21	88,6	3215	133
MSI GeForce GTX 760 OC Gaming 2 GB	48	51,42	37	54,4	92,89	39,76	87,1	3183	132
MSI GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	49,7	51,18	34	53,9	93,26	35,02	108,6	3663	120
Gainward GeForce GTX 660 Ti 2 GB	48	51,1	34	52,3	92,27	34,36	102,5	3492	115
Palit GeForce GTX 760 OC Jetstream 2 GB	48,3	51,55	38	55,2	93,09	40,21	88,6	3215	133
Gigabyte GeForce GTX 760 OC 2 GB	48,9	51,67	38	55,8	93,23	40,76	89,3	3290	134
Zotac GeForce GTX 760 Reference 2 GB	47,7	51,03	36	52,7	92,17	38,9	85,3	3101	132
Palit GeForce GTX 760 Reference 2 GB	47,7	51,03	36	52,7	92,17	38,9	85,3	3101	132
MSI GeForce GTX 760 OC 2 GB	47,8	51,1	36	53,5	92,45	39,01	85,8	3232	132
MSI Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	43,9	47,89	25	44,1	85,01	29,44	404,7	14774	162
ASUS Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	45,1	47,35	23	43,6	83,21	28,18	398,8	13902	161
Gigabyte Radeon HD 7870	43,9	47,34	23	43,7	83,43	28,18	265,7	13950	161
GigabyteGeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	48,2	51,21	35	52,8	93,01	34,93	110,9	3878	120

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu C – 5. část

Grafická karta	17 - GPU Caps Viewer Particles 1M	18 - Nqueens	20 - Temperature Idle	21 - Temperature Load	22 - Power Consumption Idle	23 - Power Consumption Load	24 - Noise Level Idle	25 - Noise level Load
eVGA GeForce GTX 760 4 GB	172	1,92	33	79	12	148	34,2	44,3
Zotac GeForce GTX 670 Amp! 2 GB	180	2,19	27	68	16	199	32,9	46,8
Palit GeForce GTX 770 2 GB	174	2,03	31	77	9	238	31,2	40,2
Sapphire Radeon HD 7950 OC 3 GB	84	2,46	29	71	15	192	31,9	39,2
ASUS Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	84	2,45	32	63	15	192	30,1	36,9
Asus Radeon HD 7950 OC 3 GB GDDR5	84	2,45	28	70	15	192	30,2	37
Gigabyte GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	170	2,36	27	72	15	179	30,7	39,3
SapphireRadeon HD 7950 OC 3 GB	84	2,45	32	63	15	192	31,8	39,3
ASUS GeForce GTX 670 2 GB GDDR5	180	2,2	30	71	15	192	30,5	32,9
MSI Radeon HD 7950 3 GB GDDR5	79	2,66	38	72	15	190	35,8	42,7
Zotac GeForce GTX 660 Ti 2 GB DDR5	162	2,22	33	68	15	143	31,3	41,8
Asus GeForce GTX 760 OC DirectCUII 2 GB	172	1,92	29	71	11	147	31,1	38,4
Gainward GeForce GTX 760 OC Phantom 2 GB	172	1,9	30	74	11	149	31,8	41,9
MSI GeForce GTX 760 OC Gaming 2 GB	172	1,91	27	68	11	149	30,7	36,8
MSI GeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	168	2,15	30	70	15	135	30,8	36,4
Gainward GeForce GTX 660 Ti Phantom 2 GB	166	2,28	30	69	13	133	31,4	36,9
Palit GeForce GTX 760 OC Jetstream 2 GB	172	1,9	30	77	11	150	32,1	42,7
Gigabyte GeForce GTX 760 OC Windforce 2 GB	172	1,9	28	65	11	150	30,2	36,8
Zotac GeForce GTX 760 Reference 2 GB	172	1,92	33	79	11	145	34,2	44,3
Palit GeForce GTX 760 Reference 2 GB	172	1,92	33	79	11	145	34,2	44,3
MSI GeForce GTX 760 OC 2 GB	172	1,92	33	79	11	147	34,2	44,3
MSI Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	104	2,68	30	69	69	170	30,4	38,1
ASUS Radeon HD 7870 2 GB GDDR5	90	2,8	30	69	15	170	30,4	38,1
Gigabyte Radeon HD 7870	90	2,81	30	70	15	168	32,6	44,2
GigabyteGeForce GTX 660 Ti 2 GB GDDR5	168	2,15	28	68	13	135	31,2	36,8

Příloha 5: Výchozí tabulka grafických karet pro skupinu C – 6. část