

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra informačního inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Grafický výstup v architektuře osobních počítačů**

**Michaela NEUBERTOVÁ**

© 2011 ČZU v Praze

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačního inženýrství

Akademický rok 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Michaela Neubertová**

obor Informatika

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze  
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název tématu: **Grafický výstup v architektuře osobního počítače**

### Struktura bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Přehled současných technologií
4. Vlastní návrh užití
5. Závěr
6. Seznam literatury
7. Přílohy

Rozsah původní zprávy: 30 - 40 stran

Seznam odborné literatury:


Tůma T., Počítačová grafika a design, Praha: Computer Press, 2007. 160 s. ISBN: 978-80-251-1784-2

Žára J. - Beneš B. - Sochor J. - Felkel P., Moderní počítačová grafika, Praha: Computer Press, 2005. 612 s. ISBN: 80-251-0454-0

Kolektiv autorů, Katalog hardware - speciál Computer léto 2005, Praha: Computer Press, 2005. 132 s. EAN: 9771210879069

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Buchtela**

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2010

  
.....  
Vedoucí katedry



  
.....  
Děkan

V Praze dne: 19.11.2008

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Grafický výstup v architektuře osobních počítačů“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28. března 2011

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala zejména Ing. Davidu Buchtelovi za pomoc a odborné rady při psaní této bakalářské práce, také bych zde chtěla poděkovat svému bratrovi Petru Pragrovi, který mi poskytl prostor a pomoc při testování grafických karet a ing. Pavlu Pragrovi, CSc. za konzultaci.

# Grafický výstup v architektuře osobních počítačů

---

## Graphical Output in Personal Computer Architecture

### Souhrn

Tato práce obsahuje popis současné architektury grafických karet, lehce se dotýká historie a vývoje, popisuje možnosti přetaktování grafické karty, doporučuje výběr grafické karty pro osobní počítač a věnuje se testování vybraných grafických karet.

### Summary

This thesis deals with the description of the current architecture of graphic cards, briefly outlines their history and development, and also describes the possibilities of their overclocking. The thesis recommends a selection of PC graphic cards and focuses on testing the selected graphics cards.

**Klíčová slova:** grafická karta, sběrnice, grafický procesor, paměť, BIOS, ramdac, přetaktování, chlazení, výstup

**Keywords:** graphical card, bus, graphic processor, memory, BIOS, ramdac, overclocking, cooling, bus

# Obsah

1	Úvod.....	4
2	Cíl práce a metodika.....	5
2.1	Cíl práce.....	5
2.2	Metodika práce .....	5
3	Přehled současných technologií .....	6
3.1	Historie a vývoj grafických karet .....	6
3.2	Funkce grafické karty .....	10
3.3	Komponenty grafické karty .....	12
3.3.1	Sběrnice.....	13
3.3.3.1	Sběrnice PC-BUS .....	13
3.3.3.2	Sběrnice ISA (Industry Standard Architecture) .....	13
3.3.3.3	Sběrnice MCA (MicroChanel) .....	14
3.3.3.4	Sběrnice EISA (Extended Industry Standard Architecture).....	14
3.3.3.5	Sběrnice VL-BUS (VESA Local Bus) .....	14
3.3.3.6	Sběrnice PCI (Peripheral Component Interconnect).....	15
3.3.3.7	Sběrnice AGP (Accelerated Graphics Port) .....	15
3.3.3.8	PCI-Express .....	15
3.3.2	Grafický procesor .....	16
3.3.3	Paměť .....	18
3.3.4	BIOS (Basic Input-Output System).....	18
3.3.5	Ramdac.....	19
3.3.6	Výstupy .....	20
3.3.6.1	Výstup VGA.....	20
3.3.6.2	Výstup ViVo.....	20
3.3.6.3	Výstup DVI .....	20
3.3.6.4	Výstup HDMI.....	21
3.3.6.5	Výstup S-Video .....	21
3.3.7	Chlazení.....	22
3.3.7.1	Chlazení formou pasivního chladičového zařízení .....	23
3.3.7.2	Aktivní forma chlazení ventilátorem.....	24
3.3.7.3	Chlazení kapalinou .....	25
3.3.7.3.1	Chlazení kapalinou technologie heatpipe.....	25
3.3.7.3.2	Chlazení kapalinou technologie Vapor-Chamber .....	26
4	Vlastní návrh užití .....	27
4.1	Přetaktování grafické karty.....	27
4.1.1	Riva Tuner.....	28
4.1.2	ATI Tool.....	29
4.1.3	ATi Tray Tool .....	30
4.2	Dotazník .....	31



4. 2. 1	Zadání otázek v dotazníku .....	31
4. 2. 2	Výsledky dotazníku.....	32
4. 2. 3	Grafické zobrazení výsledků dotazníku .....	34
4. 2. 4	Zjištění závislosti mezi otázkou č. 6 a č. 8.....	39
4. 3	Výběr grafické karty.....	41
4. 3. 1	Definování výběru.....	41
4. 3. 2	Výběr grafických karet pro kancelářské prostředí .....	43
4. 3. 3	Řešení pro kancelářské prostředí .....	49
4. 3. 4	Výsledek pro kancelářské prostředí .....	50
4. 3. 5	Výběr grafických karet pro hráčské prostředí .....	51
4. 3. 6	Řešení pro hráčské prostředí .....	57
4. 3. 7	Výsledek pro hráčské prostředí .....	58
4. 3. 8	Výběr pro profesionální prostředí .....	59
4. 3. 9	Řešení pro profesionální prostředí .....	63
4. 3. 10	Výsledek pro profesionální prostředí .....	65
4. 4	Testování karet .....	66
4. 4. 1	Test grafické karty ATI Radeon X1650.....	67
4. 4. 2	Test grafické karty nVidia GeForce GT 220.....	69
4. 4. 3	Test grafické karty nVidia GeForce 8800 GTS .....	71
4. 4. 4	Výsledek testování grafických karet .....	72
5	Závěr .....	73
6	Seznam použitých zdrojů .....	74
6. 1	Seznam zdrojů .....	74
6. 2	Seznam tabulek .....	77
6. 3	Seznam obrázků .....	78
6. 4	Seznam použitých zkratk.....	81

# 1 Úvod

Grafická karta tvoří dnes již nedílnou součást v architektuře osobních počítačů. Patří mezi hardwarové vybavení osobního počítače, je tvořena elektronickými obvody a konektory pro připojení výstupních zařízení, které se zasouvají do slotů a zprostředkovává výstup textových a grafických dat z počítače. Výkon grafické karty je dán výrobcem, ale existují jisté techniky ke zvýšení tohoto výkonu, které však výrobci příliš nedoporučují.

Obvykle je karta napájena ze sběrnice, pouze v případě výkonných karet se používají další externí napájení a to napájecím kabelem, který bývá v příslušenství od výrobce.

Komunikace grafické karty probíhá na základě ovladačů s operačním systémem a ovladače ke grafické kartě opět obdržíme přímo od výrobce. Textový výstup je pro uživatele přístupný i v případě, kdy není zaveden operační systém (např. při zapnutí počítače, nebo při instalaci nového počítače).

Grafická karta může být integrovaná přímo na základní desce osobního počítače. Výjimku většinou dnes tvoří notebooky, u kterých je integrované grafické jádro součástí chipsetu. V případě levnějších notebooků je grafická karta součástí chipsetu. Nicméně žádné z těchto variant se nebude tato práce příliš dotýkat. Integrované kartě na základní desce pouze informativně, grafické kartě v notebooku vůbec. Integrovanou grafickou kartu v osobním počítači je možno zcela vypnout a nahradit právě externí grafickou kartou.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem této práce je seznámit se s principy fungování grafické karty, vysvětlit je, popsat vlastnosti a jednotlivé komponenty grafické karty, usnadnit výběr grafické karty pro osobní počítač v kancelářském prostředí, profesionálním i hráčském. Naznačit techniku zvýšení výkonu grafické karty a dále otestováním vybraných grafických karet ukázat rozdíl mezi jednotlivými kartami.

### **2.2 Metodika práce**

Při vypracování této práce byla snaha přinést objektivní a komplexní informace o problematice grafických karet, vyhledání a shromáždění těchto informací z různých zdrojů, studium, analýza a třídění získaných poznatků a v neposlední řadě byla práce obohacena také o vlastní zkušenosti z oboru. Při zpracování byla snaha vyselektovat ty nejužitečnější a nejdůležitější informace, protože obsáhnout celou problematiku grafických karet v architektuře osobních počítačů v bakalářské práci ani není možné. Při zpracování praktické části byl pro jednodušší výpočty použit program Excel.

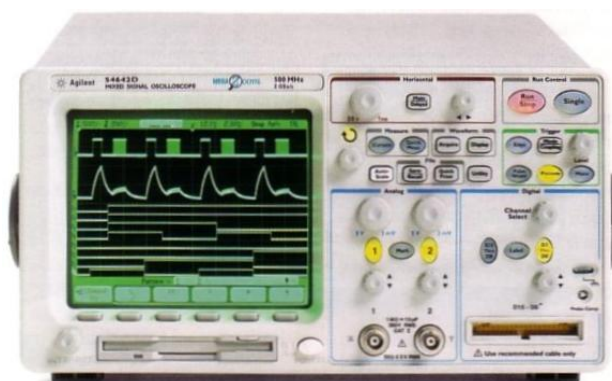
## 3 Přehled současných technologií

### 3.1 Historie a vývoj grafických karet

Vývoj grafického výstupu začal přibližně v šedesátých letech dvacátého století. Tehdy se počítače používaly zejména ve výzkumu. Při velkém zpracování dat však výstup v číselné podobě byl velice nesrozumitelný a málo přehledný. V mnoha případech by bylo daleko názornější mít výstup v grafické podobě, například v grafu, mapě apod. A to nejen výstupem na zobrazovací jednotce, ale výstupem rovnou do tiskové podoby.

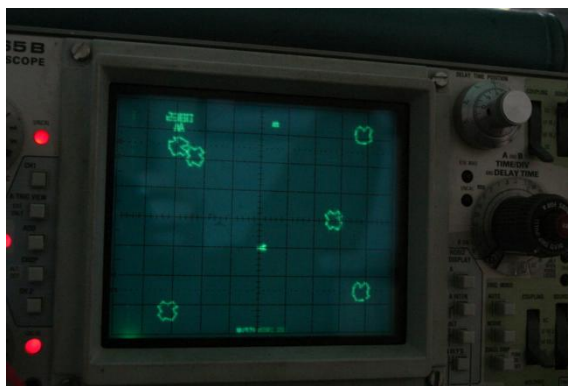
V současnosti je každý počítač vybaven standardně grafickou kartou i výstupní jednotkou. Grafika jako taková začala být v oblibě na osmibitových domácích počítačích a herních automatech. Grafické možnosti byly samozřejmě tehdy velice omezené, ale i tak již byly vytvořeny různé grafické efekty a triky.

Vzhledem k tomu, že některé počítače byly analogové, používal se pro výstup výpočtů osciloskop, který dokáže zobrazit funkci s jednou nezávislou proměnnou nebo se dvěma proměnnými. Analogové osciloskopy mají stále své využití v elektrotechnice. Zobrazují graf závislosti napětí na čase. Můžeme tak například určit hodnoty napětí v reálném čase, spočítat frekvenci signálu apod. [37]



Obr. 1.: Osciloskop Agilent 54642D [1]

Analogové počítače se také připojovaly na vektorové displeje, kde byl obraz generován pomocí krátkých úseček případně pomocí složitějších geometrických tvarů. Každý vektor je dán dvojicí souřadnic. Ty navíc zabírají v paměti pouze několik bytů. V současnosti se již nevyužívají, protože např. při práci s barevnou grafikou se stávají vektory pro popis i zobrazení neefektivní. [37]



Obr. 2.: Ukázka vektorového displeje [2]

V současnosti se setkáváme s rastrovými displeji, kdy je obraz složen z velkého množství malých barevných bodů, tzv. pixelů. Ty jsou uspořádány v pravidelné rastrové mřížce. Ta zobrazí libovolně složitou grafiku, nicméně má velké nároky na kapacitu paměti, která musí být navíc dostatečně rychlá.

Základní typy rastrového displeje: [37]

- CRT monitory – postupné vykreslování elektronovým paprskem jednotlivých bodů
- Plazmové displeje – jednotlivé body jsou složeny tvořeny expanzí inertního plynu, celá obrazová plocha je tudíž aktivní a své světlo sami vyzařují. [39]
- Elektroluminis-cenční zobrazovače – pracují na principu působení silného elektrického pole na fosforeskující vrstvu. Použití mají ve speciálních aplikacích
- LCD displeje na bázi tekutých krystalů
  - Pasivní (např. v kalkulačkách)
  - Aktivní

- LED displeje – využívající technologii organických elektroluminiscenčních diod. Velká výhoda LED technologie je dosažení plného jasu hned při zapnutí monitoru, na rozdíl od ostatních monitorů, které k dosažení maximálního jasu potřebují čas na zahřátí.



Obr. 3.: Ukázka CRT monitoru [3]



Obr. 4.: Ukázka plazmového displeje [4]



Obr. 5.: Ukázka pasivního LDC displeje [5]

Na vývoji grafických karet se začalo podílet mnoho firem. Některé se udržely na trhu dodnes, jiné byly pohlceny silnějšími soupeři. Proto uvádím pouze několik základních výrobců, o kterých si myslím, že jsou současní leadéři na trhu:

- AMD
- nVidia
- ATI
- Hewlett-Packard
- Leadtek
- IBM
- Intel



Obr. 6.: Logo AMD [6]



Obr. 7.: Logo Intel [36]



Obr. 8.: Logo nVidia [7]



Obr. 9.: Logo ATI [8]



Obr. 10.: Logo HP [9]



Obr. 11.: Logo IBM [35]



Obr. 12.: Logo Leadtek [35]

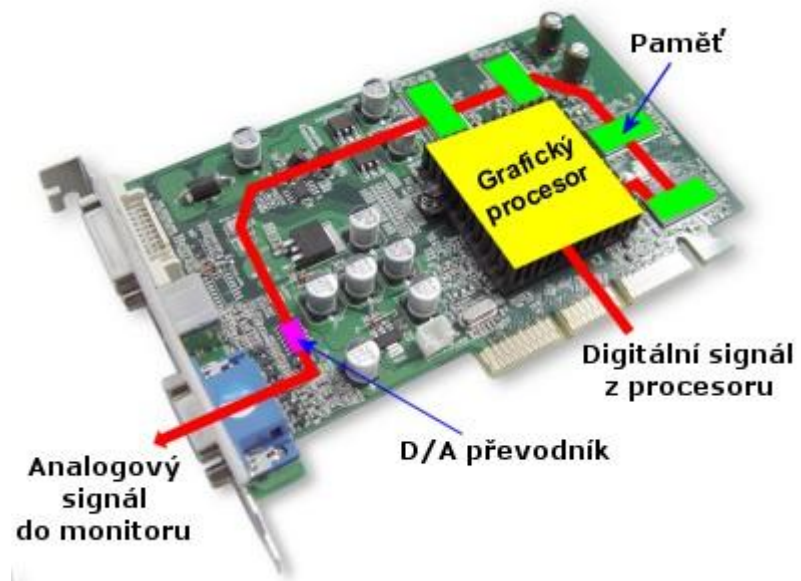
## 3. 2 Funkce grafické karty

Grafická karta velmi úzce spolupracuje s CPU (Central Processing Unit) a provádí náročné výpočty. Vzhledem k tomu, že dnešní grafické karty mají svůj vlastní processor GPU (Graphic Processing Unit), který tyto výpočty podporuje, dokáže grafiku zpracovávat daleko rychleji než procesor.

Grafická karta se připojí do osobního počítače pomocí základní desky, která kartu napájí a umožňuje jí komunikovat s CPU. U novějších karet se může stát, že potřebují více energie, než může poskytnout základní deska, takže mají přímé napojení na zdroj. CPU ve spojení se softwarovými aplikacemi odesílá informace grafické kartě o obrázku. Grafická karta se v podstatě rozhodne, jak použije pixely na obrazovce pro vytvoření obrazu. Následně zašle informace přes kabel do monitoru.

Vytvoření obrazu je složitý a náročný proces. A pokud chceme například vytvořit 3D obraz, grafická karta nejprve vytvoří základ obrázku z přímek. Následně obrázek rastruje, tedy vyplní zbývající pixely. Tím dodá obrázku stíny, textury a barvy. Grafická karta dosáhne tohoto úkolu pomocí základní desky, procesoru, paměti a monitoru. Vzhledem k tomu, že GPU tvoří obrázky, potřebuje si někde podržet informace, aby mohl obrázky dokončit. K tomuto účelu používá paměť RAM (Random Access Memory), kde ukládá data o každém pixelu, jeho barvě a umístění na obrazovce. RAM pracuje ve vysoké rychlosti a je duální, což znamená, že systém umí z RAM číst a zapisovat současně. RAM pak spolupracuje s RAMDAC (Random Access Memory Digital to Analog Converter), jde o kombinaci tří DAC (Digital-to-Analog) převodníků (pro každou RGB složku jeden) a malé SRAM paměti pro uložení barevné mapy. Slouží k převodu digitálního signálu na analogový, který vyžadují CRT monitory. RAMDAC tedy pošle výsledný obraz pomocí kabelu na monitor. [38]



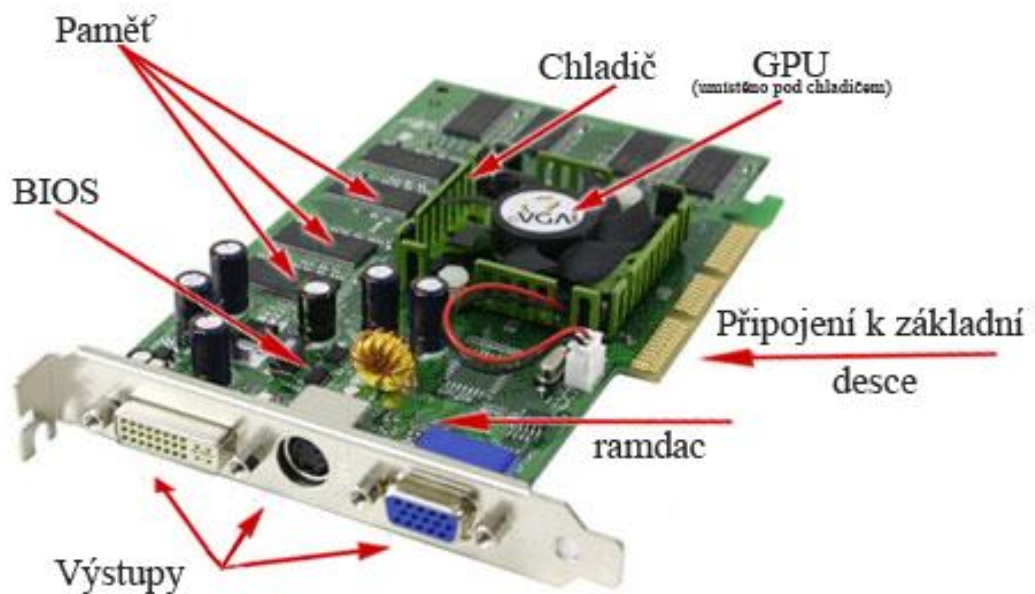


Obr. 13.: Grafické zobrazení funkčnosti grafické karty [11]

### 3.3 Komponenty grafické karty

Grafická karta se skládá z těchto základních prvků: [38]

- Sběrnice
- Grafický procesor
- Paměť
- BIOS
- RamDac
- Výstupy
- Chlazení



Obr. 14.: Grafické znázornění komponentů grafické karty [12]

### **3.3.1 Sběrnice**

Sběrnici můžeme pro lepší představivost přirovnat ke komunikačnímu kanálu, po kterém si jednotlivé komponenty vyměňují data. Sběrnice je více druhů, z nichž každý je zakončen rozdílným typem konektoru pro připojení jiných vstupních zařízení.

V architektuře osobních počítačů se nejčastěji setkáme s těmito sběrnici (Setříděno podle časového sledu): [40]

- PC-BUS
- ISA
- MCA
- EISA
- VL-BUS
- PCI
- AGP
- PCI-Express

#### **3.3.3.1 Sběrnice PC-BUS**

Sběrnice PC-BUS byla navržena společností IBM pro úplně první počítače. Má 62linek, z něhož 8 slouží k přenosu dat. Jednotlivé konektory jsou zapojeny paralelně, takže není podstatné, do kterého slotu se přídavné zařízení, v našem případě grafická karta, zapojí. Maximální rychlost této sběrnice je 8MHz. [40]

#### **3.3.3.2 Sběrnice ISA (Industry Standard Architecture)**

Je očividné, že výše uvedená sběrnice byla po čase naprosto nedostačující. Objevuje se tedy nová sběrnice, která je vyrobena s 16bitovou datovou sběrnici a 24bitovou adresovou sběrnici. Se sběrnici PC-BUS je však kompatibilní. To znamená, že konečný uživatel je schopen používat přídavné karty určené pro PC-BUS i ve sběrnici ISA. Tato kompatibilita byla dosažena tím, že se původní 62 vodičová

sběrnice se rozšířila o dalších 36 vodičů a odpovídající slot se rozšířil o další konektor umístěný v jedné řadě hned za starším 8bitovým slotem pro PC bus. Takto vznikl nový 16bitový slot, který je umístěn na sběrnici ISA. [40]

### **3. 3. 3. 3 Sběrnice MCA (MicroChanel)**

Sběrnice MCA byla vyvinuta pro řadu počítačů IBM a hlavním cílem bylo zrychlit přenos dat uvnitř počítače a snížit hladinu šumu na sběrnici. Tato sběrnice se však příliš nerozšířila, a to z důvodu nekompatibility se sběrnici ISA. Sběrnice MCA dovoluje běh s frekvencí 10 MHz a dovoluje přenášet data po 16 i 32 bitech, kromě toho má i tzv. proudový režim, ve kterém dokáže současně přenášet 64 bitů. Další výhodou této sběrnice je možnost softwarové konfigurace přídatných desek. [40]

### **3. 3. 3. 4 Sběrnice EISA (Extended Industry Standard Architecture)**

V tomto případě je tento typ sběrnice výsledkem spolupráce firem AST Research, Compaq, Epson, NEC, Olivetti, Tandy, Wyse a Zenith. Záměr byl vyvinout sběrnici s vyšším výkonem, nicméně kompatibilní se sběrnici ISA. Tato sběrnice má šířku toku dat 32 bitů, šířku adresy také 32 bitů, dovoluje programové nastavování přídatných desek, pracuje s frekvencí 8 MHz (z důvodů kompatibility s ISA) a dovoluje busmastering. Slot je stejně velká jako u sběrnice ISA a obsahuje i stejné vývody. [40]

### **3. 3. 3. 5 Sběrnice VL-BUS (VESA Local Bus)**

Byla navržena v roce 1992 a šířka přenosu dat i adresy je 32 bitů. Podporuje maximálně tři přídatné sloty. Šířka přenosu dat i adresy je u této sběrnice 32 bitů. Bohužel čím více je zapojených karet v přídatných slotech, tím nižší je maximální frekvence, se kterou je sběrnice schopna pracovat. Tato sběrnice se používala mimo jiné u prvních počítačů s procesorem Pentium. [40]

### **3.3.3.6 Sběrnice PCI (Peripheral Component Interconnect)**

Sběrnice PCI je vyrobena firmou Intel pro počítače s procesorem Pentium. Je to první sběrnice s šířkou přenosu 64bitů čímž dokáže plně využívat 64bitové datové sběrnice Pentia. Frekvence, se kterou může PCI pracovat je maximálně 33MHz. Umožňuje burst režim<sup>1</sup> a pro kompatibilitu jsou počítače se sběrnici PCI vyráběny i se sběrnici ISA. Velkou výhodou je podpora Plug and Play, vyvinutý v roce 1992, který zajišťuje velice snadnou konfiguraci, kterou zvládne i uživatel neprofesionál, protože se děje bez jeho zásahu. [40]

### **3.3.3.7 Sběrnice AGP (Accelerated Graphics Port)**

V tomto případě se nejedná o klasickou sběrnici, protože do AGP můžeme připojit pouze jedno vstupní zařízení. Nejčastěji připojují právě grafické adaptéry a grafické akcelerátory. Slot APG se vyvinul úpravou sběrnice PCI, ale došlo k několika modifikacím. Za zmínku stojí odstranění arbitrážního obvodu a oproti sběrnici PCI umí karty AGP číst přímo z operační paměti, pomocí Graphics Address Remapping Table<sup>2</sup>. Dále tento slot poskytuje poměrně rychlé a hlavně finančně úsporné řešení. [41]

### **3.3.3.8 PCI-Express**

Na rozdíl od svých předchůdců komunikuje tato sběrnice sériově, pomocí paketů. To umožňuje zvyšovat frekvenci, na které sběrnice pracuje (této technice je věnována samostatná kapitola). První PCI-Express uviděla světlo světa roku 2003 a společně na ní zapracovaly firmy Intel, Dell, IBM a HP. V tomto roce se také stává tato sběrnice novým standardem v architektuře osobních počítačů. Na začátku roku 2007, se již většina grafických karet prodává pro tuto sběrnici. Protože je to nejužívanější sběrnice, zaslouží si uvést podrobnější technické údaje:

---

<sup>1</sup> Burst režim: přenáší po sobě následující data najednou, sdruží data směřující na stejnou adresu a přenesení je najednou - tím se opět přenos dat zrychlí.

<sup>2</sup> Graphics Address Remapping Table: data jsou načítány přímo z RAM počítače využívající přímý přístup do paměti

- PCI-Express 1.0 – rok 2003, přenosová rychlost 250 MB/s, základní frekvence je 2,5 GHz
- PCI-Express 1.1 – zahrnuje pouze několik vylepšení
- PCI-Express 2.0 – rok 2007, přenosová rychlost až 500 MB/s, základní frekvence je 5 GHz
- PCI-Express 2.1 – zahrnuje také pouze několik vylepšení
- PCI-Express 3.0 – rok 2010, přenosová rychlost 8 gigatransfers/s, zpětně kompatibilní, optimalizace pro zabezpečení

### 3.3.2 Grafický procesor

Jedná se o speciální mikroprocesor, který je umístěný na grafické kartě nebo může být také přímo na základní desce počítače a umísťuje se do severního můstku. V tomto případě se jedná o tzv. integrovanou grafickou kartu. Tuto integrovanou grafickou kartu nalezneme v 90 % stolních osobních počítačů. Přestože výkon těchto integrovaných karet je velmi nízký, pro práci v kancelářském prostředí je naprosto dostačující. Starší počítače, jako např. Didaktik měly místo GPU jen integrovaný obvod. Grafický čip se nicméně používá i v jiných zařízeních než je grafická karta a základní deska. GPU dnes najdeme mimo jiné v mobilních telefonech, herních konzolách apod.

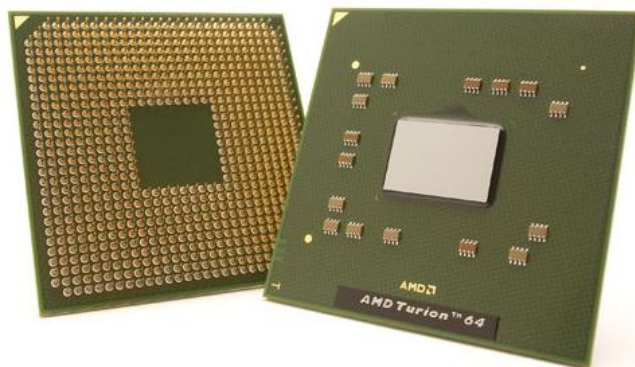
Grafický procesor má za úkol především výpočty spojené s vykreslováním obrazu, a proto disponuje vysokým výpočetním výkonem při počítání s čísly v plovoucí desetinné čárce. Na rozdíl od klasického CPU (Central Processing Unit) obsahuje méně vnitřní logiky. Neumí např. obsluhovat přerušení paměti nebo kontrolovat, kterému procesu patří daná část paměti. Zjednodušeně řečeno, grafický procesor oproti centrálnímu procesoru neposkytuje tolik funkčnosti, ale je extrémně rychlý. Dále jej používáme všude tam, kde potřebujeme datový paralelizmus. [42]

Základní prvky GPU:

- Unifikované shadery – moderní náhrada za jednotky Pixel a Vertex
- Řadič paměti – komunikuje mezi grafickou pamětí a GPU
- TMU jednotky – mapuje textury na objekty
- ROP jednotky – zabezpečuje výstup dat z grafické karty



Obr. 15.: GeForce GTX 260M [13]



Obr. 16.: AMD Turion 64 X2 TL-66 [14]

### **3.3.3 Paměť**

Zde můžeme rozdělit grafické karty opět na dva druhy, a to externí a integrované karty, které jsou zmíněny v předchozí kapitole. Integrované karty, které jsou součástí základní desky, sdílejí paměť k ukládání grafických dat s operační pamětí počítače. Zpracování dat je tak pomalejší, protože procesor má do paměti přístup s vyšší prioritou. Zde opět je třeba přihlídnout, k čemu osobní počítač slouží. Pro potřeby do kanceláře, případně ke sledování filmů v ne příliš velké kvalitě a dalších graficky nenáročných aplikací je integrovaná grafická karta, která paměť sdílí s procesorem zcela dostačující.

Externí grafické karty mají oproti tomu svou vlastní paměť, protože pracují s velkými objemy dat. Lépe vybavené externí grafické karty obsahují paměti DDR2 (double-data-rate synchronous dynamic random access memory) nebo dokonce DDR3 taktovací frekvence. Rozdíl mezi těmito pamětmi je především ten, že DDR3 mají nižší spotřebu a používají vyšší taktovací frekvence. Také se můžeme setkat s pamětmi DDR2/3, které jsou speciálně určeny pro práci s grafikou. V profesionálních kartách se můžeme již setkat s DDR5

### **3.3.4 BIOS (Basic Input-Output System)**

Tak jako základní deska, i grafická karta obsahuje svůj vlastní BIOS, což je základní program, který řídí hlavní nastavení a funkce karty. Obsahuje informace o frekvenci, paměťových modulech, výpočetních jednotkách a podporuje ovladače. Je podobný jako základní BIOS, nicméně je na něm nezávislý. Grafický BIOS je uložen v čípech EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) a díky instrukcím, které jsou obsaženy v BIOSu grafické karty, mohou být zobrazovány některé informace ještě dříve, než dojde k načtení jakýchkoliv ovladačů z pevného disku. Mnoho karet, které používají stejný čip, se mohou lišit právě BIOSem.



BIOS je možné aktualizovat, případně také upravit. Dá se tak změnit nejen frekvence a výkon, ale také změnit rychlost ventilátoru grafické karty. Opět na to existuje řada aplikací, které jsou volně dostupné na internetu. Změna se nazývá flashování a probíhá tak, že se grafická karta nejprve softwarově přetaktuje (tomu je věnovaná jiná kapitola), BIOS jinou aplikací uloží, změní a zpátky nahraje do čipu. Je třeba podotknout, že tyto zásahy se ne zcela líbí výrobcům grafických karet, takže pokud se rozhodneme tuto změnu udělat, je třeba si uvědomovat možnost ztracení záruky poskytované výrobcem.

### **3.3.5 Ramdac**

Název je z anglické zkratky Random Access Memory Digital-to-Analog Converter a jedná se o kombinaci tří převodníků a paměti pro uložení barevné mapy. Každý má na starosti jednu základní barvu, a to červenou, zelenou nebo modrou (paleta RGB). Převádí digitální signál na analogový, který je potřebný pro CRT monitory. U LCD monitorů není tato konverze nutná, protože dokáží zpracovat digitální signál.

Ramdac obsahuje barevnou paletu, kdy logické číslo barvy v digitálním vstupu do SRAM (Static Random Access Memory) slouží ke generování tří samostatných hodnot pro RGB (Red Green Blue).

Termín Ramdac se objevil až v roce 1987, kdy IBM představilo VGA grafický adaptér. Nicméně postupem vývoje byl Ramdac integrován do čipu, což snížilo náklady na grafické karty a jako samostatný prvek z trhu zmizel. Také k tomu přispěla technologie digitálních monitorů, které potřebu Ramdac omezilo. Sice se stále vyrábí a prodává pro speciální aplikace, nicméně ve velmi omezeném množství.

### **3.3.6 Výstupy**

Grafická karta má různé výstupy v různých kombinacích, zde jsou vyčteny ty základní z nich:

- VGA
- ViVo
- DVI
- HDMI
- S-video

#### **3.3.6.1 Výstup VGA**

Jedná se o zkratku z angličtiny Video Graphics Array a tento výstup je určen pro patnácti pinový konektor. Do tohoto výstupu se obvykle zapojuje monitor. Přes tento konektor se přenáší signál v RGB.

#### **3.3.6.2 Výstup ViVo**

Tento konektor zajišťuje vstup i výstup a slouží především k připojení televize, DVD přehrávače a herních konzolí. Někteří výrobci umožňují také přenos zvuku.

Zkratka je z anglického výrazu Video in Video out.

#### **3.3.6.3 Výstup DVI**

Tato zkratka znamená Digital Visual Interface a jedná se o rozhraní, které umožňuje propojení video zařízení s grafickou kartou. Připojit tak můžeme např. LCD monitor nebo datový projektor. Obraz je přenášen řádek po řádku s intervaly mezi každým řádkem a každým snímkem a bez paketizace.

Existují 3 typy DVI konektorů:

- DVI-D (digital only) - pouze digitální signál
- DVI-A (analog only) - pro kompatibilitu s analogovými monitory
- DVI-I (digital & analog) - digitální i analogový signál

#### 3.3.6.4 Výstup HDMI

Patří mezi nejnovější rozhraní a je společným dílem firem Hitachi, Panasonic, Philips, Silicon Image, Sony, Thomson a Toshiba. Slouží pro přenos nekomprimovaného obrazového a zvukového signálu v digitálním formátu. HDMI (High-Definition Multi-media Interface) je schopno propojit zařízení jako například satelitní přijímač, DVD přehrávač nebo A/V receiver s kompatibilním výstupním zařízením (např. plazmová televize).

HDMI podporuje přenos videa ve standardní, rozšířené nebo high-definition kvalitě a digitální zvuk až s osmi kanály. Rozhraní nezávisí na různých televizních a satelitních standardech, protože přenáší nekomprimovaná video data. [43]

#### 3.3.6.5 Výstup S-Video

Ze zkratky Separate Video, dá se tedy přeložit jako oddělené zobrazení. Naopak od předchozího výstupu, se zde jedná o analogový přenos obrazu, který je zakódován ve dvou kanálech: jas s intenzitou a barva. S-Video nalezneme v televizích, DVD přehrávačích, herních konzolách a právě i na grafických kartách. Zde je ovšem na ústupu, neboť jej vytlačují digitální výstupy, hlavně již výše zmíněné HDMI, které poskytují daleko kvalitnější výstup.



Obr. 17.: Grafické znázornění některých výstupů grafické karty [15]

### 3.3.7 Chlazení

Úplně na začátku bylo chlazení prováděno pasivně, pouze kovovou destičkou umístěnou na grafické kartě. Což se logicky časem ukázalo jako nedostačující, a proto se později začaly grafické karty doplňovat o ventilátor, nicméně stále se s pasivním chlazením v modifikované formě i v dnešní době v architektuře grafických karet setkáváme. U ventilátoru mohou uživatelé narážet na problém, že ventilátory jsou hlučené a snadno se zanesou prachem, takže jednou za čas je nutná mechanická údržba osobního počítače. Někdy ovšem ventilátor připevněný ke grafické kartě není dostačující, a proto je vhodné umístit další samostatný ventilátor, případně vyměnit stávající ventilátor za účinnější. To ovšem není úplně jednoduchá operace pro běžného uživatele. Navíc výrobci chladičů nemají před sebou lehký úkol. Jedná se hlavně o kompatibilitu. Současné výkonné grafické karty používají odlišné designy a rozložení komponentů, které jsou potřeba chladit. Výrobci jsou nuceni přicházet stále s novými modely, které musí být kompatibilní. Přes tento způsob chlazení se dostáváme k úplně nejnovějšímu typu chlazení, a to chlazení kapalinou. Zde se místo vzduchu používá kapalina, která má větší tepelnou vodivost než vzduch. [44]

Dle používané technologie můžeme tedy rozdělit chlazení takto:

- Pasivní chladící zařízení
- Ventilátor
- Chlazení kapalinou

### 3. 3. 7. 1 Chlazení formou pasivního chladičného zařízení

Hned na začátku je třeba si říci, že tento typ chlazení rozhodně není vhodný pro výkonné grafické karty natož pro karty pro profesionální využití. Je vhodné maximálně pro střední, ale nejvíce pro nižší třídu grafických karet.

Při úspěšném nasazení tohoto typu chlazení je potřeba podívat se na množství tepla vyzářeného grafickým čipem a na tok vzduchu v okolí radiátorů pasivního chladiče. K orientačnímu posouzení první podmínky může posloužit nárok grafické karty na napájení. Pokud karta vyžaduje dodatečné napájení (kabel vedoucí ze zdroje na grafickou kartu), pasivní chlazení rozhodně není pro tuto kartu vhodné. U druhé podmínky je poněkud těžké odhadnout předem, kudy se bude celkově vzduch v celé architektuře osobního počítače ubírat. Záleží to totiž na mnoha faktorech: chlazení procesoru, umístění a orientace větráků, rozmístění ostatních komponentů a velikost skříně. Vždy je potřeba, aby vzduch kolem chladiče grafické karty proudil.



Obr. 18.: Ukázka pasivního chlazení [16]

### 3. 3. 7. 2 Aktivní forma chlazení ventilátorem

Aktivní chlazení je zde prováděno proudícím vzduchem. Proud vzduchu je hnán ventilátorem. V současné době se dají již pořídit velice kvalitní aktivní chladiče, které zajistí chlazení grafického čipu, pamětí, čipové sady a všech ostatních součástí. Nevýhoda tohoto chlazení je, že výkonné větráky jsou hlučné, takže se rozhodně nehodí do kancelářského prostředí. Můžeme se samozřejmě setkat i s kombinací pasivní a aktivní formy.

Ventilátor je umístěn na grafický procesor, protože ten je obvykle největším zdrojem tepla u grafické karty. Jako aktivní se označuje z důvodu pohyblivých součástí, které rozhání vzduch. Další nevýhodou tohoto chlazení je, že nám může zabrat slot, jehož využití si můžeme představovat jinak.



Obr. 19.: Ukázka aktivního chlazení pomocí větráku [17]



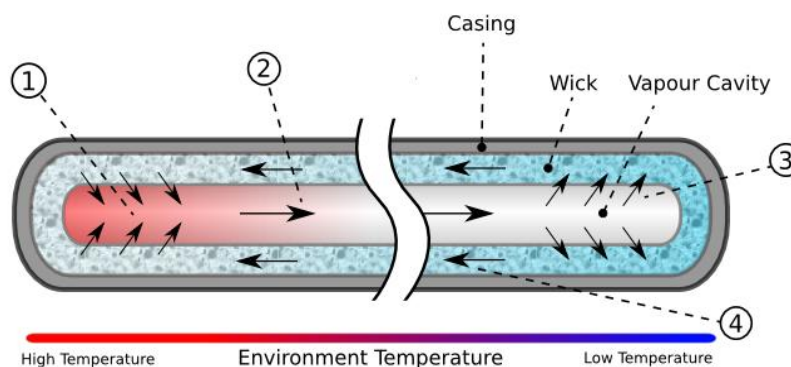
Obr. 20.: Ukázka kombinovaného chlazení [18]

### 3. 3. 7. 3 Chlazení kapalinou

Jako nejúčinnější se ukázalo chlazení kapalinou. Používají se výhradně dva kovy a to hliník a měď, případně jejich kombinace. Měď má sice lepší vodivost, ale je těžší a hlavně dražší. Základním prvkem je blok z mědi, který je umístěn na procesoru. Přes tento blok prochází chladící médium. To nemusí být nutně jenom voda, setkat se můžeme např. s ethanolem, acetonem, rtutí... Celý princip chlazení kapalinou pak funguje tak, že v jedné části se teplovodivá tekutina odpařuje a putuje jinam, kde zkondenzuje a vrátí se zpět jako kapalina. Chlazení kapalinou se používá pouze u těch nejvýkonnějších grafických karet. Kapalinové chlazení navíc bývá účinné, pokud má celý osobní počítač systém kapalinového chlazení, které zároveň funguje i ke snížení hlučnosti osobního počítače.

#### 3. 3. 7. 3. 1 Chlazení kapalinou technologie heatpipe

Tepelná trubice (proto je název heat pipe) je schopna přenést velké tepelné výkony. Přenos je založen na odpařování. Hermeticky uzavřená trubice s kapalinou (voda, alkohol, propanbutan, freon, apod.) na jednom konci přijímá teplo od GPU a na druhém konci, kde je umístěno chladící zařízení, se páry kondenzují a předávají tak teplo, které bylo spotřebováno k odpaření. Kondenzát teče, nebo vzlíná zpět a tak to jde stále dokola.



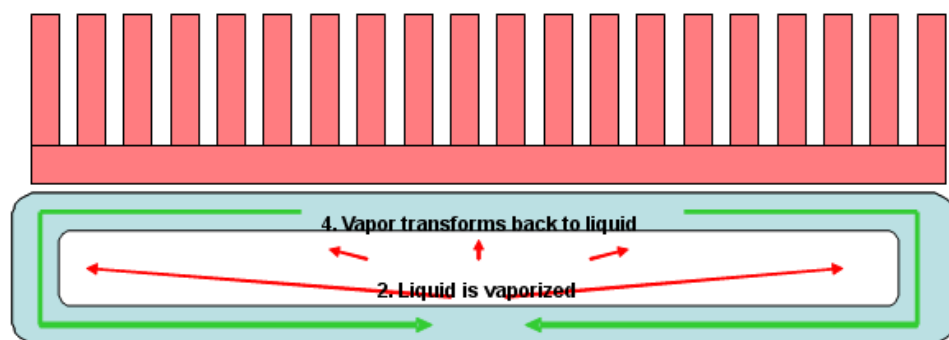
Obr. 21.: Princip chlazení technologií heatpipe [19]

Popis obrázku:

- 1) Kapalina spotřebovává teplo na přeměnu z kapalné fáze na plynnou
- 2) Pára cestuje podél dutiny na chladnější konec
- 3) Zpětnou přeměnou páry na kapalinu se uvolňuje energie, která je odvedena do okolí externím chladičem
- 4) Kapalina pluje zpátky na teplejší konec

### 3. 3. 7. 3. 2 Chlazení kapalinou technologie Vapor-Chamber

Chlazení Vapor-Chamber by se dalo česky pojmenovat jako Parní komora. Toto chlazení vyvinula společnost Microloops a svou inspiraci nachází v technice chlazení heatpipe. Při nasazení chlazení Vapor-Chamber se dokázala snížit teplota téměř o 30 %. Základ tohoto chlazení je v odpařování a srážení kapaliny uvnitř. Na první pohled je chlazení Vapor Chamber měděná destička s minimální výškou a velkou plochou. Uvnitř destičky je komora, tedy prostor, vysoký jen pár milimetrů, ve kterém všechen tepelný přenos probíhá. [45]



Obr. 22.: Princip chlazení technologií Vapor-Chamber [20]



## 4 Vlastní návrh užití

### 4.1 Přetaktování grafické karty

Pojem přetaktování grafické karty znamená zvýšení pracovní frekvence GPU a paměti. Výkon grafické karty se určuje maximálním vykreslením obrazových bodů a průměrná grafická karta je schopna zobrazit 100 miliónů bodů za vteřinu. Přetaktováním grafické karty získáme vyšší výkon. Tedy vyšší rychlost zobrazení bodů za vteřinu. Na přetaktování grafické karty jsou vytvořeny speciální programy. Některé programy zvládnou pracovat pouze s jedním čipem, některé jich podporují více. Není úplně jednoduché naprogramovat univerzální program pro přetaktování grafických karet, protože každý GPU může mít své vlastní programové příkazy. Princip přetaktování spočívá v tom, že se změní frekvence jádra a paměti, aniž bychom narušili celkovou stabilitu počítače a kvalitu jeho funkce. Pokud takto frekvenci zvýšíme, neměli bychom zapomenout na chlazení, které právě při přetaktování způsobuje největší problémy. Rozhodně je lepší používat v tomto případě aktivní chlazení místo pasivního. Dalším problémem se může stát neúnosná změna frekvence. Nicméně toto si programy hlídají

a upozorní nás na případnou možnost poškození hardwaru. Také je potřeba počítat s tím, že změna v registru může způsobit problém s ovladači.

Doporučené zvýšení frekvence procesoru je 10 %, nicméně některé grafické karty jsou schopny zvládnout i 20 %. Při přetaktování grafické karty je potřeba postupovat opravdu pomalu. Mé osobní doporučení je zvyšovat frekvenci i paměť postupně o 2MHz a kontrolovat, zda zvýšení frekvence proběhlo bezproblémově. Když nastane nestabilita, frekvenci opět snížíme. Před jakoukoliv změnou přetaktováním, je vhodné si zajistit způsob, jak nastavit původní tovární nastavení karty, aby bylo možné se vrátit k funkčnímu systému, a samozřejmě je vhodné používat pouze software od výrobce. Programy, které nejsou vytvořeny výrobcem grafické karty, mohou způsobit nestabilitu systému.

Pro úspěšné přetaktování je rozhodně potřeba mít kvalitní hardware a počítat s tím, že přetaktování zkracuje životnost grafické karty, pokud jí neposkytneme dostatečné chlazení. Samozřejmě existují webové stránky, které se touto problematikou podrobně zabývají a informují uživatele o tom, jakou zátěž určitá grafická karta vydrží.

Doporučení přetaktovacích programů, které jsou k dispozici zdarma ke stažení:

### 4. 1. 1 Riva Tuner

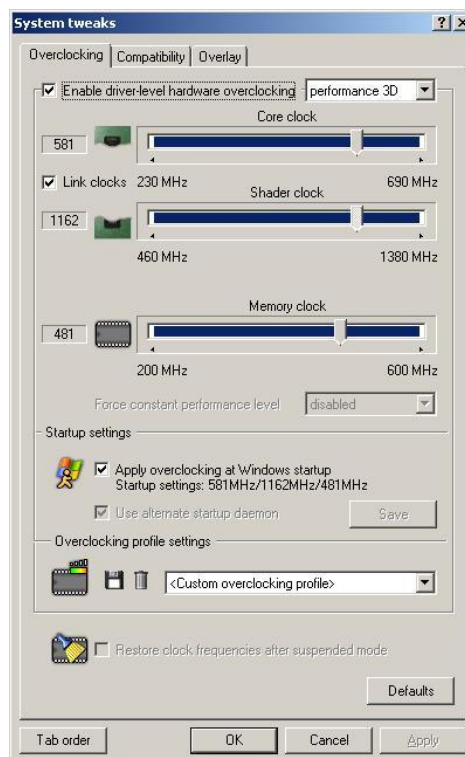
<http://downloads.guru3d.com/download.php?det=163>

Velice silný nástroj pro zvyšování výkonu grafických karet s čipy nVidia a ATI, který má poměrně přehledný design a je uživatelsky přístupný. Umožňuje přístup ke skrytým nastavením grafické karty.



Obr. 23.: Logo aplikace Riva Tuner

[21]



Obr. 24.: Ukázka nastavení taktování v softwaru Riva Tuner [22]

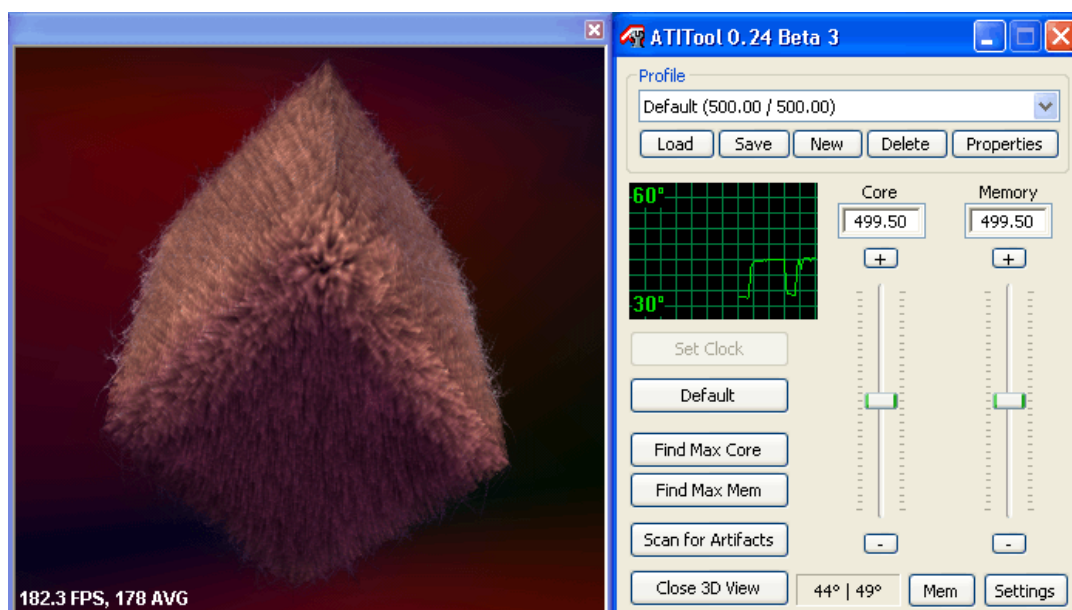
## 4.1.2 ATI Tool

<http://www.techpowerup.com/atitool/>

Opět program pro přetaktování grafických karet s čipy nVidia a ATI pro operační systém Windows. Program např. najde maximální přetaktování jádra a paměti a monitoruje teplotu a rychlost ventilátoru.



Obr. 25.: Logo aplikace Ati Tool [23]



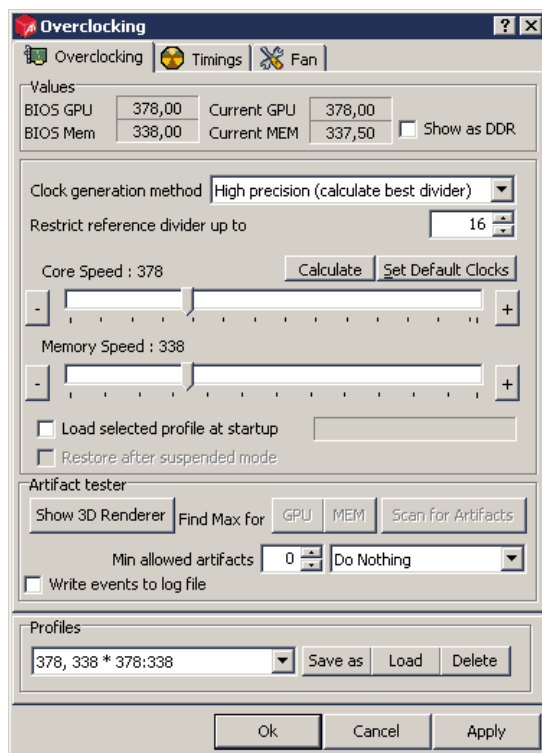
Obr. 26.: Ukázka nastavení taktování v softwaru Ati Tool [24]

### 4.1.3 ATi Tray Tool

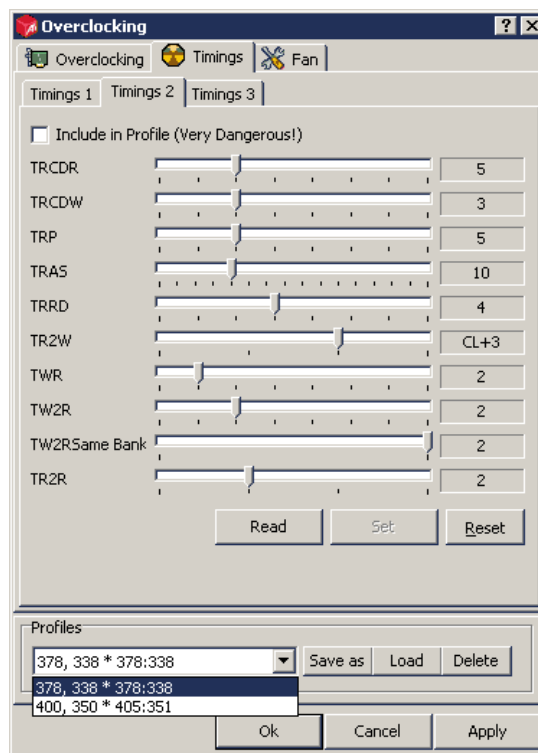
Jedná se o pokročilejší Tweaker aplikace, která umožňuje okamžitý přístup k nastavení grafické karty. Mimo jiné dokáže změnit rozlišení, počet barev, rotaci a další.



Obr. 27.: Logo aplikace Ati Tray Tools [25]



Obr. 28.: Ukázka nastavení taktování v softwaru Ati Tray Tools [26]



Obr. 29.: Ukázka nastavení taktování v softwaru Ati Tray Tools [27]

## 4. 2 Dotazník

Cílem této kapitoly je zjistit z průměrného vzorku uživatelů osobních počítačů, jakou grafickou kartu mají na svém počítači, zda jsou náruživí hráči počítačových her a zda jsou ochotni investovat do grafické karty.

Dotazník byl vystaven na <http://www.vyplnto.cz>, celkem se zúčastnilo 117 respondentů a jako ochrana byla použita unikátní adresa IP. Výsledky šetření byly zohledněny v kapitole 4.3 zabývající se výběrem grafických karet pro různá pracovní a uživatelská prostředí.

### 4. 2. 1 Zadání otázek v dotazníku

Dotazník byl sestaven z následujících otázek:

- 1) Kterého výrobce grafických karet upřednostňujete
- 2) Přihlídíte při nákupu nového pc na výkon grafické karty
- 3) Jste ochotni připlatit více za výkonnější grafickou kartu?
- 4) Typ Vaší grafické karty
- 5) Používáte nějaké grafické programy? Jak často tyto programy používáte? (Corel, Adobe - Illustrator, Photoshop, InDesign a další...)
- 6) Jak často hrajete počítačové hry
- 7) Vaše pohlaví
- 8) Váš věk
- 9) Váš měsíční čistý příjem

## 4. 2. 2 Výsledky dotazníku

<b>1) Kterého výrobce grafických karet upřednostňujete</b>	
nVidia	<b>63</b>
ATI	<b>42</b>
je mi to jedno	<b>12</b>

Tab. 1.: Otázka č. 1

<b>2) Přihlížíte při nákupu nového pc na výkon grafické karty?</b>	
ano	<b>109</b>
ne	<b>5</b>
je mi to jedno	<b>3</b>

Tab. 2.: Otázka č. 2

<b>3) Jste ochotni připlatit více za výkonnější grafickou kartu?</b>	
ano	<b>95</b>
ne	<b>11</b>
nevím	<b>11</b>

Tab. 3.: Otázka č. 3

<b>4) Typ vaší grafické karty</b>	
nVidia	<b>51</b>
ATI Radeon	<b>39</b>
GeForce	<b>11</b>
Mobile Intel (R)	<b>12</b>
MSI	<b>2</b>
Asus	<b>1</b>
DeltaChrome	<b>1</b>

Tab. 4.: Otázka č. 4

<b>5) Používáte nějaké grafické programy?</b>	
ANO - denně	<b>9</b>
ANO - několikrát do týdne	<b>33</b>
ANO - několikrát měsíčně	<b>30</b>
ANO - několikrát za rok	<b>24</b>
NE, nepoužívám vůbec	<b>21</b>

Tab. 5.: Otázka č. 5

<b>6) Jak často hrajete počítačové hry</b>	
ANO - denně	<b>28</b>
ANO - několikrát do týdne	<b>29</b>
ANO - několikrát měsíčně	<b>24</b>
ANO - několikrát za rok	<b>18</b>
NE, nehraji vůbec	<b>18</b>

Tab. 6.: Otázka č. 6

<b>7) pohlaví</b>	
muž	<b>94</b>
žena	<b>23</b>

Tab. 7.: Otázka č. 7

<b>8) věk</b>	
do 20	<b>38</b>
21-25	<b>28</b>
26-35	<b>32</b>
36-45	<b>10</b>
46 a více	<b>9</b>

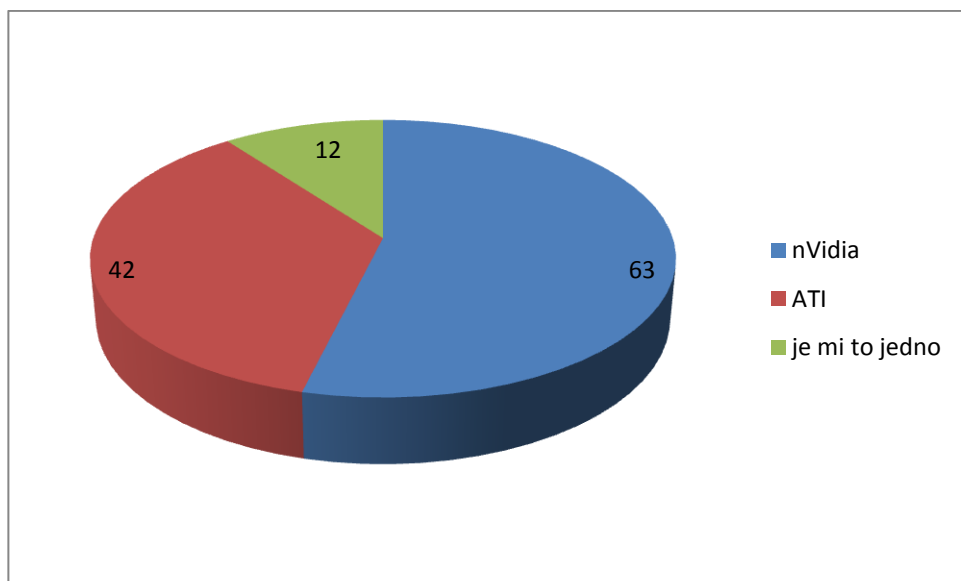
Tab. 8.: Otázka č. 8

9) Váš měsíční čistý příjem	
do 10000	37
10001 - 15000	8
15001 - 20000	9
20001 - 30000	18
nad 30000	19

Tab. 9.: Otázka č. 9

### 4. 2. 3 Grafické zobrazení výsledků dotazníku

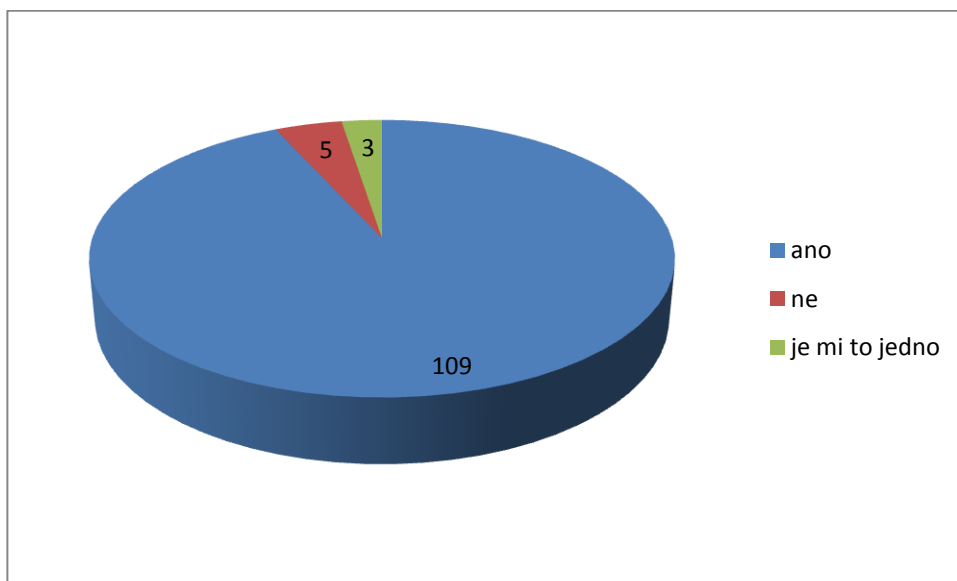
1) Kterého výrobce grafických karet upřednostňujete



Obr. 30.: Otázka č. 1

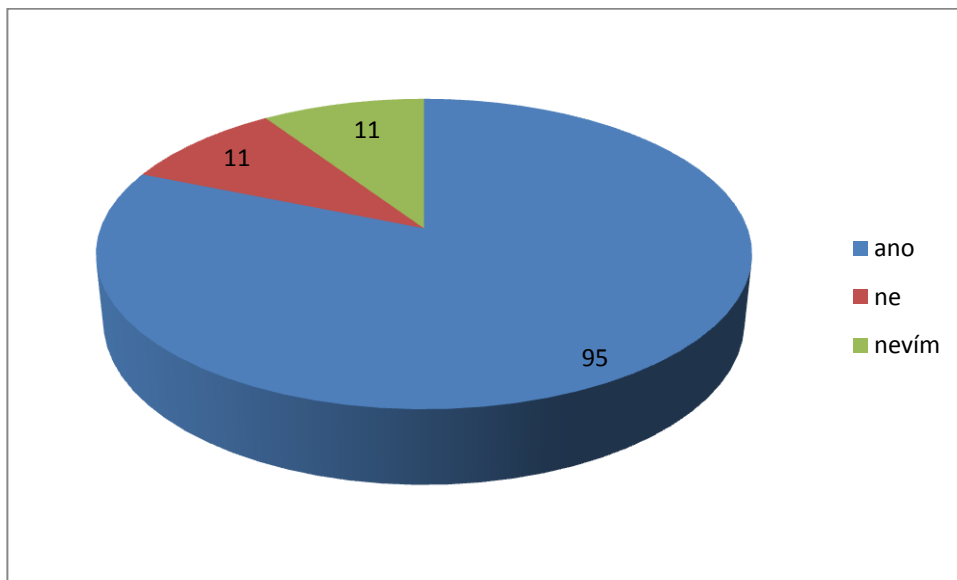


2) Přihlížíte při nákupu nového pc na výkon grafické karty?



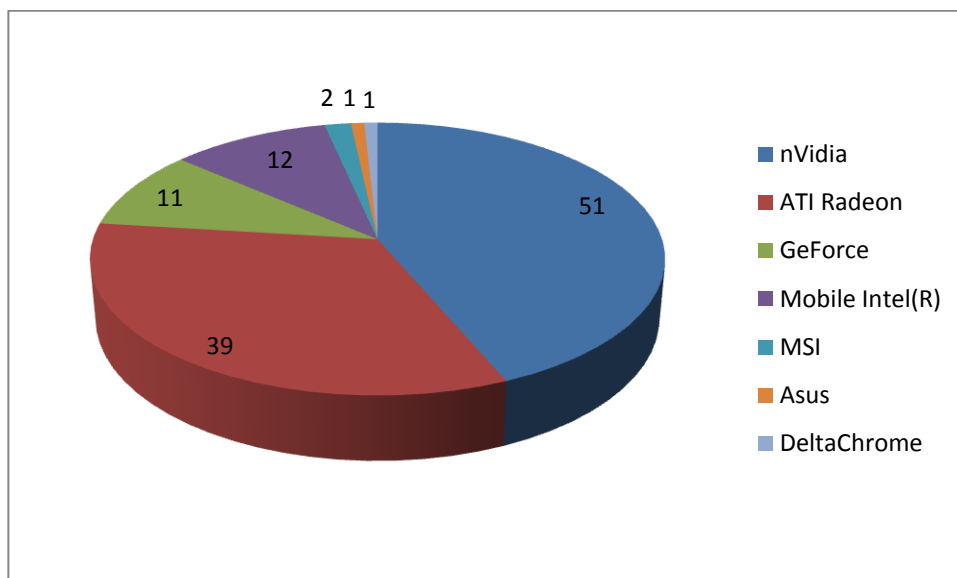
Obr. 31.: Otázka č. 2

3) Jste ochotni připlatit více za výkonnější grafickou kartu?



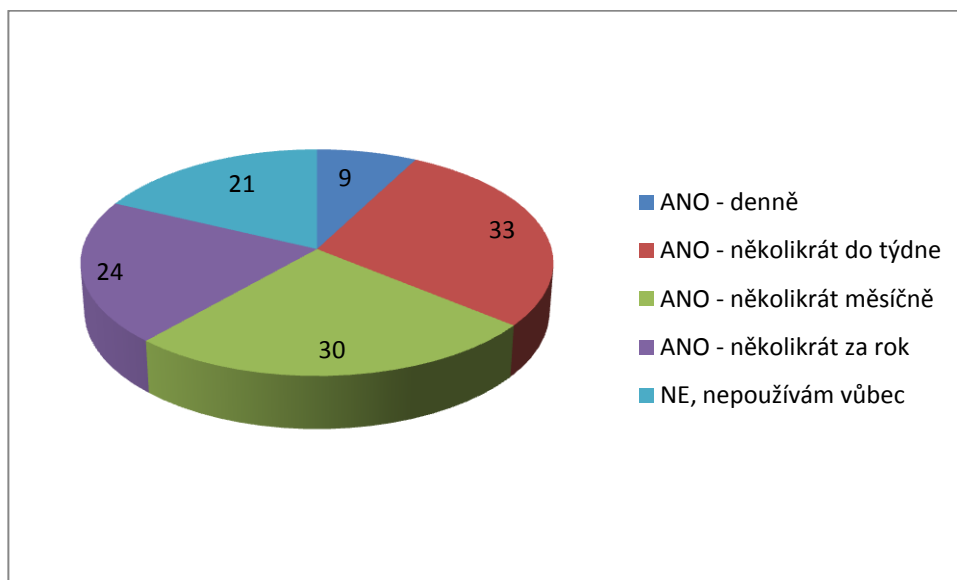
Obr. 32.: Otázka č. 3

#### 4) Typ vaší grafické karty



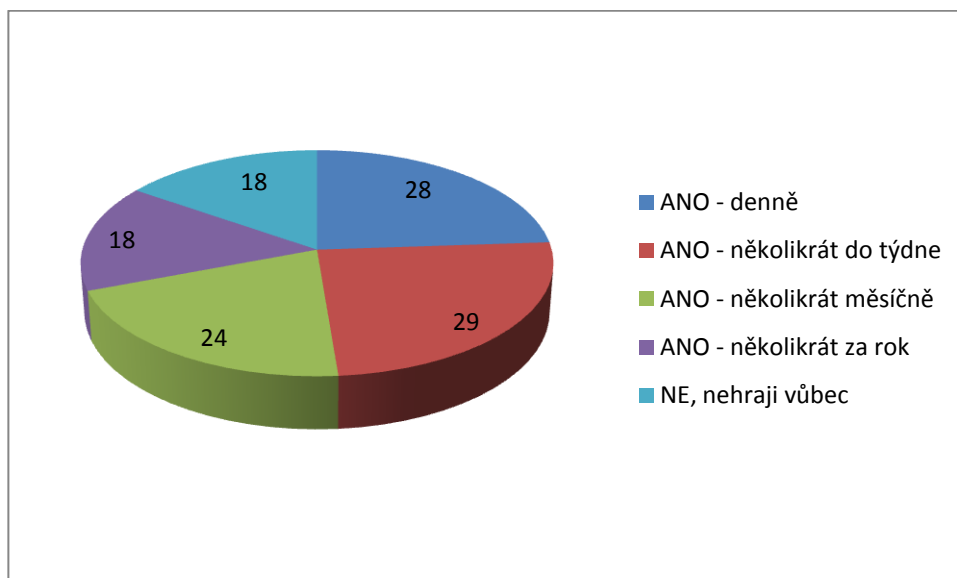
Obr. 33.: Otázka č. 4

#### 5) Používáte nějaké grafické programy?



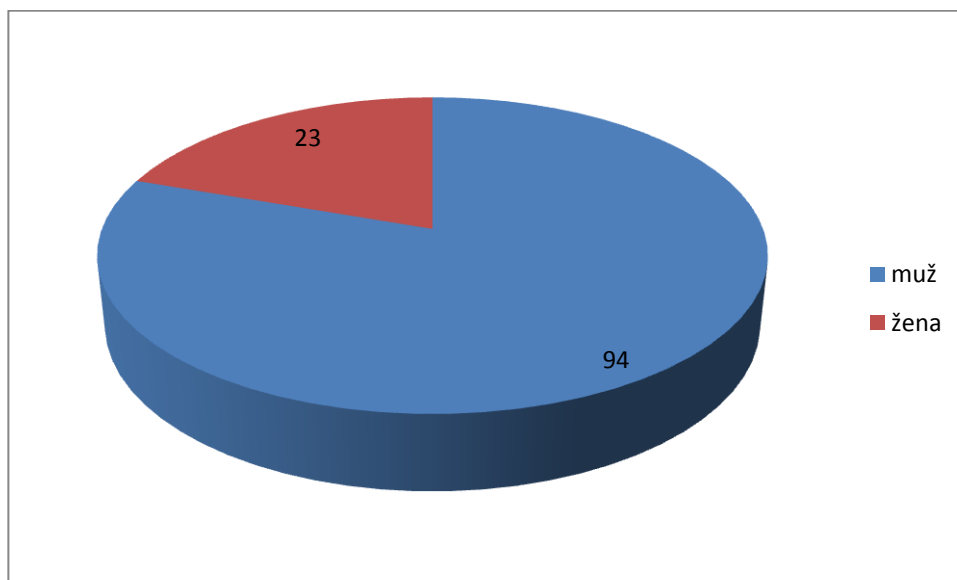
Obr. 34.: Otázka č. 5

6) Jak často hrajete počítačové hry



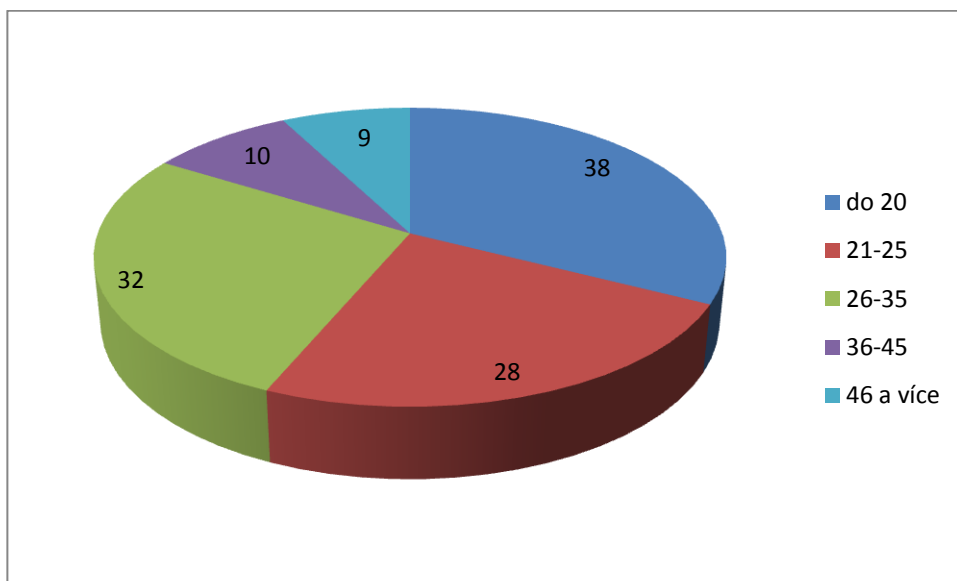
Obr. 35.: Otázka č. 6

7) Vaše pohlaví



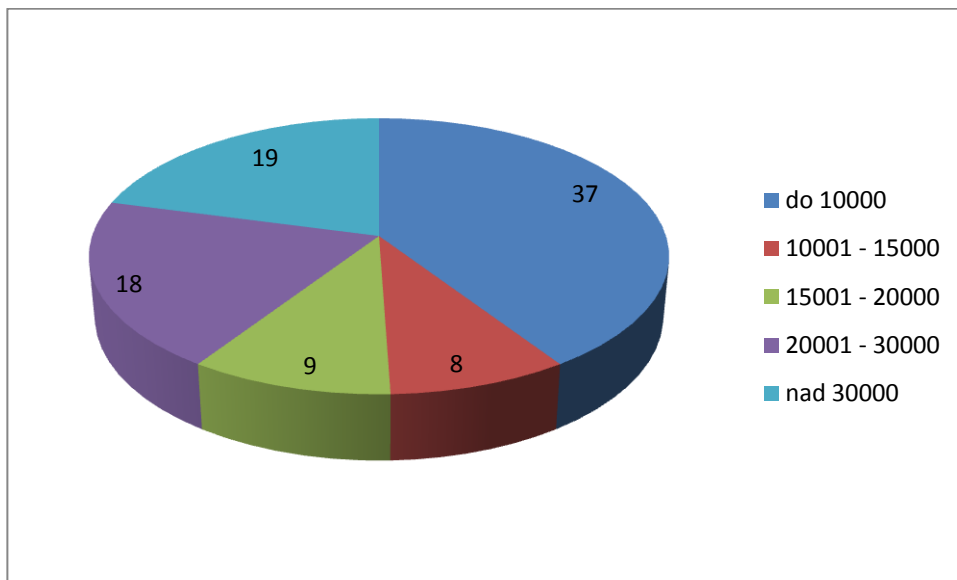
Obr. 36.: Otázka č. 7

8) Váš věk



Obr. 37.: Otázka č. 8

9) Váš měsíční čistý příjem



Obr. 38.: Otázka č. 9

#### 4. 2. 4 Zjištění závislosti mezi otázkou č. 6 a č. 8

	věk respondenta				
obliba hraní her	do 20	21-25	26-35	36-45	nad 46
denně	16	7	4	1	0
týdně	14	6	6	2	1
měsíčně	3	12	3	5	1
ročně	4	0	11	1	2
vůbec	1	3	8	1	5

Tab. 10.: Výchozí hodnoty získané dotazníkovým šetřením

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	suma
X1	16	7	4	1	0	28
X2	14	6	6	2	1	29
X3	3	12	3	5	1	24
X4	4	0	11	1	2	18
X5	1	3	8	1	5	18
suma	38	28	32	10	9	117

Tab. 11.: Vytvoření teoretických četností

9,094017	6,700855	7,65812	<b>2,393162</b>	<b>2,153846</b>
9,418803	6,940171	7,931624	<b>2,478632</b>	<b>2,230769</b>
7,794872	5,74359	6,564103	<b>2,051282</b>	<b>1,846154</b>
5,846154	<b>4,307692</b>	4,923077	<b>1,538462</b>	<b>1,384615</b>
5,846154	<b>4,307692</b>	4,923077	<b>1,538462</b>	<b>1,384615</b>

Tab. 12.: Vyjádření teoretických četností pomocí marginálních četností a celkového počtu pozorování

Z tabulky teoretických četností je patrné, že 20 % teoretických četností je menších než 5. Je tedy nutno sloučit sloupce Y3, Y4 a Y5.

oblíba hraní her	věk respondenta			
	do 20	21-25	nad 26	suma
denně	16	7	5	28
týdně	14	6	9	29
měsíčně	3	12	9	24
ročně	4	0	14	18
vůbec	1	3	14	18
suma	38	28	51	117

Tab. 13.: Sloučené hodnoty sloupce Y3, Y4, a Y5

9,094017	6,700855	12,20513
9,418803	6,940171	12,64103
7,794872	5,74359	10,46154
5,846154	<b>4,307692</b>	7,846154
5,846154	<b>4,307692</b>	7,846154

Tab. 14.: Nové vyjádření teoretických četností pomocí marginálních četností a celkového počtu pozorování

Po sloučení se již četnosti menší než 5 nevyskytují více jak ve 20 %, je možné tedy přistoupit k vyjádření hodnoty testovacího kritéria

5,244393	0,013355	4,253448		
2,228241	0,127363	1,048734		
2,949477	6,815018	0,204186		
0,582996	4,307692	4,826546		
4,017206	0,396978	4,826546	<b>41,84218</b>	<b>12,592</b>

Tab. 15.: Výsledná tabulka

Kritickou hodnotu nalezneme v tabulkách pro  $k-1$  a  $m-1$  stupeň volnosti. V našem případě 4 a 2, tedy pro 6 stupňů volnosti. Protože vypočtená hodnota testového kritéria je větší než hodnota kritická, můžeme na hladině významnosti 0,05 nulovou hypotézu o nezávislosti zamítnout. Hraní her souvisí s věkem respondenta

## 4.3 Výběr grafické karty

Cílem této kapitoly je optimální výběr grafické karty pro různá prostředí. Výběr byl realizován na základě výsledků z dotazníku. Vzhledem k odpovědím na otázky č. 6, 8 a 9, kdy je na první pohled jasné, že odpovídající byli studenti se zálibou a s časem na hraní počítačových her, byla tato skutečnost ve výběru karet pro hráčské prostředí zaznamenána. Tato skutečnost navíc byla potvrzena v kapitole 4.2.4. Proto byla např. cena umístěna již na třetí místo v kritériích.

Výběr všech grafických karet a informací o nich byl uskutečněn v internetovém obchodě [www.alza.cz](http://www.alza.cz) a realizace řešení byla provedena metodou váženého pořadí.

### 4.3.1 Definování výběru

Prvním výběrem je kancelářské prostředí, kde nároky na grafickou kartu jsou spíše v tom, aby byla tichá, tedy aby ventilátor nerušil při práci, aby její spotřeba byla co nejmenší, a hlavně aby pořizovací cena byla co nejnižší, proto zde byl stanoven požadavek maximální ceny na 2600,-. V kancelářském prostředí naštěstí není kladen důraz na výkon, neboť průměrné nástroje uživatele jsou Microsoft Office, firemní software, jednoduché grafické editory a internet.

Konkrétně byly vybrány tyto grafické karty:

- S čipem nVidia:
  - GIGABYTE N84STC-512I
  - CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling
  - GAINWARD 8400GS 256MB DDR2
- S čipem ATI:
  - GIGABYTE R455HM-512I
  - SAPPHIRE HD 5570 XTEND TV
  - MSI R4350-MD512H

Druhý výběr je zaměřen na hráčské prostředí. Zde jsou požadavky samozřejmě úplně opačné. Současné hry vyžadují vysoký výkon grafických karet. Takže sice i zde je kladen jistý důraz na cenu, nicméně je počítáno s tím, že uživatel je ochoten si připlatit, aby jeho grafická karta měla např. vyšší paměť, vyšší frekvenci a vyšší průchodnost sběrnicí. Vysoký výkon si žádá navíc spolehlivé a především účinné chlazení. Takže i na tento parametr je třeba pohlížet.

Konkrétně byly vybrány tyto grafické karty:

- S čipem AMD:
  - MSI R6850-PM2D1GD5
  - SAPPHIRE HD 6970 Vietnam Special Edition
- S čipem nVidia:
  - GAINWARD GTS450
  - ZOTAC GeForce GTX580
- S čipem ATI:
  - SAPPHIRE HD 5750
  - ASUS ARES/2DIS/4GD5

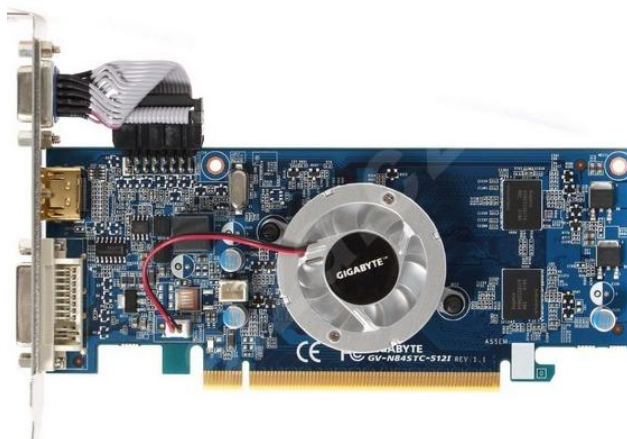
Třetí výběr se zaměřuje na profesionální požadavky. Zde už hraje cena tu nejméně podstatnou roli, neboť zde se jedná o pracovní nástroj, který je investicí. Grafická karta nachází použití např. v průmyslových aplikacích, vyžaduje rychlý výstup pro 3D aplikace, simulační aplikace a další.

Konkrétně byly vybrány tyto grafické karty:

- LENOVO NVIDIA Quadro 5000
- HP NVIDIA Quadro 5000
- LENOVO NVIDIA Quadro 4000
- ASUS EAH6990/3DI4S/4GD5



### 4. 3. 2 Výběr grafických karet pro kancelářské prostředí



Obr. 39.: Grafická karta GIGABYTE N84STC-512I [29]

<b>X1 = GIGABYTE N84STC-512I</b>			
<b>Jádro</b>	NVIDIA GeForce		8400
<b>Počet stream procesorů</b>			16
<b>Výrobní technologie</b>	nm		65
<b>Paměť</b>	MB		512
<b>Sběrnice</b>	bity		64
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	450
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	1111
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	1800
<b>Rozhraní</b>	PCI Express x16		2.0
<b>Max. rozlišení</b>	Digitální		2560 x 1600
<b>Max. rozlišení</b>	Analogové		2048 x 1536
<b>Spotřeba</b>	W/max.		25
<b>Chlazení</b>	Jednoslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		623

Tab. 16.: Parametry grafické karty GIGABYTE N84STC-512I



Obr. 40.: Graf. karta CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling [30]

<b>X2 = CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling</b>		
<b>Jádro</b>	NVIDIA GeForce	9800
<b>Počet stream procesorů</b>		112
<b>Výrobní technologie</b>	nm	65
<b>Paměť</b>	MB	1024
<b>Sběrnice</b>	bity	256
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro 550
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť 1800
<b>Frekvence</b>	MHz	Ramdac 400
<b>Rozhraní</b>	PCI Express x16	2.0
<b>Max. rozlišení</b>	Digitální	2560 x 1600
<b>Max. rozlišení</b>	Analogové	2048 x 1536
<b>Spotřeba</b>	W/max.	105
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem	
<b>CENA</b>	Kč	2531

Tab. 17.: Parametry graf. karty CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling



Obr. 41.: Graf. karta CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling [31]

<b>X3 = GAINWARD 8400GS 256MB DDR2</b>			
<b>Jádro</b>	NVIDIA GeForce		8400GS
<b>Počet stream procesorů</b>			16
<b>Výrobní technologie</b>	nm		65
<b>Paměť</b>	MB		256
<b>Sběrnice</b>	bity		64
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	657
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	700
<b>Frekvence</b>	MHz	Ramdac	400
<b>Rozhraní</b>	PCI Express x16		2.0
<b>Max. rozlišení</b>	Digitální		2560 x 1600
<b>Max. rozlišení</b>	Analogové		2048 x 1536
<b>Spotřeba</b>	W/max.		25
<b>Chlazení</b>	Pasivní, jednoslotové		
<b>CENA</b>	Kč		623

Tab. 18.: Parametry grafické karty GAINWARD 8400GS 256MB DDR2



Obr. 42.: Grafická karta GIGABYTE R455HM-512I [32]

<b>X4 = GIGABYTE R455HM-512I</b>			
<b>Jádro</b>	ATI Radeon HD		4550
<b>Počet stream procesorů</b>			80
<b>Výrobní technologie</b>	nm		55
<b>Paměť</b>	MB		128
<b>Sběrnice</b>	bity		64
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	600
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	600
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	1600
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Max. rozlišení</b>	Digitální	2560 x 1600	
<b>Max. rozlišení</b>	Analogové	2048 x 1536	
<b>Spotřeba</b>	W/max.		25
<b>Chlazení</b>	Jednoslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		659

Tab. 19.: Parametry grafické karty GIGABYTE R455HM-512I



Obr. 43.: Grafická karta SAPHIRE HD 5570 XTEND TV [33]

<b>X5 = SAPHIRE HD 5570 XTEND TV</b>			
<b>Jádro</b>	ATI Radeon HD		5570
<b>Počet stream procesorů</b>			400
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	MB		1024
<b>Sběrnice</b>	bity		128
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	650
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	650
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	4000
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Max. rozlišení</b>	Digitální		1280 x 1024
<b>Max. rozlišení</b>	Analogové		1280 x 1024
<b>Spotřeba</b>	W/max.		39
<b>Chlazení</b>	Jednoslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		2483

Tab. 20.: Parametry grafické karty SAPHIRE HD 5570 XTEND TV



Obr. 44.: Grafická karta MSI R4350-MD512H [34]

<b>X6 = MSI R4350-MD512H</b>			
<b>Jádro</b>	ATI Radeon HD		4350
<b>Počet stream procesorů</b>			80
<b>Výrobní technologie</b>	nm		0
<b>Paměť</b>	MB		512
<b>Sběrnice</b>	bity		64
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	600
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	0
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	800
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Max. rozlišení</b>	Digitální	2560 x 1600	
<b>Max. rozlišení</b>	Analogové	2048 x 1536	
<b>Spotřeba</b>	W/max.		20
<b>Chlazení</b>	Pasivní, jednoslotové		
<b>CENA</b>	Kč		791

Tab. 21.: Parametry grafické karty MSI R4350-MD512H

### 4.3.3 Řešení pro kancelářské prostředí

	cena	spotřeba	pasivní chlazení?	paměť
<b>pořadí</b>	7	6	5	4
<b>X1</b>	623	25	0	512
<b>X2</b>	2531	105	0	1024
<b>X3</b>	623	25	1	256
<b>X4</b>	659	25	0	128
<b>X5</b>	2483	39	0	1024
<b>X6</b>	791	20	1	512
<b>váhy</b>	0,250000000	0,214285714	0,178571429	0,142857143
<b>průměr</b>	1285	39,833333333	0,333333333	576

Tab. 22.: Stanovení kritérií a vah

	Počet stream procesorů	frekvence jádra	frekvence paměti	suma kritérií
<b>kritérium</b>	3	1,5	1,5	<b>28</b>
<b>X1</b>	16	450	1800	
<b>X2</b>	112	550	1800	
<b>X3</b>	16	567	700	
<b>X4</b>	80	600	1600	
<b>X5</b>	400	650	4000	
<b>X6</b>	80	600	800	
<b>váhy</b>	0,107142857	0,053571429	0,053571429	
<b>průměr</b>	117,333333333	570	1783,33333333	

Tab. 23.: Stanovení kritérií a vah

Stanovení parametrů kritérií:

- Nákladový = nejlepší je nejnižší hodnota (cena a spotřeba)
- Výnosový = nejlepší je nejvyšší hodnota (paměť, procesor, frekvence)

Zohlednění kritérií je vidět v následující tabulce.

koeficient	nákladový	nákladový	výnosový	výnosový	výnosový	výnosový	výnosový
X1	2,0626003	1,5933333	0,0000000	0,8888889	0,1363636	0,7901668	1,0093458
X2	0,5077045	0,3793651	0,0000000	1,7777778	0,9545455	0,9657594	1,0093458
X3	2,0626003	1,5933333	3,0000000	0,4444444	0,1363636	0,9956102	0,3925234
X4	1,9499241	1,5933333	0,0000000	0,2222222	0,6818182	1,0535558	0,8971963
X5	0,5175191	1,0213675	0,0000000	1,7777778	3,4090909	1,1413521	2,2429907
X6	1,6245259	1,9916667	3,0000000	0,8888889	0,6818182	1,0535558	0,4485981

Tab. 24.: Realizace řešení

váhy	0,2500000	0,2142857	0,1785714	0,1428571	0,1071429	0,0535714	0,0535714
X1	0,5156501	0,3414286	0,0000000	0,1269841	0,0146104	0,0423304	0,0540721
X2	0,1269261	0,0812925	0,0000000	0,2539683	0,1022727	0,0517371	0,0540721
X3	0,5156501	0,3414286	0,5357143	0,0634921	0,0146104	0,0533363	0,0210280
X4	0,4874810	0,3414286	0,0000000	0,0317460	0,0730519	0,0564405	0,0480641
X5	0,1293798	0,2188645	0,0000000	0,2539683	0,3652597	0,0611439	0,1201602
X6	0,4061315	0,4267857	0,5357143	0,1269841	0,0730519	0,0564405	0,0240320

Tab. 25.: Realizace řešení

#### 4. 3. 4 Výsledek pro kancelářské prostředí

Z tabulky lze vyčíst spočítané jednotlivé hodnoty pro konkrétní karty. Červeně je označena karta s nevyšším dosaženým výsledkem tedy ta, která nejlépe odpovídá stanoveným parametrům výběru ze začátku.

X1 = GIGABYTE N84STC-512I	0,226946191
X2 = CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling	0,102058676
X3 = GAINWARD 8400GS 256MB DDR2	0,312358546
X4 = GIGABYTE R455HM-512I	0,212994124
X5 = SAPPHIRE HD 5570 XTEND TV	0,164373344
<b>X6 = MSI R4350-MD512H</b>	<b>0,318928829</b>

Tab. 26.: Výsledek řešení pro kancelářské prostředí



### 4.3.5 Výběr grafických karet pro hráčeké prostředí



Obr. 45.: Grafická karta MSI R6850-PM2D1GD5 [46]

<b>X1 = MSI R6850-PM2D1GD5</b>			
<b>Jádro</b>	AMD Radeon HD		6850
<b>Počet stream procesorů</b>			950
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	1024
<b>Sběrnice</b>	bity		256
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	775
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	0
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	4000
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		127
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		3815

Tab. 27.: Parametry grafické karty MSI R6850-PM2D1GD5



Obr. 46.: Grafická karta SAPHIRE HD 6970 Vietnam Special Edition [47]

<b>X2 = SAPHIRE HD 6970 Vietnam Special Edition</b>			
<b>Jádro</b>	AMD Radeon HD		6970
<b>Počet stream procesorů</b>			1536
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	2048
<b>Sběrnice</b>	bity		256
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	880
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	880
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	5500
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		250
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		9222

Tab. 28.: Parametry grafické karty SAPHIRE HD 6970



Obr. 47.: Grafická karta GAINWARD GTS450 [48]

<b>X3 = GAINWARD GTS450</b>			
<b>Jádro</b>	NVIDIA GeForce GTS		450
<b>Počet stream procesorů</b>			192
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	1024
<b>Sběrnice</b>	bity		128
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	783
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	0
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	3608
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		105
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		2471

Tab. 29.: Parametry grafické karty GAINWARD GTS450



Obr. 48.: Grafická karta SAPPHIRE HD 5750 [49]

<b>X4 = SAPPHIRE HD 5750</b>			
<b>Jádro</b>	AMD Radeon HD		5750
<b>Počet stream procesorů</b>			720
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	1024
<b>Sběrnice</b>	bity		128
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	700
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	400
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	4000
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		86
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		2399

Tab. 30.: Parametry grafické karty SAPPHIRE HD 5750



Obr. 49.: Grafická karta ASUS ARES/2DIS/4GD5 [50]

<b>X5 = ASUS ARES/2DIS/4GD5</b>			
<b>Jádro</b>	AMD Radeon HD		5870 X2
<b>Počet stream procesorů</b>			3200
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	4096
<b>Sběrnice</b>	bity		256
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	850
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	850
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	4800
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		470
<b>Chlazení</b>	Dvouslotový, pasivní a aktivní ventilátor		
<b>CENA</b>	Kč		24383

Tab. 31.: Parametry grafické karty ASUS ARES/2DIS/4GD5



Obr. 50.: Grafická karta ZOTAC GeForce GTX580 [51]

<b>X6 = ZOTAC GeForce GTX580</b>			
<b>Jádro</b>	NVIDIA GeForce GTX		850
<b>Počet stream procesorů</b>			512
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	1536
<b>Sběrnice</b>	bity		384
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	815
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	1630
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	4100
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		255
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		12719

Tab. 32.: Parametry grafické karty ZOTAC GeForce GTX580

### 4.3.6 Řešení pro hráčské prostředí

	frekvence paměti	frekvence jádra	cena	paměť
<b>pořadí</b>	7	6	5	4
<b>X1</b>	4000	775	3815	1024
<b>X2</b>	5500	880	9222	2048
<b>X3</b>	3608	783	2471	1024
<b>X4</b>	4000	700	2399	1024
<b>X5</b>	4800	850	24383	4096
<b>X6</b>	4100	815	12719	1536
<b>váhy</b>	0,25	0,214285714	0,178571429	0,142857143
<b>průměr</b>	4334,666667	800,5	9168,166667	1792

Tab. 33.: Stanovení kritérií a vah

	Počet stream procesorů	sběrnice	spotřeba	suma kritérií
<b>pořadí</b>	3	2	1	<b>28</b>
<b>X1</b>	950	256	127	
<b>X2</b>	1536	256	250	
<b>X3</b>	192	128	105	
<b>X4</b>	720	128	86	
<b>X5</b>	3200	256	470	
<b>X6</b>	512	384	255	
<b>váhy</b>	0,107142857	0,071428571	0,035714286	
<b>průměr</b>	1185	234,6666667	215,5	

Tab. 34.: Stanovení kritérií a vah

Stanovení parametrů kritérií:

- Nákladový = nejlepší je nejnižší hodnota (cena a spotřeba)
- Výnosový = nejlepší je nejvyšší hodnota (paměť, procesor, frekvence, sběrnice)

Zohlednění kritérií je vidět v následující tabulce.

koeficient	výnosový	výnosový	nákladový	výnosový	výnosový	výnosový	nákladový
X1	0,9227930	0,9681449	2,4031892	0,5714286	0,8016878	1,0909091	1,6968504
X2	1,2688404	1,0993129	0,9941625	1,1428571	1,2962025	1,0909091	0,8620000
X3	0,8323593	0,9781387	3,7103062	0,5714286	0,1620253	0,5454545	2,0523810
X4	0,9227930	0,8744535	3,8216618	0,5714286	0,6075949	0,5454545	2,5058140
X5	1,1073516	1,0618364	0,3760065	2,2857143	2,7004219	1,0909091	0,4585106
X6	0,9458628	1,0181137	0,7208245	0,8571429	0,4320675	1,6363636	0,8450980

Tab. 35.: Realizace řešení

váhy	0,2500000	0,2142857	0,1785714	0,1428571	0,1071429	0,0714286	0,0357143
X1	0,2306982	0,2074596	0,4291409	0,0816327	0,0858951	0,0779221	0,0606018
X2	0,3172101	0,2355671	0,1775290	0,1632653	0,1388788	0,0779221	0,0307857
X3	0,2080898	0,2096011	0,6625547	0,0816327	0,0173599	0,0389610	0,0732993
X4	0,2306982	0,1873829	0,6824396	0,0816327	0,0650995	0,0389610	0,0894934
X5	0,2768379	0,2275364	0,0671440	0,3265306	0,2893309	0,0779221	0,0163754
X6	0,2364657	0,2181672	0,1287187	0,1224490	0,0462929	0,1168831	0,0301821

Tab. 36.: Realizace řešení

### 4. 3. 7 Výsledek pro hráčské prostředí

Z tabulky lze vyčíst spočítané jednotlivé hodnoty pro konkrétní karty. Červeně je označena karta s nevyšším dosaženým výsledkem tedy ta, která nejlépe odpovídá stanoveným parametrům výběru ze začátku.

X1 = MSI R6850-PM2D1GD5	0,207357571
X2 = SAPPHIRE HD 6970 Vietnam Special Edition	0,206351632
X3 = GAINWARD GTS450	0,234172877
<b>X4 = SAPPHIRE HD 5750</b>	<b>0,244308125</b>
X5 = ASUS ARES/2DIS/4GD5	0,213754939
X6 = ZOTAC GeForce GTX580	0,160731414

Tab. 37.: Výsledek řešení pro hráčské prostředí



### 4.3.8 Výběr pro profesionální prostředí



Obr. 51.: Grafická karta LENOVO NVIDIA Quadro 5000 [53]

<b>X1 = LENOVO NVIDIA Quadro 5000</b>			
<b>Jádro</b>	nVidia Quadro		5000 (GF100)
<b>Počet stream procesorů</b>			352
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	2560
<b>Propustnost paměti</b>	GB/s		120
<b>Sběrnice</b>	bity		320
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	513
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	1026
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	3000
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		152
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		53399

Tab. 38.: Parametry grafické karty LENOVO NVIDIA Quadro 5000



Obr. 52.: Grafická karta HP NVIDIA Quadro 5000 [54]

<b>X2 = HP NVIDIA Quadro 5000</b>			
<b>Jádro</b>	nVidia Quadro		5000 (GF100)
<b>Počet stream procesorů</b>			352
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	2560
<b>Propustnost paměti</b>	GB/s		120
<b>Sběrnice</b>	bity		320
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	513
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	1026
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	1500
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		152
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		46883

Tab. 39.: Parametry grafické karty HP NVIDIA Quadro 5000



Obr. 53.: Grafická karta LENOVO NVIDIA Quadro 4000 [55]

<b>X3 = LENOVO NVIDIA Quadro 4000</b>			
<b>Jádro</b>	nVidia Quadro		4000 (GF100)
<b>Počet stream procesorů</b>			256
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	GDDR5	MB	2048
<b>Propustnost paměti</b>	GB/s		89,6
<b>Sběrnice</b>	bity		256
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	475
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	950
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	2800
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		142
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		22991

Tab. 40.: Parametry grafické karty LENOVO NVIDIA Quadro 4000



Obr. 54.: Grafická karta ASUS EAH6990/3DI4S/4GD5 [56]

<b>X4 = ASUS EAH6990/3DI4S/4GD5</b>			
<b>Jádro</b>	AMD Radeon HD		6990 (Antilles)
<b>Počet stream procesorů</b>			2x 1536
<b>Výrobní technologie</b>	nm		40
<b>Paměť</b>	MB	GDDR5	2x 2048
<b>Propustnost paměti</b>	GB/s		320
<b>Sběrnice</b>	bity		2x 256
<b>Frekvence</b>	MHz	Jádro	880
<b>Frekvence</b>	MHz	Shadery	830
<b>Frekvence</b>	MHz	Paměť	5000
<b>Rozhraní</b>	PCI Express		2.0
<b>Spotřeba</b>	W/max.		375
<b>Chlazení</b>	Dvouslotové s aktivním ventilátorem		
<b>CENA</b>	Kč		15815

Tab. 41.: Parametry grafické karty ASUS EAH6990/3DI4S/4GD5

### 4.3.9 Řešení pro profesionální prostředí

	Jádro	Paměť	Počet stream procesorů	Propustnost	Sběrnice
<b>pořadí</b>	10	9	8	7	6
<b>X1</b>	5000	2560	352	120	320
<b>X2</b>	5000	2560	352	120	320
<b>X3</b>	4000	2048	256	89,6	256
<b>X4</b>	6990	4096	3072	320	256
<b>váhy</b>	0,181818182	0,163636364	0,145454545	0,127272727	0,109090909
<b>průměr</b>	5247,5	2816	1008	162,4	288

Tab. 42.: Stanovení kritérií a vah

	Frekvence			Spotřeba	Cena
	Jádro	Paměť	Shadery		
<b>pořadí</b>	5	4	3	2	1
<b>X1</b>	513	3000	1026	152	53399
<b>X2</b>	513	1500	1026	152	46883
<b>X3</b>	475	2800	950	142	22990
<b>X4</b>	880	5000	830	375	15815
<b>váhy</b>	0,090909091	0,072727273	0,054545455	0,036363636	0,018181818
<b>průměr</b>	595,25	3075	958	205,25	34771,75

Tab. 43.: Stanovení kritérií a vah

Stanovení parametrů kritérií:

- Nákladový = nejlepší je nejnižší hodnota (cena a spotřeba)
- Výnosový = nejlepší je nejvyšší hodnota (paměť, procesor, frekvence, sběrnice)

Zohlednění kritérií je vidět v následující tabulce.

	<b>Jádro</b>	<b>Paměť</b>	<b>Počet stream procesorů</b>	<b>Propustnost</b>	<b>Sběrnice</b>
	výnosový	výnosový	výnosový	výnosový	výnosový
<b>X1</b>	0,952834683	0,909090909	0,349206349	0,738916256	1,111111111
<b>X2</b>	0,952834683	0,909090909	0,349206349	0,738916256	1,111111111
<b>X3</b>	0,762267747	0,727272727	0,253968254	0,551724138	0,888888889
<b>X4</b>	1,332062887	1,454545455	3,047619048	1,97044335	0,888888889

Tab. 44.: Realizace řešení

	<b>Frekvence</b>			<b>Spotřeba</b>	<b>Cena</b>
	Jádro	Paměť	Shadery		
	výnosový	výnosový	výnosový	nákladový	nákladový
<b>X1</b>	0,861822764	0,975609756	1,070981211	1,350328947	0,651168561
<b>X2</b>	0,861822764	0,487804878	1,070981211	1,350328947	0,741670755
<b>X3</b>	0,79798404	0,910569106	0,991649269	1,445422535	1,512472814
<b>X4</b>	1,478370433	1,62601626	0,866388309	0,547333333	2,198656339

Tab. 45.: Realizace řešení

<b>váhy</b>	<b>0,181818182</b>	<b>0,163636364</b>	<b>0,145454545</b>	<b>0,127272727</b>	<b>0,109090909</b>
<b>X1</b>	0,17324267	0,148760331	0,050793651	0,094043887	0,121212121
<b>X2</b>	0,17324267	0,148760331	0,050793651	0,094043887	0,121212121
<b>X3</b>	0,138594136	0,119008264	0,036940837	0,070219436	0,096969697
<b>X4</b>	0,242193252	0,238016529	0,443290043	0,250783699	0,096969697

Tab. 46.: Realizace řešení

<b>váhy</b>	<b>0,090909091</b>	<b>0,072727273</b>	<b>0,054545455</b>	<b>0,036363636</b>	<b>0,018181818</b>
<b>X1</b>	0,078347524	0,070953437	0,058417157	0,049102871	0,011839428
<b>X2</b>	0,078347524	0,035476718	0,058417157	0,049102871	0,013484923
<b>X3</b>	0,072544004	0,066223208	0,05408996	0,052560819	0,027499506
<b>X4</b>	0,134397312	0,118255728	0,047257544	0,01990303	0,03997557

Tab. 47.: Realizace řešení

### 4. 3. 10 Výsledek pro profesionální prostředí

Z tabulky lze vyčíst spočítané jednotlivé hodnoty pro konkrétní karty. Červeně je označena karta s nevyšším dosaženým výsledkem tedy ta, která nejlépe odpovídá stanoveným parametrům výběru ze začátku.

X1 = LENOVO NVIDIA Quadro 5000	0,10589176
X2 = HP NVIDIA Quadro 5000	0,103341554
X3 = LENOVO NVIDIA Quadro 4000	0,086334555
<b>X4 = ASUS EAH6990/3DI4S/4GD5</b>	<b>0,214804899</b>

Tab. 48.: Výsledek řešení pro profesionální prostředí

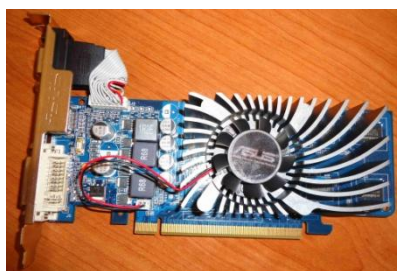
## 4. 4 Testování karet

Tato kapitola je věnována testování grafických karet, které byly dostupné autorovi bakalářské práce. Cílem je ukázat rozdíl mezi lépe a hůře vybavenou grafickou kartou. Testováno bylo v aplikaci Geeks 3D PhysX FluidMark v1.2, která je volně k dispozici na <http://www.ozone3d.net/benchmarks/physx-fluidmark>. Testování karet probíhá se zaměřením na hráčské prostředí, protože jak již bylo zmíněno, dotazníkovým šetřením bylo zjištěno, že nejvíce uživatelů se zaměřuje právě na hraní počítačových her.

Testovány byly následující grafické karty:



Obr. 55.: ATI Radeon X1650



Obr. 56.: nVidia GeForce GT 220



Obr. 57.: nVidia GeForce 8800 GTS

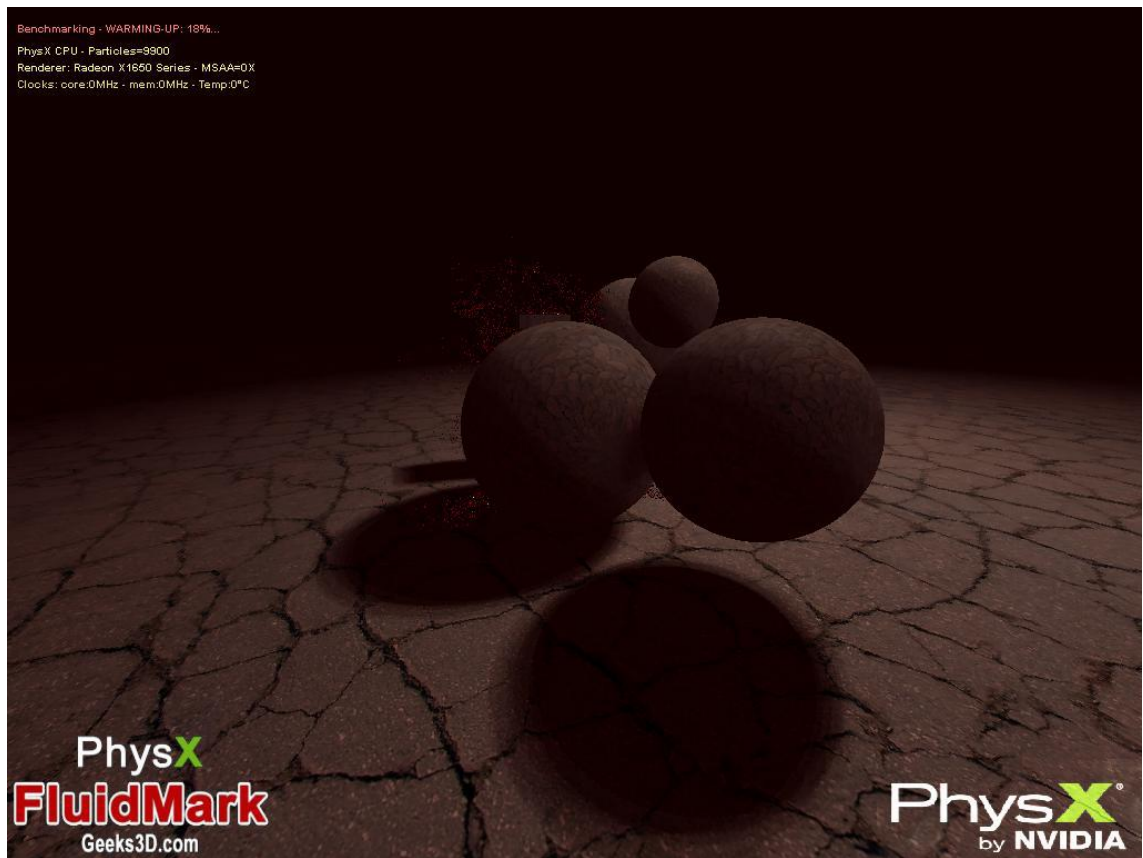


#### 4.4.1 Test grafické karty ATI Radeon X1650

Test grafické karty ATI Radeon X1650 bohužel probíhal na jiném osobním počítači než následující dva testy, neboť tato karta s ním je nekompatibilní. Z prvního obrázku jsou dobře čitelné parametry jak grafické karty, tak i počítače, na kterém je grafická karta testována.



Obr. 58.: Testování grafické karty ATI Radeon X1650

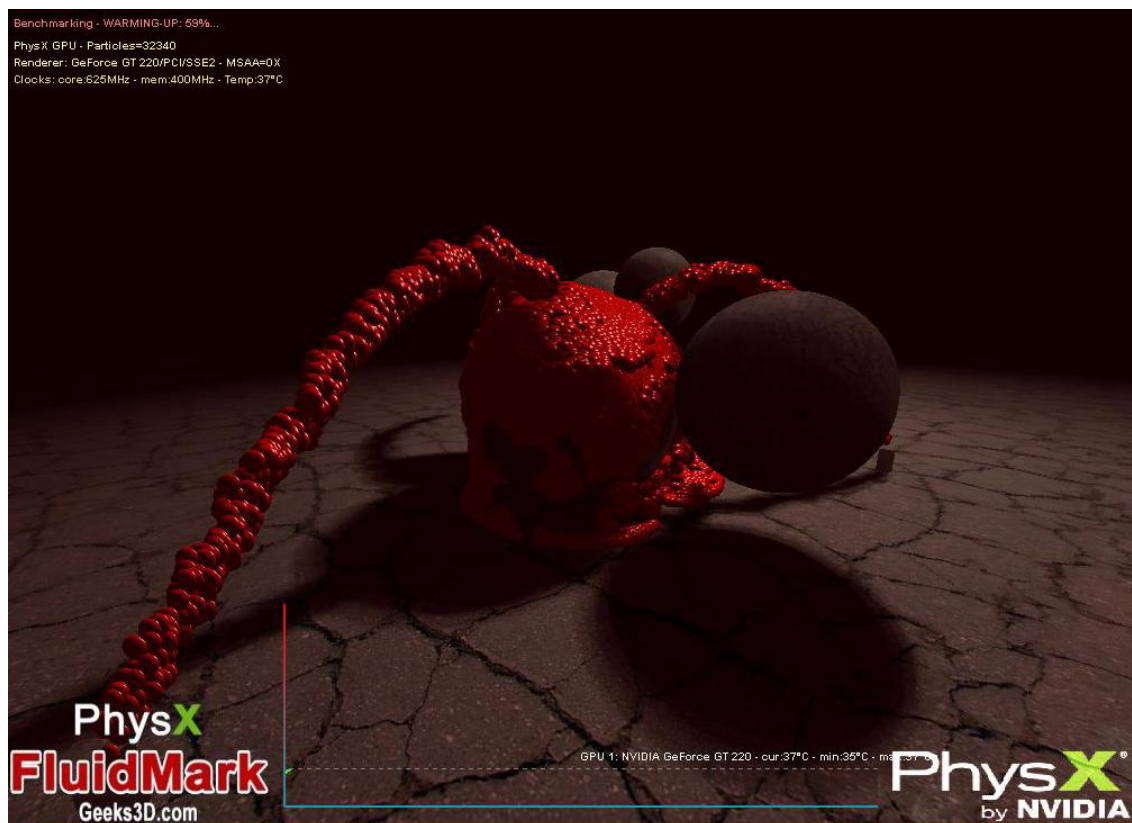


Obr. 59.: Testování grafické karty ATI Radeon X1650

#### 4.4.2 Test grafické karty nVidia GeForce GT 220



Obr. 60.: Testování grafické karty nVidia GeForce GT 220



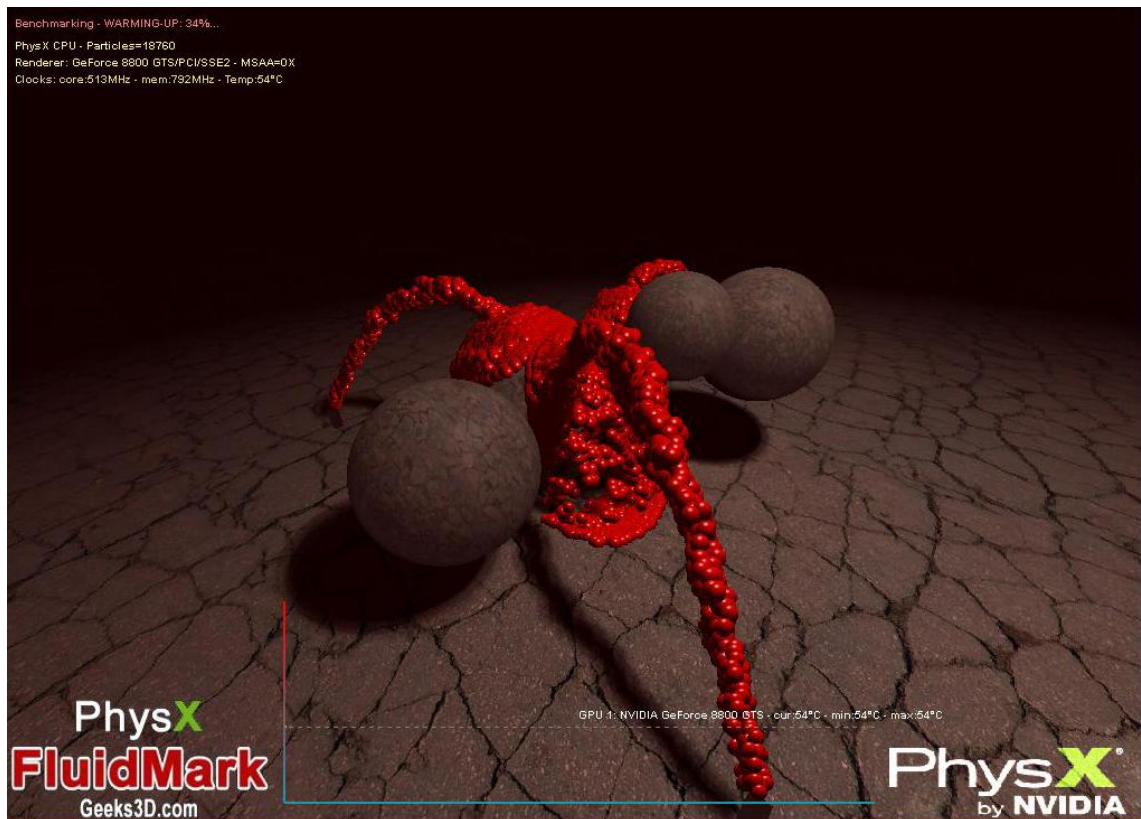
Obr. 61.: Testování grafické karty nVidia GeForce GT 220

### 4.4.3 Test grafické karty nVidia GeForce 8800 GTS



Obr. 62.: Testování grafické karty nVidia GeForce 8800 GTS





Obr. 63.: Testování grafické karty nVidia GeForce 8800 GTS

#### 4. 4. 4 Výsledek testování grafických karet

Z testování jasně vyplynulo, že grafická karta ATI Radeon X1650 není absolutně vhodná pro hráčské prostředí. Její využití najdeme v kancelářských počítačích a domácnostech, kde uživateli stačí základní funkce. Další dvě karty naopak dopadly lépe. Obě jsou použitelné v hráčském prostředí, třetí karta nVidia GeForce 8800 GTS by se v některých případech dala použít i v profesionálním prostředí.

## 5 Závěr

V práci je popsána historie, vývoj a současná architektura grafických karet pro osobní počítače. Běžný uživatel by zde měl pochopit funkci grafické karty. Sofistikovanou metodou byl proveden výběr grafické karty pro různá uživatelská a pracovní prostředí, lišící se svými požadavky. Nutno podotknout, že vývoj osobních počítačů jde velice rychle kupředu, takže i dostupná nabídka se mění v podstatě každým dnem a během zpracování dat došlo např. ke změně cen. Neméně dopředu jdou ovšem i požadavky uživatelů na konečnou projekci. Prostředí, postavy a věci promítané do počítačových her a filmů tvořených v grafickém prostředí se stále více a více blíží realitě. Ovšem je pouze otázkou konečného uživatele a jeho možností, kolik je ochoten do grafické karty investovat.

Při testování grafických karet bylo názorně ukázáno, jaké karty jsou, případně nejsou vhodné do konkrétního pracovního a uživatelského prostředí. Dále bylo naznačeno, jak zvýšit výkon své grafické karty a dotazníkovým šetřením bylo zjištěno, jak kteří uživatelé a na co svůj osobní počítač v závislosti na grafickou kartu používají.

## 6 Seznam použitých zdrojů

### 6.1 Seznam zdrojů

- [1] <http://spscv.cz/~kaderabek/vybaveni.html>
- [2] <http://emergent.unpythonic.net/index.cgi/01114971365>
- [3] [http://lacno.wbl.sk/Notebooky\\_-PC\\_-Komponenty.html](http://lacno.wbl.sk/Notebooky_-PC_-Komponenty.html)
- [4] <http://www.czechcomputer.cz/product.jsp?artno=64030>
- [5] <http://www.jimireklama.cz/budiky/9751-cestovni-budik-s-lcd-displejem-s-kalend-teplom-stibrny.html>
- [6] <http://www.pycomall.com/product.php?productid=16942>
- [7] <http://notebook.cz/clanky/technologie/2007/NVIDIA-Quadro-FX-570M>
- [8] <http://diy.pconline.com.cn/graphics/news/0807/1351896.html>
- [9] <http://www.jambitz.com/geekfemerides-18-de-agosto/>
- [10] <http://www.hexus.net/content/item.php?item=4794>
- [11] <http://puny-hw.wz.cz/hw/grafkarta.html>
- [12] <http://static.howstuffworks.com/gif/graphics-card-5.jpg>  
(upraveno autorem BP)
- [13] [http://www.nvidia.com/object/product\\_geforce\\_gtx\\_260m\\_us.html](http://www.nvidia.com/object/product_geforce_gtx_260m_us.html)
- [14] <http://forum.notebookreview.com/notebook-news-reviews/13228-amd-turion-64-mobile-processor-released.html>
- [15] [http://one-aboutcomputer.blogspot.com/2009\\_01\\_01\\_archive.html](http://one-aboutcomputer.blogspot.com/2009_01_01_archive.html) (upraveno autorem BP)
- [16] <http://www.alza.cz/gainward-8400gs-256mb-ddr2-pasivni-chlazenid199596.htm#foto>
- [17] <http://www.alza.cz/arctic-accelero-xtreme-l2-pro-d126991.htm>
- [18] <http://www.alza.cz/zalman-vf2000-led-d120545.htm#popis>
- [19] <http://www.techreaction.net/2010/05/07/guide-air-cooling-101-cpu-cooling/>  
(upraveno a přeloženo autorem BP)



- [20] [http://www.yctc.com.tw/Vapor\\_Chamber.htm](http://www.yctc.com.tw/Vapor_Chamber.htm)
- [21] <http://downloads.guru3d.com/download.php?det=163>
- [22] <http://www.headshotgamer.com/review.aspx?id=100>
- [23] <http://www.techpowerup.com/forums/showthread.php?t=6879>
- [24] <http://www.techpowerup.com/atitool/>
- [25] <http://www.guru3d.com/article/ati-tray-tools-/>
- [25] <http://www.grafika.cz/art/dv/ati-tray-tools.html>
- [27] <http://www.grafika.cz/art/dv/ati-tray-tools.html>
- [29] <http://www.alza.cz/gigabyte-n84stc-512i-d178465.htm>
- [30] <http://www.alza.cz/club-3d-geforce-9800gt-green-edition-arctic-cooling-d188558.htm>
- [31] <http://www.alza.cz/gainward-8400gs-256mb-ddr2-pasivni-chlazenid199596.htm#popis>
- [32] <http://www.alza.cz/gigabyte-r455hm-512i-d178469.htm>
- [33] <http://www.alza.cz/sapphire-hd-5570-xtend-tv-d219656.htm>
- [34] <http://www.alza.cz/msi-r4350-md512h-d129223.htm>
- [35] <http://steelmobile.biz/computer4u/images/ibm-logo/ibm-logo-picture-64.html>
- [36] <http://digizones.co.za/intboard2.html>
- [37] TIŠNOVSKÝ, Pavel. *Www.root.cz* [online]. 02. 03. 2005 [cit. 2011-03-02]. Grafické karty a grafické akcelerátory. Dostupné z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/graficke-karty-a-graficke-akceleratory-1/>>.
- [38] HOWSTUFFWORKS, *Www.howstuffworks.com* [online]. 2007 [cit. 2011-03-02]. HowStuffWorks. Dostupné z WWW: <<http://www.howstuffworks.com/graphics-card.htm>>.
- [39] *ITV* [online]. 08. 02. 2009 [cit. 2011-03-05]. Technologie: Plazma displeje. Dostupné z WWW: <<http://itv.webnode.cz/news/technologie-plazma-displeje/>>.
- [40] PELIKÁN, Jaroslav. *Www.fi.muni.cz* [online]. 03. 12. 1999 [cit. 2011-03-10]. Sběrnice pro PC. Dostupné z WWW: <<http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan/ARCHIT/TEXTY/BUSPC.HTML>>.

- [41] HOWSTUFFWORKS, *Www.howstuffworks.com* [online]. 1998-2011 [cit. 2011-03-10]. HowStuffWorks. Dostupné z WWW: <<http://computer.howstuffworks.com/agp.htm>>.
- [42] HOWSTUFFWORKS, *Www.howstuffworks.com* [online]. 1998-2011 [cit. 2011-03-13]. HowStuffWorks. Dostupné z WWW: <<http://computer.howstuffworks.com/graphics-card1.htm>>.
- [43] PACIFIC CUSTOM CABLE, Inc. *Www.pacificcable.com* [online]. 2001-2011, 25. 02. 2011 [cit. 2011-03-17]. HDMI Cable Tutorial About HDMI - HDMI Info - HDMI Information. Dostupné z WWW: <[http://www.pacificcable.com/HDMI\\_Tutorial.htm](http://www.pacificcable.com/HDMI_Tutorial.htm)>.
- [44] VÍTEK, Jan. *Www.svethardware.cz* [online]. 21. 4. 2009 [cit. 2011-03-17]. Chladiče grafických karet a dnešní nabídka. Dostupné z WWW: <[http://www.svethardware.cz/art\\_doc-4ECC02B09356CC28C125759B005FB8A4.html](http://www.svethardware.cz/art_doc-4ECC02B09356CC28C125759B005FB8A4.html)>.
- [45] HORT, Tomáš. *Www.ddworld.cz* [online]. 27. 10. 2009 [cit. 2011-03-20]. Technologie Vapor-X – v čem je tajemství výkonného chlazení?. Dostupné z WWW: <<http://www.ddworld.cz/blogy/hardware-a-it/technologie-vapor-x-v-cem-je-tajemstvi-vykonneho-chlizeni--2.html>>.
- [46] <http://www.alza.cz/msi-r6850-pm2d1gd5-d193573.htm#popis>
- [47] <http://www.alza.cz/sapphire-hd-6970-vietnam-special-edition-d203265.htm#popis>
- [48] <http://www.alza.cz/gainward-gts450-1gb-ddr5-d193338.htm#popis>
- [49] <http://www.alza.cz/sapphire-hd-5750-d204142.htm#popis>
- [51] <http://www.alza.cz/asus-ares-2dis-4gd5-d177923.htm#popis>
- [52] <http://www.alza.cz/zotac-geforce-gtx580-1-53gb-ddr5-amp-edition-d200832.htm#popis>
- [53] <http://www.alza.cz/lenovo-nvidia-quadro-5000-d221542.htm>
- [54] <http://www.alza.cz/hp-nvidia-graphics-plus-quadro-fx5000-d185951.htm#popis>
- [55] <http://www.alza.cz/lenovo-nvidia-quadro-4000-d221541.htm#popis>
- [56] <http://www.alza.cz/asus-eah6990-3di4s-4gd5-d226110.htm#popis>

## 6. 2 Seznam tabulek

Tab. 1.: Otázka č. 1 .....	32
Tab. 2.: Otázka č. 2 .....	32
Tab. 3.: Otázka č. 3 .....	32
Tab. 4.: Otázka č. 4 .....	32
Tab. 5.: Otázka č. 5 .....	33
Tab. 6.: Otázka č. 6 .....	33
Tab. 7.: Otázka č. 7 .....	33
Tab. 8.: Otázka č. 8 .....	33
Tab. 9.: Otázka č. 9 .....	34
Tab. 10.: Výchozí hodnoty získané dotazníkovým šetřením .....	39
Tab. 11.: Vytvoření teoretických četností .....	39
Tab. 12.: Vyjádření teoretických četností pomocí marginálních četností a celkového počtu pozorování .....	39
Tab. 13.: Sloučené hodnoty sloupce Y3, Y4, a Y5 .....	40
Tab. 14.: Nové vyjádření teoretických četností pomocí marginálních četností a celkového počtu pozorování .....	40
Tab. 15.: Výsledná tabulka.....	40
Tab. 16.: Parametry grafické karty GIGABYTE N84STC-512I .....	43
Tab. 17.: Parametry graf. karty CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling.....	44
Tab. 18.: Parametry grafické karty GAINWARD 8400GS 256MB DDR2.....	45
Tab. 19.: Parametry grafické karty GIGABYTE R455HM-512I .....	46
Tab. 20.: Parametry grafické karty SAPPHIRE HD 5570 XTEND TV .....	47
Tab. 21.: Parametry grafické karty MSI R4350-MD512H .....	48
Tab. 22.: Stanovení kritérií a vah .....	49
Tab. 23.: Stanovení kritérií a vah .....	49
Tab. 24.: Realizace řešení .....	50
Tab. 25.: Realizace řešení .....	50
Tab. 26.: Výsledek řešení pro kancelářské prostředí .....	50

Tab. 27.: Parametry grafické karty MSI R6850-PM2D1GD5 .....	51
Tab. 28.: Parametry grafické karty SAPPHIRE HD 6970 .....	52
Tab. 29.: Parametry grafické karty GAINWARD GTS450 .....	53
Tab. 30.: Parametry grafické karty SAPPHIRE HD 5750 .....	54
Tab. 31.: Parametry grafické karty ASUS ARES/2DIS/4GD5 .....	55
Tab. 32.: Parametry grafické karty ZOTAC GeForce GTX580 .....	56
Tab. 33.: Stanovení kritérií a vah .....	57
Tab. 34.: Stanovení kritérií a vah .....	57
Tab. 35.: Realizace řešení .....	58
Tab. 36.: Realizace řešení .....	58
Tab. 37.: Výsledek řešení pro hráčské prostředí .....	58
Tab. 38.: Parametry grafické karty LENOVO NVIDIA Quadro 5000 .....	59
Tab. 39.: Parametry grafické karty HP NVIDIA Quadro 5000 .....	60
Tab. 40.: Parametry grafické karty LENOVO NVIDIA Quadro 4000 .....	61
Tab. 41.: Parametry grafické karty ASUS EAH6990/3DI4S/4GD5 .....	62
Tab. 42.: Stanovení kritérií a vah .....	63
Tab. 43.: Stanovení kritérií a vah .....	63
Tab. 44.: Realizace řešení .....	64
Tab. 45.: Realizace řešení .....	64
Tab. 46.: Realizace řešení .....	65
Tab. 47.: Realizace řešení .....	65
Tab. 48.: Výsledek řešení pro profesionální prostředí .....	65

## 6.3 Seznam obrázků

Obr. 1.: Osciloskop Agilent 54642D [1] .....	6
Obr. 2.: Ukázka vektorového displeje [2] .....	7
Obr. 3.: Ukázka CRT monitoru [3] .....	8
Obr. 4.: Ukázka plazmového displeje [4] .....	8
Obr. 5.: Ukázka pasivního LDC displeje [5] .....	8
Obr. 6.: Logo AMD [6] .....	9

Obr. 7.: Logo Intel [36].....	9
Obr. 8.: Logo nVidia [7] .....	9
Obr. 9.: Logo ATI [8].....	9
Obr. 10.: Logo HP [9].....	9
Obr. 11.: Logo IBM [35].....	9
Obr. 12.: Logo Leadtek [35] .....	9
Obr. 13.: Grafické zobrazení funkčnosti grafické karty [11].....	11
Obr. 14.: Grafické znázornění komponentů grafické karty [12].....	12
Obr. 15.: GeForce GTX 260M [13] .....	17
Obr. 16.: AMD Turion 64 X2 TL-66 [14] .....	17
Obr. 17.: Grafické znázornění některých výstupů grafické karty [15] .....	21
Obr. 18.: Ukázka pasivního chlazení [16].....	23
Obr. 19.: Ukázka aktivního chlazení pomocí větráku [17] .....	24
Obr. 20.: Ukázka kombinovaného chlazení [18] .....	24
Obr. 21.: Princip chlazení technologií heatpipe [19] .....	25
Obr. 22.: Princip chlazení technologií Vapor-Chamber [20].....	26
Obr. 23.: Logo aplikace Riva Tuner [21].....	28
Obr. 24.: Ukázka nastavení taktování v softwaru Riva Tuner [22] .....	28
Obr. 25.: Logo aplikace Ati Tool [23] .....	29
Obr. 26.: Ukázka nastavení taktování v softwaru Ati Tool [24].....	29
Obr. 27.: Logo aplikace Ati Tray Tools [25] .....	30
Obr. 28.: Ukázka nastavení taktování v softwaru Ati Tray Tools [26].....	30
Obr. 29.: Ukázka nastavení taktování v softwaru Ati Tray Tools [27].....	30
Obr. 30.: Otázka č. 1 .....	34
Obr. 31.: Otázka č. 2 .....	35
Obr. 32.: Otázka č. 3 .....	35
Obr. 33.: Otázka č. 4 .....	36
Obr. 34.: Otázka č. 5 .....	36
Obr. 35.: Otázka č. 6 .....	37
Obr. 36.: Otázka č. 7 .....	37
Obr. 37.: Otázka č. 8 .....	38
Obr. 38.: Otázka č. 9 .....	38

Obr. 39.: Grafická karta GIGABYTE N84STC-512I [29] .....	43
Obr. 40.: Graf. karta CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling [30] .	44
Obr. 41.: Graf. karta CLUB 3D GeForce 9800GT Green Edition Arctic Cooling [31] .	45
Obr. 42.: Grafická karta GIGABYTE R455HM-512I [32].....	46
Obr. 43.: Grafická karta SAPPHIRE HD 5570 XTEND TV [33] .....	47
Obr. 44.: Grafická karta MSI R4350-MD512H [34] .....	48
Obr. 45.: Grafická karta MSI R6850-PM2D1GD5 [46] .....	51
Obr. 46.: Grafická karta SAPPHIRE HD 6970 Vietnam Special Edition [47].....	52
Obr. 47.: Grafická karta GAINWARD GTS450 [48].....	53
Obr. 48.: Grafická karta SAPPHIRE HD 5750 [49] .....	54
Obr. 49.: Grafická karta ASUS ARES/2DIS/4GD5 [50].....	55
Obr. 50.: Grafická karta ZOTAC GeForce GTX580 [51] .....	56
Obr. 51.: Grafická karta LENOVO NVIDIA Quadro 5000 [53].....	59
Obr. 52.: Grafická karta HP NVIDIA Quadro 5000 [54] .....	60
Obr. 53.: Grafická karta LENOVO NVIDIA Quadro 4000 [55].....	61
Obr. 54.: Grafická karta ASUS EAH6990/3DI4S/4GD5 [56].....	62
Obr. 55.: ATI Radeon X1650.....	66
Obr. 56.: nVidia GeForce GT 220 .....	66
Obr. 57.: nVidia GeForce 8800 GTS .....	66
Obr. 58.: Testování grafické karty ATI Radeon X1650.....	67
Obr. 59.: Testování grafické karty ATI Radeon X1650.....	68
Obr. 60.: Testování grafické karty nVidia GeForce GT 220 .....	69
Obr. 61.: Testování grafické karty nVidia GeForce GT 220 .....	70
Obr. 62.: Testování grafické karty nVidia GeForce 8800 GTS .....	71
Obr. 63.: Testování grafické karty nVidia GeForce 8800 GTS .....	72

## 6. 4 Seznam použitých zkratek

BIOS	Basic Input-Output System
CPU	Central Processing Unit
DDR	Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory
DVI	Digital Visual Interface
EEPROM	Electrical Erasable Programmable Read Only Memory
GPU	Graphic Processing Unit
HDMI	High-Definition Multi-media Interface
RAM	Random Access Memory
RAMDAC	Random Access Memory Digital-to-Analog Converter
RGB	Red Green Blue
SRAM	Static Random Access Memory
S-Video	Separate Video
VGA	Video Graphics Array
ViVo	Video-in Video-out