

# **Virtualizácia**

Virtualization

Martin Pipiš

---

Bakalářská práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2012/2013

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin PIPÍŠ**  
Osobní číslo: **A10051**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Virtualizace**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární rešerši na téma virtualizace operačních systémů.
2. Najděte nejpoužívanější virtualizační softwary a prozkoumejte jejich možnosti.
3. Vybrané virtualizační softwary otestujte z hlediska výkonu virtualizovaného systému.
4. Otestujte také zatížení hostitelského systému.
5. Vypracujte návod na vytvoření virtualizačního operačního systému.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **Techniky virtualizace počítačů. Zpravodaj ÚVT MU Bulletin pro zájemce o výpočetní techniku na Masarykově univerzitě. 2007, XVII, č. 3, s. 9–12. ISSN 1212–0901. Dostupné z: [http://www.ics.muni.cz/bulletin/clanky\\_tisk/545.pdf](http://www.ics.muni.cz/bulletin/clanky_tisk/545.pdf)**
2. **RUEST, Danielle a Nelson RUEST. Virtualizace: podrobný průvodce. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 408 s. ISBN 978–80–251–2676–9.**
3. **History of Virtualization. In: Infobarrel [online]. Oct 19, 2009, Feb 1, 2011 [cit. 2013–01–25]. Dostupné z: [http://www.infobarrel.com/History\\_of\\_Virtualization](http://www.infobarrel.com/History_of_Virtualization)**
4. **Itnews. LACKO, L'uboslav. Infoware [online]. 13.04,2011 [cit. 2013–01–26]. Dostupné z: <http://www.itnews.sk/tituly/infoware/2011-04-13/c139458-serial-virtualizacia>**
5. **SMOOT, Stephen R a Nam K TAN. Private Cloud Computing: Consolidation, Virtualization, and Service Oriented Infrastructure. USA: Morgan Kaufmann, 2011. ISBN 9780123849199.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D.**

Ústav řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

**24. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**14. června 2013**

Ve Zlíně dne 24. února 2013

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

*děkan*



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Táto bakalárska práca obsahuje základné vysvetlenie problematiky virtualizácie. Popisuje históriu, rozdelenie a využitie virtualizačnej technológie. Vysvetľuje základné pojmy, s ktorými sa stretávame pri virtualizácií. Zameriava sa na konkrétne virtualizačné aplikácie, popisuje ich prostredia a možnosti. V praktickej časti testuje jednotlivé virtualizačné aplikácie z hľadiska výkonu a skúma ich záťaž na hositeľský systém. Následne predstavuje názornú ukážku vytvorenia virtuálnych strojov.

Kľúčové slová: virtualizácia, hypervízor, virtuálny stroj, Oracle VirtualBox, Microsoft Virtual PC, VMware Player

## **ABSTRACT**

This work includes a basic explanation of the virtualization problematic. It describes history, distribution and application of virtualization technology. Explains basic terms encountered in virtualization. It focuses on the specific virtualization software, describes their environment and options. In the practical part of this work, each of virtualization software is tested in terms of performance and examines their host system load. Subsequently, it presents a demonstration of creating virtual machines.

Keywords: virtualization, hypervisor, virtual machine, Oracle VirtualBox, Microsoft Virtual PC, VMware Player

Týmto by som chcel vyjadri vďaku pánovi Ing. Jiřímu Vojtěškovi Ph.D. za jeho čas, rady, pripomienky a ochotu, ktorú prejavil počas vedenia mojej bakalárskej práce.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČASŤ .....</b>	<b>10</b>
<b>1 VIRTUALIZÁCIA .....</b>	<b>11</b>
<b>2 HISTÓRIA .....</b>	<b>13</b>
<b>3 HYPERVÍZOR.....</b>	<b>15</b>
3.1 TYP 1- NATÍVNÝ .....	15
3.2 TYP 2- HOSTOVANÝ .....	16
<b>4 TYPY VIRTUALIZÁCIÍ.....</b>	<b>17</b>
4.1 PLNÁ VIRTUALIZÁCIA .....	17
4.2 PARAVIRTUALIZÁCIA.....	18
4.3 HARDWAROVO PODPOROVANÁ VIRTUALIZÁCIA .....	19
4.4 VIRTUALIZÁCIA NA ÚROVNI OPERAČNÉHO SYSTÉMU .....	20
<b>5 DRUHY VIRTUALIZÁCIÍ Z HĽADISKA VYUŽITIA.....</b>	<b>21</b>
5.1 VIRTUALIZÁCIA SERVEROV .....	21
5.2 VIRTUALIZÁCIA DESKTOPOV .....	22
5.2.1 Lokálna virtualizácia desktopov (Client-hosted) .....	22
5.2.2 Vzdialená virtualizácia desktopov (Server-Based) .....	22
5.3 VIRTUALIZÁCIA NA APLIKAČNEJ VRSTVE.....	23
<b>6 SOFTWARE PRE LOKÁLNU DESKTOPOVÚ VIRTUALIZÁCIU .....</b>	<b>25</b>
6.1 ORACLE VIRTUALBOX .....	25
6.2 VMWARE PLAYER.....	26
6.3 WINDOWS VIRTUAL PC.....	27
<b>II PRAKTICKÁ ČASŤ .....</b>	<b>29</b>
<b>7 VYTVORENIE VIRTUÁLNEHO STROJA .....</b>	<b>30</b>
7.1 PROSTREDIE ORACLE VIRTUALBOX .....	30
7.2 INŠTALÁCIA OPERAČNÉHO SYSTÉMU WINDOWS XP V ORACLE VIRTUALBOX .....	31
7.3 PROSTREDIE VMWARE PLAYER .....	32
7.4 INŠTALÁCIA OPERAČNÉHO SYSTÉMU WINDOWS XP VO VMWARE PLAYER .....	33
7.5 PROSTREDIE MICROSOFT VIRTUAL PC .....	34
7.6 INŠTALÁCIA WINDOWS XP MODE V PROSTREDÍ MICROSOFT VIRTUAL PC.....	35
<b>8 ÚVOD DO TESTOVANIA.....</b>	<b>37</b>
8.1 TESTOVACIA ZOSTAVA .....	37
8.2 TEST VÝKONU VIRTUALIZOVANÉHO SYSTÉMU .....	37
8.2.1 Test výkonu procesora a operačnej pamäte.....	38

8.2.2	Test využitia pevného disku .....	41
8.2.3	Test grafického výkonu .....	43
8.2.4	Celkový výkonnostný test .....	45
8.2.5	Test rýchlosti spustenia a vypnutia virtuálneho stroja .....	47
8.2.6	Test rýchlosti uspania a zobudenia virtuálneho stroja.....	48
8.2.7	WinRar test.....	49
8.3	TEST Z POHLADU ZAŤAŽENIA NA HOSTITEĽSKÝ SYSTÉM .....	49
8.3.1	Test poklesu výkonu procesora a pamäte pri záťaži .....	50
8.3.2	Test poklesu výkonu pevného disku pri záťaži .....	52
8.3.3	Test poklesu grafického výkonu pri záťaži .....	52
8.3.4	Test celkového poklesu výkonu pri záťaži.....	53
<b>ZÁVER .....</b>		<b>55</b>
<b>ZÁVER V ANGLIČTINE.....</b>		<b>57</b>
<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>		<b>58</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....</b>		<b>63</b>
<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>		<b>64</b>
<b>ZOZNAM TABULIEK .....</b>		<b>65</b>
<b>ZOZNAM PRÍLOH.....</b>		<b>66</b>



## ÚVOD

Virtualizácia je v dnešnej dobe moderným trendom v informačných technológiách. Nachádza uplatnenie vo veľkých a malých firmách, dokonca jej využitie dokážeme nájsť aj v domácnostiach.

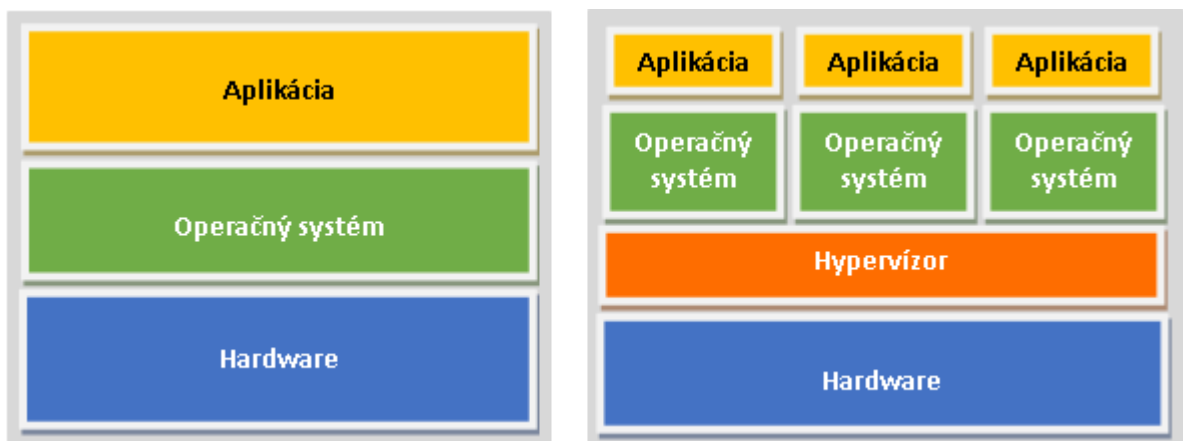
Trendom je, že sa firmy snažia zvýšiť produktivitu práce a znížiť náklady na prevádzku a správu počítačových systémov. Spoločnosť VMware udáva, že bežne je firemný server využívaný len na 5 až 15%, čo je veľmi neekonomické. Využitím virtualizácie dokážeme jeho zdroje využiť až na 80%.[47] Preto, napríklad namiesto dvoch serverov stačí jeden server, ktorého prostriedky využijeme vo väčšej miere. Tým znížime náklady na prevádzkové energie, ako je napríklad spotreba energie pre chladenie a chod serverov. Virtualizácia zahŕňa aj pohodlnú správu virtuálnych operačných systémov. Umožňuje jednoduché nasadenie nového softwaru a rýchlu obnovu systému pri chybe. Pre jednotlivcov virtualizácia ponúka možnosť behu rozdielnych operačných systémov na jednom počítači súčasne. Vďaka tomu môžeme jednoducho spúšťať programy pre rôzne operačné systémy na jednom počítači. Okrem spomenutých výhod virtualizácia ponúka ďalšie možnosti, ktoré sú popísané ďalej v mojej práci.

## **I. TEORETICKÁ ČASŤ**

## 1 VIRTUALIZÁCIA

Virtualizácia v počítačovom prostredí označuje postupy a techniky, ktoré umožňujú pristupovať k dostupným zdrojom iným spôsobom, než v akých fyzicky existujú. Pomocou virtualizácie môžeme fyzické zdroje virtuálne rozdeliť a vytvoriť tak viacero virtuálnych strojov. Umožníme tak prevádzkovanie viacerých operačných systémov na jednom tzv. hostiteľskom systéme. Túto schopnosť umožňuje virtualizačný software, ktorý dokáže vytvoriť virtuálne stroje s pridelením virtuálneho hardwaru. Výkon procesoru, dostupná pamäť a ďalšie prostriedky hardwaru sú rozdelené medzi jednotlivé virtuálne stroje. [1][2]

Virtuálny stroj zvyčajne emuluje (napodobňuje) fyzické výpočtové prostredie, ale žiadosti o CPU, pamäti, pevného disku, siete a ďalšie hardwarové prostriedky sú riadené hypervízorom (vysvetlený v samostatnej kapitole nižšie). Hypervízor tieto požiadavky prekladá na základný fyzický hardware. Jednotlivé virtuálne stroje dokážu bežať bez toho aby sa navzájom ovplyvňovali aj napriek tomu, že bežia na rovnakom HW, o ktorý sa navzájom delia. Takže pád jedného virtuálneho stroja neovplyvní prácu ostatných systémov. Toto riešenie umožňuje okrem iného aj beh rôznych operačných systémov (napr. Windows a Linux) na jednom fyzickom počítači zároveň. Vďaka virtualizácii môžeme efektívnejšie využívať hardwarový potenciál fyzických počítačov. [3][4][5]



Obr. 1 - Porovnanie tradičnej (vľavo) a virtuálnej architektúry (vpravo). [6]

## Súbory virtuálneho stroja

Pri každom vytvorení nového virtuálneho počítača sa vytvorí niekoľko súborov, ktoré popisujú rôzne nastavenia a vlastnosti virtuálneho stroja. Medzi najhlavnejšie z nich patria:

- konfiguračný súbor,
- súbory pevného disku,
- súbor obsahu pamäte.

**Konfiguračný súbor** - je to súbor, ktorý obsahuje informácie o nastavení virtuálneho počítača. Sú v ňom zapísané informácie o veľkosti nastavenej operačnej pamäte (RAM), počet vyhradených procesorov pre stroj, typy sieťových kariet, veľkosti virtuálneho disku. Tento konfiguračný súbor obsahuje všetky nastavenia virtuálneho stroja. Obvykle je to malý textový súbor alebo súbor vo formáte XML (Extended Markup Language).

**Súbor(y) pevného disku** – sú to súbory ľubovoľného typu, ktoré by mohli byť bežne uložené na fyzickom disku. Tieto súbory fungujú ako typicky, na sektoroch založené disky. Podobne ako fyzicky systém, každý virtuálny počítač môže mať niekoľko oddielov diskov. Keďže tento súbor simuluje pevný disk, je obvykle značne veľký, aj keď všetky virtualizačné enginy (jadrá programov) podporujú automatické zväčšovanie veľkosti. To umožní spustiť systém so súborom menšej veľkosti, a zmeniť jeho veľkosť po pridaní nového obsahu do virtuálneho počítača. U virtuálnych diskov platí, že môžu byť skomprimované, čím sa môže uvoľniť nepoužívané miesto v oddieloch.

**Súbor obsahu pamäti** - je súbor, ktorý obsahuje informácie nachádzajúce sa v pamäti určenej pre bežiaci virtuálny počítač, ktoré budú zapísané do súboru pevného disku po vypnutí virtuálneho počítača.

Virtuálne počítače, podobne ako fyzické, podporujú rôzne prevádzkové režimy, ako napríklad úsporný režim alebo režim spánku. Z hľadiska virtualizácie predstavujú pozastavenie alebo ukončenie a tiež uloženie stavu počítača. Ak je počítač pozastavený, jeho stav je uložený do súboru. Pretože tento súbor obsahuje iba stav daného počítača, je obvykle malý.

Existujú ešte ďalšie formáty súborov, podporujúce pokročilejšie funkcie, ktoré virtualizácia poskytuje, ale typy predtým spomínané sú tými najčastejšími. [7]

## 2 HISTÓRIA

Koncept virtualizácie bol vytvorený firmou IBM v 60. rokoch dvadsiateho storočia, s úlohou naplno využiť prostriedky sálových počítačov. Tento koncept bol demonštrovaný prostredníctvom experimentálneho systému IBM M44/44X, ktorý pracoval na princípe simulácie viacnásobnej prevádzky počítačov IBM 7044 ako virtuálnych strojov. Týmto spôsobom bolo umožnené spúšťanie viacerých aplikácií a procesov v rovnakom čase na jednom počítači. [8]

Ďalší posun vo virtualizácii nastal s príchodom operačného systému CP/CMS, rovnako od spoločnosti IBM. Tento systém sa skladal z dvoch častí, CP (Control Program) a CMS (Console Monitor Systém). CP sa spúšťal na sálovom počítači a vytváral virtuálne stroje spustením CMS. CMS bol malý jedno-užívateľský operačný systém, ktorý umožňoval vytvoriť interaktívne prostredie medzi strojom a užívateľom. Spustenie viacerých kópií CMS na virtuálnych strojoch CP umožňovalo pracovať na stroji viacerým užívateľom súčasne. Systém CP/CMS bol uvedený na trh v roku 1968. Prvá stabilná verzia prišla až v roku 1972. [9][4]

V období medzi rokmi 1980 a 1990 bola virtualizácia doménou sálových počítačov, ktoré boli výrazne ekonomicky zaťažujúce. Preto sa do popredia dostali lačnejšie x86 servery, ktoré viedli k distribuovanému výpočtovému modelu. Presadzovali sa aplikácie typu klient-server. Vďaka rozšíreniu systémov Windows a Linux na desktopoch a serveroch, bola architektúra x86 stanovená za priemyselný štandard. Objavili sa problémy s rastúcimi nákladmi na prevádzku a údržbu, čo viedlo k vytvoreniu virtualizačných softwarov na počítačoch s architektúrou x86 s cieľom zlepšiť efektivitu a znížiť náklady. [10]

V roku 1987, spoločnosť Insignia Solutions vytvorila softwarový emulátor s názvom SoftPC. SoftPC umožňoval užívateľom spúšťať DOS aplikácie na Unixových stanicích. O dva roky neskôr (1989), Insignia Solutions vydala MAC verziu SoftPC, a pridal možnosť emulovať systém Windows. [4]

Keďže SoftPC bol úspešný, rozhodla sa spoločnosť Apple v roku 1997 vytvoriť si vlastný program s názvom Virtual PC. Virtual PC umožňoval užívateľovi spúšťať viaceré kópie operačného systému Windows na počítačoch MAC. Apple tento produkt predával prostredníctvom spoločnosti Connexix. [4]

V roku 1998 vznikla firma VMware, ktorá v nasledujúcom roku uviedla na trh program s názvom VMware Workstation. VMware Workstation bol určený pre operačný systém Windows. Neskôr ho však rozšírili aj na iné platformy. [4]

V ďalších rokoch VMware uviedol dva nové produkty, ktoré boli určené pre firemnú oblasť. GSX Server umožňoval užívateľovi spustiť virtuálne stroje nad existujúcim operačným systémom, ako napríklad Microsoft Windows. Tento princíp je označovaný ako hypervízor typu 2 (vysvetlené nižšie v kapitole hypervízor). Druhý produkt s názvom ESX Server, známy ako hypervízor typu 1, pre svoju funkciu nepotreboval hosťujúci operačný systém čo bolo o mnoho efektívnejšie. [4]

V roku 2003 Microsoft odkúpil spoločnosť Connectix a získal tak produkt Virtual PC. Krátko na to Microsoft uviedol pod svojim menom Microsoft Virtual PC 2004, neskôr Microsoft Virtual Server 2005, čo boli nevydané produkty od firmy Connectix, v čase keď ich Microsoft odkúpil. [4]

Od roku 2005 začali venovať pozornosť virtualizácií aj výrobcovia procesorov Intel a AMD. Intel predstavil technológiu Intel VT a AMD AMD-V. Procesory s týmito technológiami obsahovali funkcie, ktoré podporovali hypervízor na hardwarovej úrovni, vďaka ktorým sa zvýšil výkon virtualizačných softwarov. [11]

V posledných rokoch pokračuje vydávanie ďalších verzií virtualizačných softwarov, hlavne v oblasti serverovej virtualizácie s využívaním cloudových služieb s cieľom dosiahnuť ešte väčšiu efektívnosť využitia dostupných prostriedkov a zníženia nákladov na prevádzku.

### 3 HYPERVÍZOR

Už spomenutý pojem hypervízor (označovaný aj VMM - Virtual Machine Monitor) predstavuje časť virtualizačného softwaru, ktorého hlavnou úlohou je vytvárať virtuálne výpočtové prostredie a umožňovať súčasný beh viacerých operačných systémov na jednom fyzickom počítači. Hypervízor vytvára podmienky na paralelné prevádzkovanie operačných systémov, pomocou riadenia hardwarových zdrojov. [12]

Hypervízor taktiež oddeľuje jednotlivé hostované operačné systémy, vďaka tomu má každý systém prístup iba k jemu určeným zdrojom, avšak je možné nastaviť zdieľanie niektorých prostriedkov, ako napríklad prístup k súborom iného hostovaného OS. [13]

Väčšina hypervízorov simuluje kompletnú hardwarovú infraštruktúru počítača a umožňuje inštaláciu a beh originálnych verzií operačných systémov určených pre fyzické stroje. Niektoré hypervízory navyše podporujú tzv. paravirtualizáciu, kde hypervízor nemusí simulovať všetok hardware, ale môže poskytovať upravené rozhranie, umožňujúce efektívnejšie volanie služieb fyzickej hardwarovej infraštruktúry.

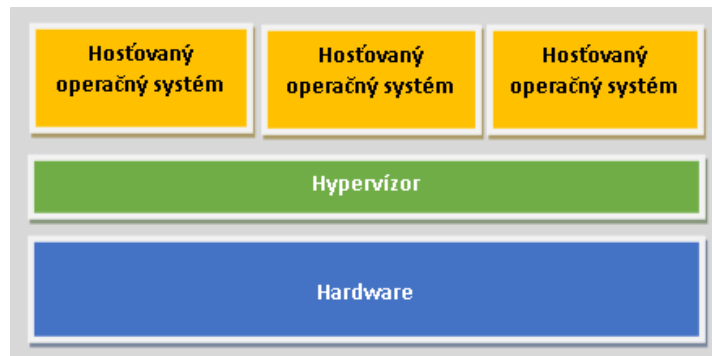
Hypervízor sa typicky dodáva a využíva spolu s infraštruktúrou na správu virtualizovaného prostredia. Táto infraštruktúra pozostáva z nástrojov na registráciu fyzických komponentov, zavádzanie hypervízora, vytváranie virtuálnych strojov, ich spúšťanie/zastavovanie, riadenie pridelovania zdrojov a podobne. Často je súčasťou infraštruktúry aj nástroj na migráciu fyzických serverov na virtuálne stroje. Infraštruktúra na správu virtualizovaného prostredia umožňuje jednoduché vytváranie nových virtuálnych strojov, často dostupných vo forme kompletne predinštalovaného softwarového systému, dynamické pridelovanie zdrojov podľa potreby či migráciu bežiacich virtuálnych strojov medzi fyzickými servermi. [12]

Podľa umiestnenia v systéme sú rozlišované dva druhy hypervízorov, a to typ 1 a typ 2.

#### 3.1 Typ 1- natívny

Hypervízor typ 1 je označovaný ako natívny (v angličtine tiež známy ako "bare metal"). Toto označenie symbolizuje, že kód hypervízoru beží priamo na hardwari. Nepotrebuje teda k svojej činnosti hostiteľský operačný systém. Tento typ predstavuje tenkú softwarovú vrstvu, ktorá spravuje virtuálne stroje. Má oveľa vyšší výkon ako hypervízor typu 2 v

dôsledku toho, že beží priamo na hardwari. Hlavnými predstaviteľmi softwaru s využitím hypervízoru typu 1 sú VMware ESX/ESXi, Citrix XenServer, Microsoft Hyper-V, Oracle VM Server x86. [13]



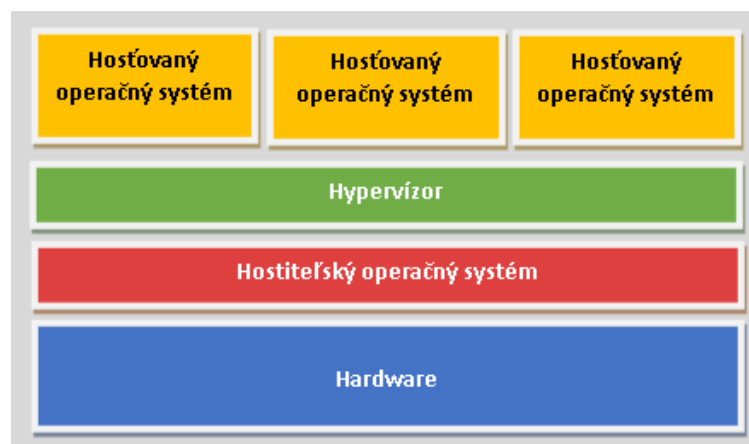
Obr. 2 - Schéma hypervízoru typu 1. [15]

### 3.2 Typ 2- hostovaný

Na rozdiel od hypervízoru typu 1, typ 2 (tzv. hosted - hostovaný) je nainštalovaný v hostiteľskom operačnom systéme. Tieto hypervízory majú obvykle lepšiu hardwarovú kompatibilitu, pretože využívajú softwarovo založenú virtualizáciu. [14]

Ak z nejakého dôvodu dôjde k chybe hostiteľského operačného systému, sú ovplyvnené všetky virtualizované stroje. Preto hypervízor typu 2 je menej bezpečnejší v porovnaní s typom 1. Ďalšou nevýhodou je ich strata výkonu, keďže musia pracovať nad operačným systémom, ktorý potrebuje k svojej činnosti časť prostriedkov hardwaru. [16][14]

Predstavitelia softwaru s využitím hypervízoru typu 2 sú Parallels Workstation, Oracle VM VirtualBox, VMware Workstation, VMware Player, Microsoft Virtual PC. [13]



Obr. 3 - Schéma hypervízoru typu 2. [15]



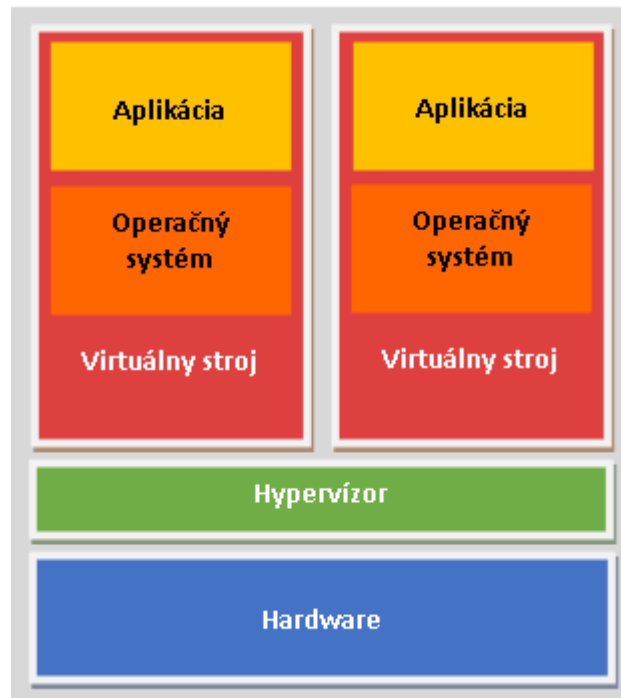
## 4 TYPY VIRTUALIZÁCIÍ

Komunikácia hardwaru s hypervízorom a hosťovaným operačným systémom je dôležitá. Odvíja sa od nej celková rýchlosť virtuálneho stroja. Preto sa hľadali spôsoby, ako dosiahnuť čo najvyšší výkon. Vznikli rôzne metódy ako toho dosiahnuť. Napríklad upravovaním hosťovaného operačného systému, umožnením využitia niektorých služieb jedného systému viacerým, alebo hardwarovou podporou.

### 4.1 Plná virtualizácia

Je dosiahnutá virtualizovaním všetkých hardwarových súčastí počítača. Hosťovaný operačný systém nepozná že je virtualizovaný, pretože je oddelený od fyzickej vrstvy. Virtuálny hardware má len sprostredkovaný prístup k fyzickému hardwaru. Inštrukcie OS sú spracované pomocou hypervízora, ktorý sprostredkováva komunikáciu medzi hosťovaním OS a fyzickým hardwarom. Výhodou je že operačný systém, ani spúšťané programy, nepotrebujú žiadnu úpravu pre svoju činnosť, keďže nepoznajú že bežia na virtuálnom stroji. [17]

Hardware virtuálneho stroja je možné ľubovoľne navrhnuť podľa požiadavky. To znamená, že môžeme priradiť virtuálnemu stroju procesor s inou architektúrou, ako máme fyzicky k dispozícii. Plnou virtualizáciou sa nedá dosiahnuť maximálny výkon počítača, pretože sa emuluje virtuálny hardware, pričom sa operácie musia vykonávať softwarovo namiesto toho, aby sa vykonávali priamo na hardwari. Najväčší výkon však dosiahneme, keď sa virtuálny hardware bude zhodovať s fyzickým. [17]

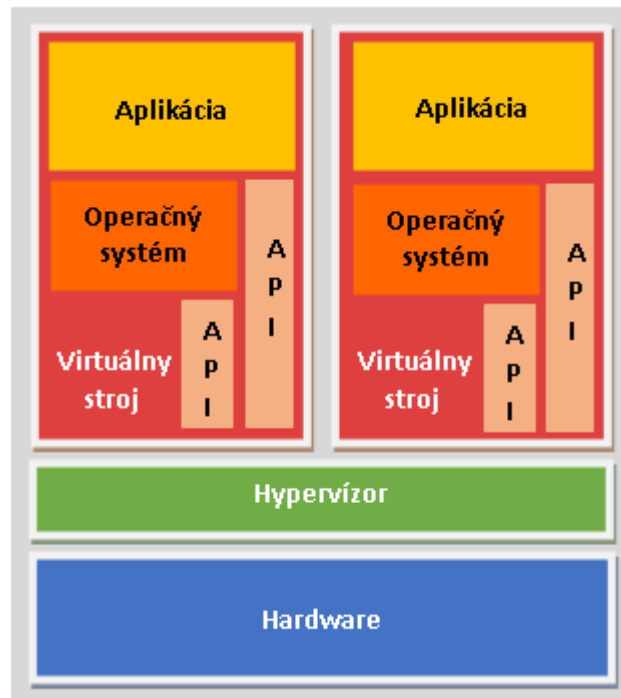


Obr. 4 - Schéma plnej virtualizácie. [18]

## 4.2 Paravirtualizácia

Je technika, kde jednotlivé virtuálne stroje nie sú plne hardwarovo emulované, ale je vytvorené akési programové rozhranie (API), pre využitie skutočného hardwaru. [19] Paravirtualizácia sa využíva za predpokladu, že sa niektoré komponenty virtuálneho stroja zhodujú s fyzickým počítačom. Napríklad virtuálny stroj má nastavený rovnaký procesor ako máme fyzicky k dispozícii. Skutočnosť, že sa virtuálny hardware príliš nelíši od fyzického, umožňuje, aby virtuálny počítač v maximálnej miere využíval vlastnosti základného fyzického prostredia (nemusí emulovať všetky komponenty virtuálneho počítača). Z toho plynie výhoda, že pri paravirtualizácii dokážeme dosiahnuť vyšší výkon ako pri plnej virtualizácii. Na rozdiel od plnej virtualizácie, operačný systém môže rozpoznať, že beží vo virtuálnom prostredí. [17]

Pre beh operačného systému na virtuálnom stoji pomocou paravirtualizácie musí byť hostujúci OS modifikovaný. To je obecné problém, pokiaľ má operačný systém uzavreté zdrojové kódy. Tento problém je však možné eliminovať s virtualizačnými technológiami od spoločností Intel a AMD, ktoré umožňujú inštrukcie operačných systémov vykonávať na procesore bez úprav, pomocou pridelenia špeciálnej úrovne oprávnenia pre hypervízor. [20][21]

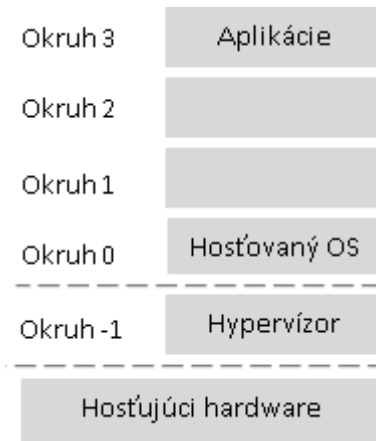


Obr. 5 - Schéma paravirtualizácie. [18]

### 4.3 Hardwarovo podporovaná virtualizácia

Pri hardwarovej podpore virtualizácie operačného systému má systém priamy prístup k zdrojom bez akejkoľvek emulácie alebo modifikácie operačného systému.

Operačné systémy založené na architektúre x86, poskytujú rôzne úrovne ochrany prístupu k zdrojom, tzv. okruhy. Tieto okruhy sú hierarchické úrovne opravenia v rámci architektúry počítačového systému. Najprivilegovanejšia vrstva sa nazýva okruh 0. Tento okruh má najviac oprávnení a prístupuje priamo k hardwaru. Pri softwarovej virtualizácii, hosťované operačné systémy nemožno spustiť v okruhu 0, pretože na tejto úrovni beží hypervízor. Preto hosťované operačné systémy musia bežať v okruhu 1. Keďže niektoré inštrukcie je možné vykonať len v okruhu 0 vzniká problém. Preto tento operačný systém musí byť upravený. Ale nie vždy máme prístup k zdrojovým kódom operačného systému, preto spoločnosti AMD a Intel prišli s hardwarovou podporovanou virtualizáciou. Technológie AMD-V a Intel VT dokážu vytvoriť nové úrovne oprávnenia. Hypervízor tak môže bežať v okruhu -1 a prenechať okruh 0 hosťovanému systému. Preto nie je potrebné upravovať virtualizovaný operačný systém. Hardwarovo podporovaná virtualizácia umožňuje jednoduchší a kratší kód hypervízora a takmer natívny výkon virtuálnych strojov. [22][23]



Obr. 6 - Zobrazenie úrovní oprávnení.[24]

#### 4.4 Virtualizácia na úrovni operačného systému

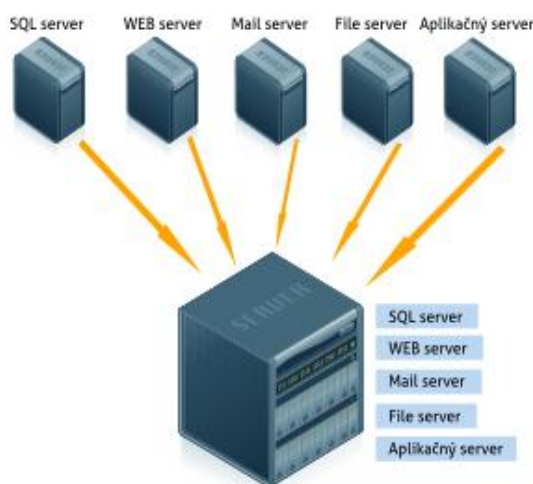
Pri paravirtualizácii v prípadoch, že prevádzkujeme viacero rovnakých operačných systémov sa stáva celý systém neefektívnym, pretože niektoré časti operačných systémov bežia viacnásobne. Oproti tomu pri virtualizácii na úrovni jadra operačného systému, bežia všetky virtualizované prostredia nad spoločným jadrom hostiteľského systému, ktoré má priamy prístup k fyzickému hardwaru, takže sa nevytvára virtuálne zariadenie ani špeciálne prístupové API. Celý mechanizmus iba rozširuje služby jadra operačného systému tak, aby bolo možné odizolovať jednotlivé súvisiace skupiny procesov nazývané sekcie alebo kontexty a k nim príslušné diskové súborové systémy. Vďaka zdieľaniu systémového jadra je tento spôsob naozaj efektívny. Režijné straty vznikajú iba oddelením procesov, diskových priestorov a sieťovou prevádzkou serverov. Nevýhodou je možnosť prevádzkovať iba operačné systémy rovnakého typu ako upravené jadro. Avšak môžeme použiť operačný systém s rôznymi knižnicami alebo rôznej distribúcie. Pokiaľ chceme virtualizovať Linux, potrebujeme aplikáciu pre Linux, ak chceme virtualizovať Windows, potrebujeme aplikáciu pre Windows. Mix odlišných systémov na jednom hardwari ako pri plnej virtualizácii teda nie je možný. Virtualizácia na úrovni jadra operačného systému je spoločne s paravirtualizáciou považovaná za najefektívnejší typ virtualizácie. [25][26]

## 5 DRUHY VIRTUALIZÁCIÍ Z HĽADISKA VYUŽITIA

Virtualizácia sa dá z hľadiska využitia rozdeliť na virtualizáciu serverov, desktopov a virtualizáciu na aplikačnej vrstve. Ako prezrádza názov, virtualizácia serverov sa stará, o nasadenie virtualizácie na servery, virtualizácia desktopov rieši využitie virtualizácie pre stolové počítače a virtualizácia na aplikačnej vrstve sa zaoberá virtualizáciou samotných aplikácií v operačnom systéme.

### 5.1 Virtualizácia serverov

Virtualizácia serverov je definovaná ako rozdelenie fyzického servera do menších virtuálnych serverov. Software slúži na rozdelenie fyzického servera na niekoľko virtuálnych prostredí, tzv. virtuálne alebo súkromné servery. Bežne sa táto technológia používa vo webových serveroch. Virtuálne webové servery sú veľmi populárny spôsob ako poskytovať nízko-nákladové webhostingové služby. Namiesto použitia viacerých fyzických serverov, je možné vytvoriť desiatky virtuálnych serverov umiestených na jednom fyzickom servery. Toto riešenie sa využíva pre úsporu prevádzkových nákladov, ako už bolo spomenuté v úvode. Rovnako umožňuje jednoduchú správu všetkých virtuálnych strojov a rýchle nasadenie nového softwaru. Ďalšou výhodou je živá migrácia, to znamená že dokážeme preniesť bežiaci systém na iný fyzický systém bez výpadku prevádzkovaných služieb. [27][28]



Obr. 7 - Príklad virtualizácie serverov. [29]

## 5.2 Virtualizácia desktopov

Rozlišujeme dva druhy virtualizácie desktopov. Hostované na klientovi lokálne, napríklad pomocou programu Microsoft Virtual PC, alebo centralizované na serveroch v datacentre. [30]

### 5.2.1 Lokálna virtualizácia desktopov (Client-hosted)

Lokálna virtualizácia desktopov je najjednoduchšia forma virtualizácie operačného systému. Celé virtuálne prostredie beží lokálne na užívateľovom počítači. Nevyžaduje teda pripojenie k sieti. [31]

Pri tomto druhu virtualizácie sa využíva počítač ako hositeľ viacerých virtuálnych strojov. Tento typ virtualizácie umožňuje beh rôznych operačných systémov ako napríklad Linux, Windows, FreeBSD, DOS, server Novell, Mac OS X na jednom počítači. Pre užívateľa je toto riešenie jednoduchšie a efektívnejšie ako dual-boot ( Označenie pre dva operačné systémy nainštalované na jednom počítači. Užívateľ môže využívať vždy len jeden systém. Na prepnutie sa do druhého systému je potrebný reštart počítača.). Desktopový systém umožňuje užívateľovi prevádzkovať hositeľský systém súčasne s hosťom a využívať tak výhody oboch systémov. [32]

Užívateľ získa možnosť testovania inštalácie a prevádzky nových operačných systémov, alebo prostredie pre spúšťanie starších aplikácií. [33]

### 5.2.2 Vzdialená virtualizácia desktopov (Server-Based)

Známa ako Virtual Desktop Infrastructure alebo VDI. Na vzdialenom serveri sú hostované viaceré virtuálne stroje, ku ktorým môžu pristupovať jednotliví užívatelia. Užívateľ má na svojom počítači nainštalovaný tenký klient, pomocou ktorého pristupuje k serveru pomocou vzdialeného prístupu. Výhodou je že užívateľ môže pristupovať k svojmu virtuálnemu stroju z ľubovoľného miesta.

Všetky užívateľské vstupy (stlačenie klávese, kliknutie myši, a podobne) sú odosielane po sieti k vyhodnoteniu na server. Po spracovaní týchto požiadaviek server odošle užívateľské rozhranie späť cez sieť užívateľovi. Tento model nevyžaduje vysoké hardwarové požiadavky užívateľovho počítača. Umožňuje centrálnu riadenie aplikácií a dát. Avšak, vyžaduje vysoko kvalitnú sieť, a nemalú investíciu do hardwaru serveru. [34]



Obr. 8 - Znáozornenie VDI. [29]

Pri architektúre VDI existujú dva modely nasadenia:

**Statické nasadenie:** Každý užívateľ má vytvorený unikátny virtuálny stroj, v ktorom má uložené svoje dáta a nastavenia. Takže, ak existuje 100 užívateľov, bude na servery vytvorených 100 virtuálnych strojov.

**Dynamické nasadenie:** V dynamickom modeli, sú vytvorené virtuálne stroje na základe prístupových práv pre každú skupinu užívateľov. Pri každom prihlásení užívateľa sa vytvorí obraz virtuálneho stroja na základe skupiny do ktorej patrí. K obrazu sú pridelené užívateľove dáta. Pri odhlásení užívateľa sú jeho dáta a nastavenia uložené na server a kópia virtuálneho stroja je zničená. V tomto modeli je počet virtuálnych strojov podstatne znížený. Teoreticky môže server obsahovať len jeden virtuálny stroj, ktorého obrazy môžu využívať všetci užívatelia. [35]

### 5.3 Virtualizácia na aplikačnej vrstve

Virtualizácia na aplikačnej vrstve zahŕňa virtualizáciu aplikácií a počítačových programov. Virtualizačný software potrebuje k svojej činnosti hosťovský operačný systém. Tento virtualizačný software vytvára virtuálne vrstvy, alebo virtuálne miesta na pevnom disku, kde je inštalovaná virtualizovaná aplikácia. Aplikácie sú spúšťané z vytvoreného virtuálneho priestoru, pričom sa tvária ako by boli nainštalované na hosťovskom OS. Ako náhle užívateľ dokončí svoju prácu vo virtualizovanej aplikácii a rozhodne sa ju vypnúť, všetky zmeny vykonané v hosťovskom OS budú vrátené do stavu pred spustením virtuálnej aplikácie. To znamená, že položky registra a inštalčné adresáre nebudú mať

žiadnu stopu inštalácii aplikácie alebo jej spustení. Jedným z najčastejšie používaných programov, ktorý využíva aplikačnú virtualizáciu je Java Virtual Machine. [36]

Virtualizácia na aplikačnej vrstve ponúka mnoho výhod. Medzi niektoré z nich patria:

- schopnosť spúšťať aplikácie bez toho, aby sa udiali zmeny v registroch
- možnosť spustenia viacerých verzií rovnakej aplikácie
- možnosť inštalovať aplikácie, ktoré by inak boli v rozpore medzi sebou (pomocou viacerých virtuálnych vrstiev)
- schopnosť testovanie nových aplikácií v izolovanom prostredí. [36]



## 6 SOFTWARE PRE LOKÁLNU DESKTOPOVÚ VIRTUALIZÁCIU

Existuje veľa rôznych softwarov pre lokálnu desktopovú virtualizáciu. Hlavnými predstaviteľmi bežiacimi na operačnom systéme Windows sú, Oracle VirtualBox, Windows VirtualPC, VMware Player, VMware Workstation a Parallels Workstation. Posledné dva z tohto zoznamu sú určené na komerčné účely, preto ich vývojári neposkytujú zadarmo. V tejto kapitole sa zameriam na základné vlastnosti najčastejšie používaných nekomerčných softwarov tohto druhu.

### 6.1 Oracle VirtualBox

VirtualBox je open source virtualizačná aplikácia. Pôvodne vyvíjaná firmou Innotek GmbH, ktorá bola kúpená v roku 2008 spoločnosťou Sun Microsystems, neskôr (v roku 2009) sa stala súčasťou spoločnosti Oracle. Môže bežať na systémoch Windows, Mac OS, Linux alebo Solaris OS. Podporuje veľké množstvo hostovaných operačných systémov (rôzne verzie Windows, MS-DOS, Chrome OS, Linux, Solaris, OpenSolaris, OS / 2, a OpenBSD). [37]

Umožňuje spúšťanie viacerých operačných systémov naraz. Na príklad je možné mať zároveň spustené systémy Windows a Linux v systéme Mac OS. Množstvo spustených virtuálnych strojov je limitovaný veľkosťou disku a pamäte RAM. VirtualBox je možné využívať všade, od malých vstavaných systémov, na desktopoch, až po dátové centrá.

VirtualBox využíva hypervízor typu 2, čo znamená že vyžaduje nainštalovaný hositeľský operačný systém. Umožňuje prenositeľnosť virtuálnych prostredí, čo napríklad umožní spúšťanie virtuálnych strojov vytvorených na počítači s Linuxom na druhom počítači, ktorý obsahuje hositeľský systém Windows. Podporuje importovanie a exportovanie virtuálnych strojov vo formáte Open Virtualization Format (OVF), čo je priemyselný štandard vytvorený pre tento účel. Je možné dokonca importovať OVF, ktorý bol vytvorený iným virtualizačným softwarom, napríklad v VMware Workstation. Rovnako umožňuje klonovanie importovaných alebo vytvorených strojov priamo vo svojom prostredí.

VirtualBox nepotrebuje k svojej činnosti hardwarovú podporu virtualizácie. Nevyžaduje teda procesor so zabudovanými funkciami Intel VT alebo AMD-V. Vďaka tomu na rozdiel od mnohých iných virtualizačných riešení je VirtualBox množené použiť aj na staršom hardwari, kde tieto funkcie nie sú k dispozícii.

Podporuje rôzne možnosti pre hostiteľský systém ako zdieľané zložky, akcelerovanú 3D grafiku a ďalšie.

VirtualBox implementuje virtuálny USB radič, pomocou ktorého umožňuje pripojiť ľubovoľné USB zariadenie k spusteným virtuálnym strojom bez toho, aby užívateľ musel inštalovať špecifické ovládače na hostiteľa.

Jeho nevýhoda je, že má obmedzenú funkciu Drag and Drop (presúvanie súborov z hostiteľského systému do hosťovaného jednoduchým pretiahnutím myšou). Táto funkcia je zatiaľ v štádiu Beta, a preto funguje len na niektorých Linuxových distribúciách. [38]

## 6.2 VMware Player

VMware Player je virtualizačný program od spoločnosti VMware. Je určený na nekomerčné použitie. Umožňuje spúšťanie viacerých operačných systémov súčasne na jednom počítači. Rovnako ako Oracle VirtualBox dokáže virtualizovať systémy Windows, Chrome OS, Solaris, rôzne distribúcie Linuxu atď. Vytvára virtuálne stoly, ktoré sú izolované od hostiteľského systému, čo umožňuje bezpečne vyskúšať nový software. Pri virtualizácii viacerých systémov simultánne, sa užívateľ môže jednoducho preklikať medzi spustenými systémami. [39]

VMware Player poskytuje intuitívne užívateľské rozhranie pre spustenie prednastavených virtuálnych strojov vytvorených pomocou VMware Workstation, VMware Server, alebo ESX Server. Rovnako dokáže otvoriť virtuálne stroje z Oracle VirtualBox, Microsoft Virtual PC, Microsoft Virtual Server a zálohy vytvorené pomocou Symantec Backup Exec System Recovery. [40]

Novšie verzie od VMware Player 3 dokážu vytvárať virtuálne stroje, čo predtým nebolo možné. Staršie verzie umožňovali iba spúšťanie už vytvorených virtuálnych strojov. VMware Player beží na rovnakom jadre ako VMware Workstation, neobsahuje však niektoré z jeho funkcií. Player nepodporuje funkciu Snapshot, ktorej úlohou je vytváranie záloh virtualizovaného systému. Rovnako nie je v Playeri dostupná ani funkcia Virtual Rights Management, ktorá slúži k nastaveniu prístupových práv k virtuálnym strojom.

Player umožňuje prenášanie kompletných virtuálnych strojov jednoduchým skopírovaním adresára, kde je uložený virtuálny stroj. Táto možnosť uľahčuje prenášanie virtuálneho stroja na iný fyzický počítač. [41]

Obsahuje vylepšenú akceleráciu grafiky, lepší výkon a užšiu integráciu pre systém Windows XP, virtualizovaného v systéme Windows Vista alebo Windows 7, podobne ako Windows XP Mode bežiaci na Windows Virtual PC. Podporuje rýchle pripojenie zariadení pomocou USB portu. Pre využívanie funkcie Drag and Drop je potrebné doinštalovať doplnok VMware tools. [39]

### 6.3 Windows Virtual PC

Microsoft Virtual PC je bezplatný software od spoločnosti Microsoft, ktorý umožňuje beh viacerých operačných systémov súčasne na jednom počítači, pričom dochádza k zdieľaniu zdrojov počítača. Ako už bolo spomínané program Virtual PC bol pôvodne vyvinutý firmou Connectix, neskôr ho však kúpila spoločnosť Microsoft. [42]

Windows Virtual PC je k dispozícii len vo vyšších edíciách operačného systému Windows 7 - Professional, Enterprise a Ultimate ale je možné si ho doinštalovať na verziu Home Basic. Windows Virtual PC nie je teda možné inštalovať na systémy Windows Vista, XP, 2000 a Windows Server 2003, dá sa to však vyriešiť inštaláciou starých verzií Virtual PC 2004 a 2007, ktoré sú stále dostupné ku stiahnutiu na oficiálnych stránkach. [43]

Windows Virtual PC je určený pre virtualizáciu starších operačných systémov od spoločnosti Microsoft. Oficiálne nie sú podporované iné operačné systémy, ale je možné spúšťať rôzne linuxové distribúcie, Virtual PC však neobsahuje základné ovládače pre tieto systémy.

Virtual PC poskytuje funkciu "undo disks", ktorá slúži na vytvorenie obrazu stavu aktuálneho virtuálneho stroja. Pomocou tohoto obrazu je neskôr možné vrátiť stroj do stavu pri vytvorení obrazu. [44]

Windows Virtual dokáže zdieľať diskové oddiely a diskové jednotky na hostiteľskom operačnom systéme s hosťovaným operačným systémom. Ponúka teda možnosť rýchlej práce so súbormi hosťovaného systému.

Podpora USB umožňuje pripojenie rôznych periférií ako flash disky, digitálne fotoaparáty, tlačiarne. [43]

Možnosťou je doinštalovať si doplnok pre virtualizáciu Windows XP (Windows XP Mode). Tento doplnok vyžadoval podporu hardwarovej virtualizácie, avšak aktualizáciou na začiatku roku 2010 bola táto podmienka odstránená. [43]

Windows XP Mode je špeciálne upravený virtuálny obraz Windows XP Professional SP3. Užívateľ si ho môže siahnuť zadarmo, pokiaľ vlastní verziu Windows Ultimate, Professional alebo Enterprise. Používa sa na spúšťanie starších aplikácií, ktoré nie sú úplne kompatibilné so súčasným operačným systémom Windows. [45]

Tento mód sa priamo integruje do hostujúceho systému, takže pri inštalácii hocijakej aplikácie vo Windows XP Mode, je možné spúšťať danú aplikáciu priamo z hostujúceho systému. [46]

## **II. PRAKTICKÁ ČASŤ**

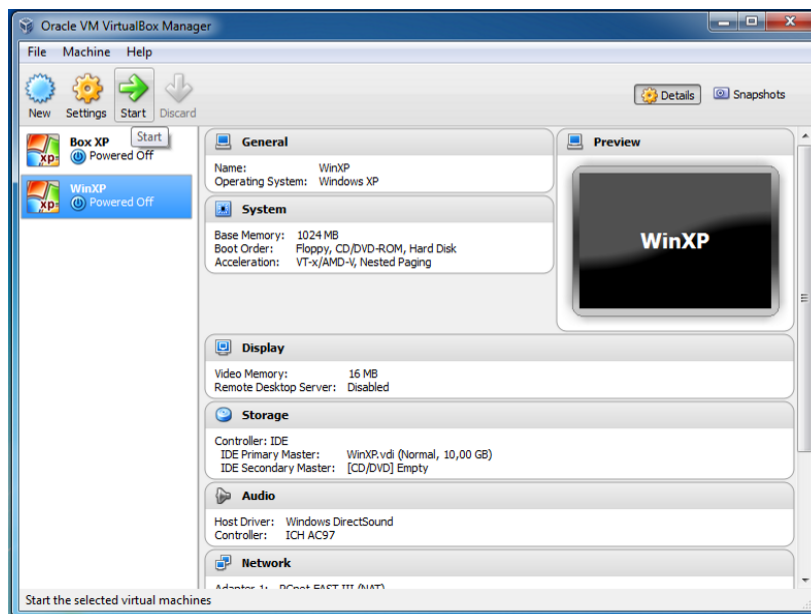
## 7 VYTVORENIE VIRTUÁLNEHO STROJA

Pred testovaním bolo potrebné vytvoriť virtuálne stroje v jednotlivých testovaných programoch. Ich vytváranie je riešené pomocou sprievodcu, v ktorom si užívateľ v niekoľkých krokoch nastaví parametre virtuálneho stroja. Jednotlivé kroky vytvárania sa môžu líšiť v závislosti od virtualizačného softwaru. Majú však niektoré spoločné prvky. Pri každom sa vyplňuje názov virtuálneho stroja, veľkosť virtuálneho pevného disku, jeho druh alokácie, veľkosť operačnej pamäte vyhradenej pre virtuálny systém a umiestnenie zdrojového súboru pre inštaláciu operačného systému. Ostatné parametre si väčšinou virtualizačný software nastavuje automaticky. Po vytvorení stroja je ich však možné kedykoľvek zmeniť. Na inštaláciu operačného systému virtuálneho stroja je samozrejme potrebné vlastniť inštaláčny CD alebo iso súbor daného operačného systému. Výnimkou je Windows XP Mode pre Microsoft Virtual PC ktorý si operačný systém stiahne automaticky zo serveru.

Podrobnejší popis vytvárania virtuálnych stroj sa nachádza v prílohe P II.

### 7.1 Prostredie Oracle VirtualBox

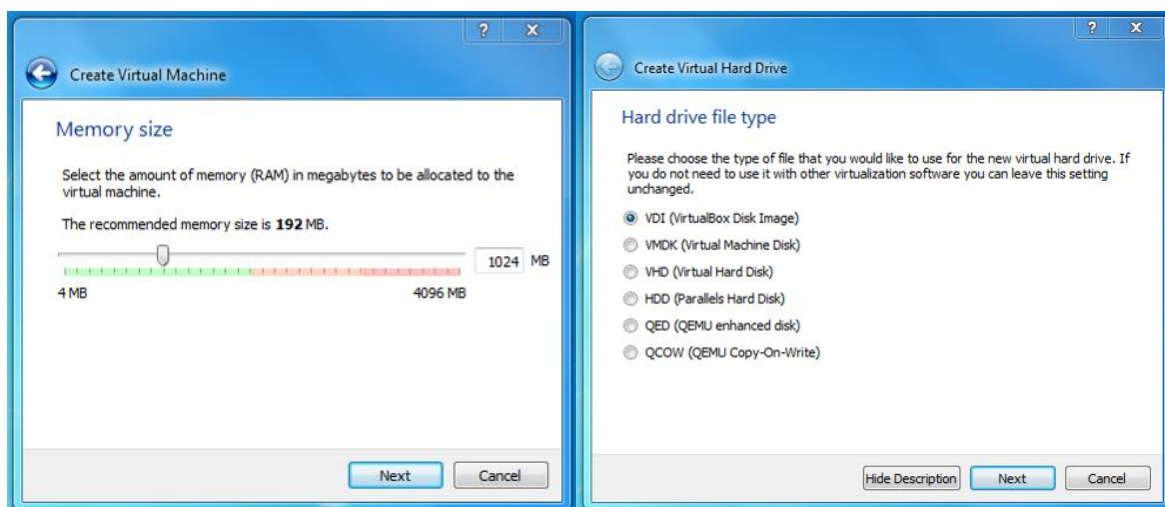
Oracle VirtualBox sa skladá s vlastného grafického prostredia. Toto prostredie je možné rozdeliť na tri časti. V hornej časti sú umiestnené tlačidlá, ktoré umožňujú vytvoriť nový virtuálny stroj, nastaviť jeho špecifikácie, spustiť alebo zastaviť virtuálny stroj. Nad nimi sa nachádza klasické menu s položkami „File“, „Machine“ a „Help“. Pod položkou „File“ môžeme nájsť možnosti ako importovať/exportovať virtuálny stroj, nastavenia samotného VirtualBoxu a Virtual Media Manager, ktorá slúži na správu virtuálnych diskov. Položka Machine obsahuje možnosti pre vytvorenie nového virtuálneho stroja, jeho nastavenie, klonovanie, spustenie, zastavenie a výpis záznamov virtuálneho stroja. V ľavej časti sa nachádza zoznam už vytvorených virtuálnych strojov. Pri každom z nich sa nachádza aj aktuálny stav (spustený/vypnutý/hibernovaný). Pravú časť okna je možné mať v dvoch režimoch. Môže zobrazovať detaily aktuálne vybraného virtuálneho stroja, ako je všeobecný popis stroja, nastavenie systému, náhľad na virtuálny stroj atď. Druhou možnosťou je zobrazovanie vytvorených záloh na obnovu stavu virtuálneho stroja (snapshots).



Obr. 9 - Prostredie Oracle VirtualBox.

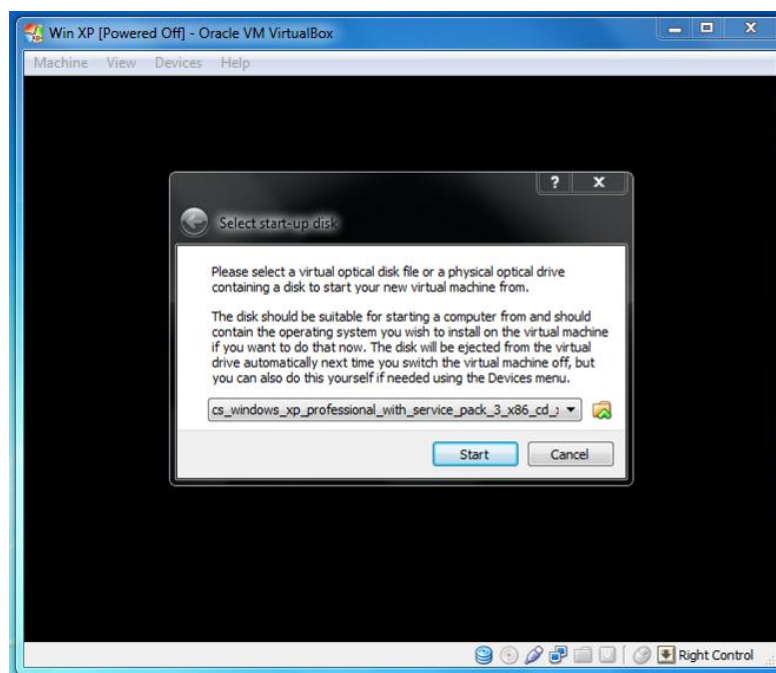
## 7.2 Inštalácia operačného systému Windows XP v Oracle VirtualBox

Vytvorenie nového virtuálneho stroja sa začína kliknutím na tlačidlo „New”. Spustí sa sprievodca vytvorením, ktorý vyzve užívateľa k pomenovaniu virtuálneho stroja a k výberu inštalovaného operačného systému. Po potvrdení týchto údajov si užívateľ môže nastaviť veľkosť operačnej pamäte RAM pre virtuálny stroj (Obr.10-vľavo). VirtualBox sám odporučí optimálnu veľkosť pamäte ale je na užívateľovi či sa podľa toho bude riadiť.



Obr. 10 - Priebeh vytvárania virtuálneho stroja. Vľavo - okno nastavenia veľkosti operačnej pamäte, vpravo - okno nastavenia typu pevného disku.

V nasledujúcom kroku sprievodca vyzve užívateľa k vytvoreniu virtuálneho pevného disku. Užívateľ má na výber zo šiestich rôznych typov (*Obr.10-vpravo*). V ďalšom kroku sa dá vybrať medzi vytvorením fixnej veľkosti disku alebo postupným alokovaním miesta na disku. Po zvolení veľkosti disku a jeho pomenovaní sa zatvorí sprievodca, a vytvorí sa virtuálny stroj zatiaľ bez akéhokoľvek operačného systému. Po spustení virtuálneho stroja pomocou tlačidla „Start“ vyskočí dialógové okno kde je možné vybrať zdroj inštalácie operačného systému (*Obr.11*).



*Obr. 11 - Okno pre vybratie zdroja operačného systému.*

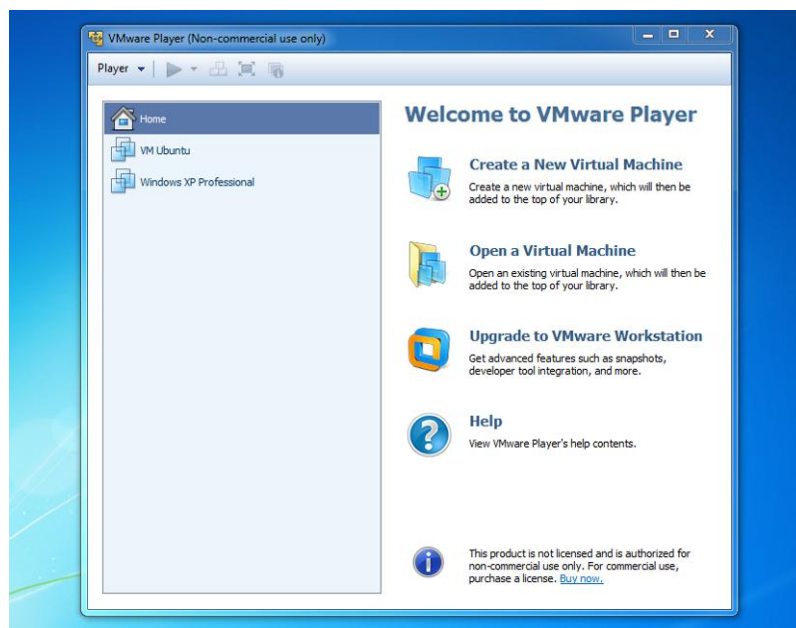
Je možné zvoliť možnosť inštalácie priamo z CD/DVD mechaniky, alebo z disku pomocou iso súboru. Po potvrdení voľby sa začne inštalácia samotného operačného systému. Ako náhle sa dokončí táto inštalácia je možné začať virtuálny stroj používať.

### 7.3 Prostredie VMware Player

VMware Player sa skladá z jednoduchého grafického prostredia podobného VirtualBoxu. V ľavej časti okna sa nachádza tlačidlo „Home“, pod ním sú zobrazené aktuálne nainštalované virtuálne stroje. V pravej časti sa nachádzajú možnosti pre vytvorenie nového virtuálneho stroja, prídanie existujúceho obrazu virtuálneho stroja, odkaz na



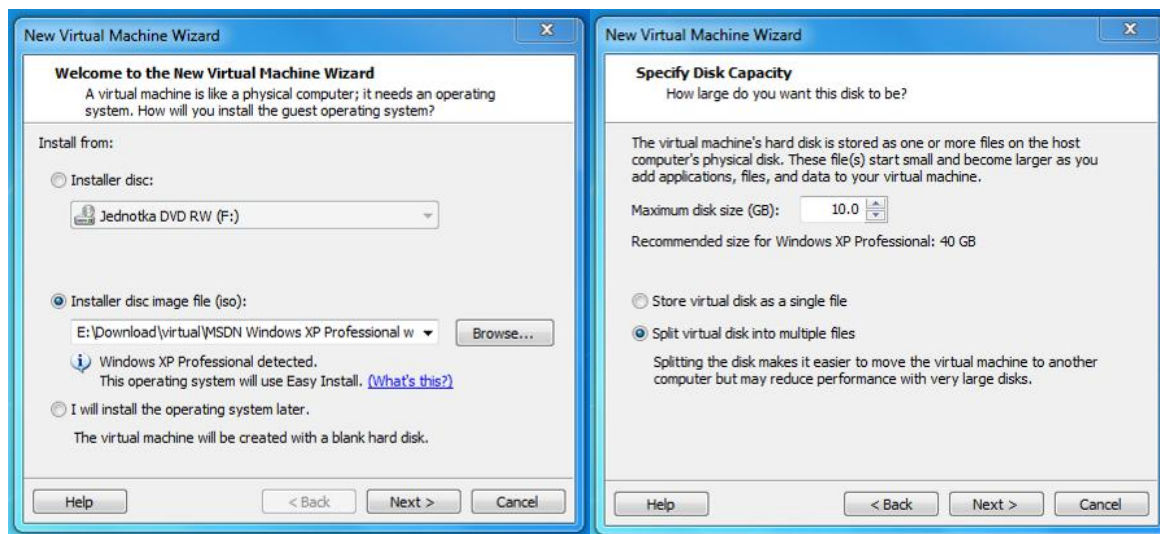
upgrade workstation a možnosť nápovedi. Po vybratí jedného z virtuálnych strojov sa zmení pravá ponuka, objavia sa možnosti editácie vybraného stroja a možnosť pre jeho spustenie. Rovnako sa aktivuje horná časť užívateľského prostredia, pomocou ktorej je možné stroj spustiť, vyvolať trojhmat (ctrl+alt+del) alebo spustiť stroj v režime celej obrazovky.



Obr. 12 - Prostredie VMware Player.

## 7.4 Inštalácia operačného systému Windows XP vo VMware Player

Ako už bolo spomínané, v ľavej časti užívateľského rozhrania sa nachádza možnosť na vytvorenie nového virtuálneho stroja („Create a New Virtual Machine“). Po kliknutí na túto možnosť sa spustí sprievodca inštaláciou. Ako prvé ponúkne užívateľovi zvoliť si zdroj inštalácie operačného systému. Na výber je medzi inštaláciou z CD/DVD mechaniky, z disku alebo možnosť vytvoriť virtuálny stroj bez operačného systému (Obr.13-vľavo). Po vybratí a potvrdení jeden z možností užívateľ zadá názov virtuálneho stroja a cestu k miestu jeho uloženia.

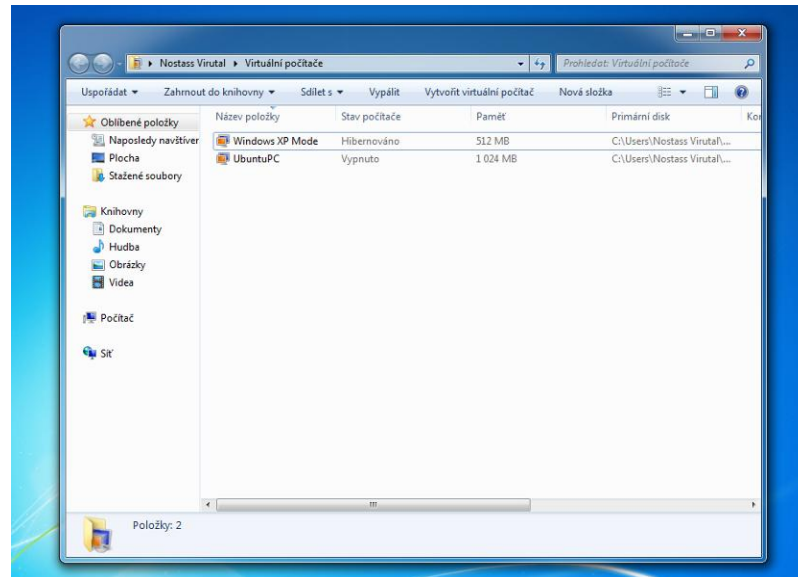


Obr. 13 - Priebeh vytvárania virtuálneho stroja. Vľavo – vybratie zdroja operačného systému, vpravo nastavenia pevného disku.

Ďalší krok sa týka veľkosti pevného disku. Užívateľ zadá veľkosť disku prideleného pre virtuálny stroj a vyberie si jednu z nasledujúcich možností: uložiť virtuálny disk ako jeden súbor alebo ho rozdeliť na viacero súborov (Obr.12-vľavo). V ďalšom kroku sprievodca vypíše sumarizáciu nastavení a ponúkne tlačidlo pre prípadnú úpravu nastavenia hardwaru. Po kliknutí na tlačidlo „Finish” sa spustí virtuálny stroj a prebehne inštalácia operačného systému.

## 7.5 Prostredie Microsoft Virtual PC

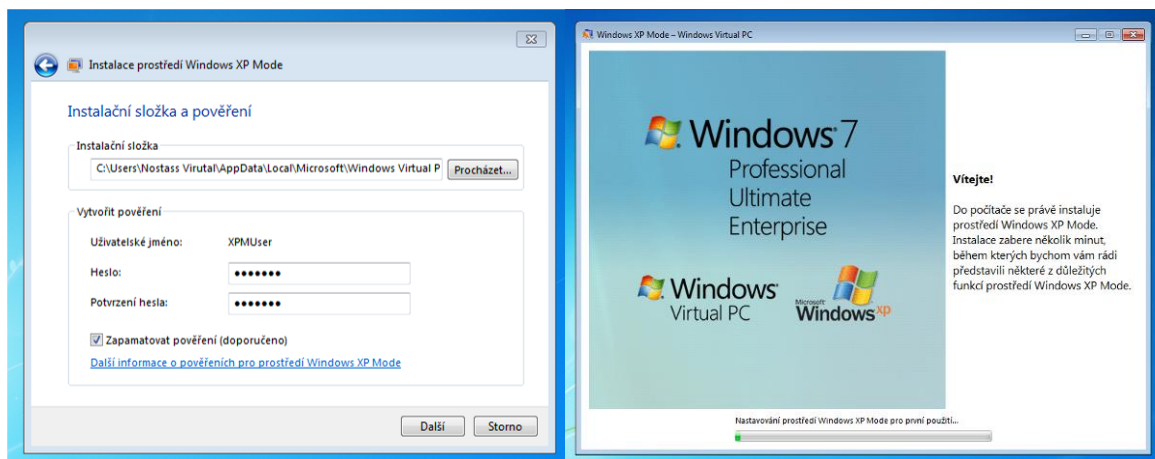
Jeho prostredie sa výrazne líši od ostatných spomínaných, pretože je priamo integrované v systéme Windows. Po inštalácii sa vytvorí v osobnej zložke, zložka virtuálnych počítačov, ktorú keď užívateľ otvorí, zobrazia sa mu nainštalované virtuálne počítače v klasickom okne Windows Explorer. Od klasického Explorer okna sa líši len pridanou možnosťou pre vytvorenie nového virtuálneho stroja. Pri vyvolaní ponuky pravým kliknutím myši na jeden z virtuálnych strojov, máme možnosť editovať jeho jednotlivé parametre. Virtuálny stroj sa spúšťa jednoduchými dvojklikom.



Obr. 14 - Prostředí Microsoft Virtual PC.

## 7.6 Inštalácia Windows XP Mode v prostredí Microsoft Virtual PC

Keďže Microsoft Virtual PC má vlastný doplnok s názvom Windows XP Mode, jeho inštalácia je odlišná od predchádzajúcich. Začína sa stiahnutím inštalačného súboru z oficiálnej stránky Microsoftu. Tento inštalačný balíček ma veľkosť 446MB čo je menej než iso súbor kompletného obohaného systém Windows XP. Microsoft udáva že sa jedná o balíček s vytvoreným virtuálnym diskom typu VHD na ktorom je predinštalovaný systém Windows XP SP3 32-bit. Po spustení balíčka sa zobrazí klasické inštalačné okno (sprievodca inštaláciou), ktoré vyzve užívateľa k potvrdeniu licenčných podmienok. Keďže Microsoft ponúka tento doplnok zdarma nie je potrebné vkladať žiadny inštalačný kľúč, overuje sa však legálnosť užívateľovho systému pomocou Genuine systému.



*Obr. 15 - Vľavo okno nastavenia inštaláčnej zložky a poverení. Vpravo - priebeh inštalácie Windows XP Mode.*

Následne si užívateľ vyberie miesto na svojom disku, kam chce virtuálny stroj umiestniť (Obr.15-vľavo). Zadá užívateľské heslo pre samotný hosťovaný operačný systém a vyberie si či chce povoliť automatickú aktualizáciu systému. Prebehne pomerne krátka inštalácia, po ktorej je možné virtuálny stroj začať používať.

## 8 ÚVOD DO TESTOVANIA

V tejto kapitole som sa zameril na test jednotlivých virtualizačných softwarov. Postupne som otestoval programy Oracle VirutalBox, VMware Player a Microsoft Virtual PC. Testovaniu predchádzalo vytvorenie virtuálnych strojov v každom s týchto programov, ktoré je popísane v predchádzajúcej kapitole. Všetky virtuálne stroje mali nastavené rovnaké parametre, procesor s jedným jadrom, operačnú pamäť s veľkosťou 1GB a veľkosť disku 10GB. Ako hosťovaný systém som pre testy použil Windows XP SP3 32-bit. Testovanie som rozdelil do dvoch častí. Prvou z nich bolo testovanie s pohľadom výkonu virtualizovaného systému. V druhej časti som sa zameril na test s pohľadom zaťaženia na hosťiteľský systém.

### 8.1 Testovacia zostava

Na testovanie som použil notebook značky MSI, konkrétne model cx620, ktorý patrí medzi štandardne vybavené multimediálne notebooky v súčasnosti. Notebook má čistou inštaláciu Windows 7 Professional 64-bit. V systéme je nainštalovaný Oracle VirutalBox, VMware Player, Microsoft Virtual PC rovnako aj testovacie nástroje.

Technická špecifikácia:

- Displej: 15.6" 1366x768 HD
- Procesor: Intel Core i3 330M 2,13GHz
- Operačná pamäť: 4GB DDR3
- Grafická karta: ATi Mobility Radeon HD 5470 1GB DDR3
- Pevný disk: 2.5" 500GB SATA (5400rpm)

### 8.2 Test výkonu virtualizovaného systému

V tejto časti bolo mojím cieľom zistiť, ktorý z testovaných softwarov je najrýchlejší a teda najvýkonnejší. Zameril som sa na test jednotlivých hardwarových komponentov, cieľom odhaliť slabé a silné stránky jednotlivých programov. Pri každom s testov som použil viaceré testovacie nástroje aby som vylúčil prípadné chyby meracích programov. Okrem štandardných benchmarkov som do tejto časti zahrnul aj niekoľko praktických testov. Snažil som sa dodržiavať rovnaké podmienky pre všetky virtualizačné nástroje, aby namerané hodnoty boli čo najpresnejšie. Jednotlivé merania som opakoval štyrikrát

a hodnoty spriemeroval. V každej s týchto častí som uviedol princíp merania, namerané hodnoty, ich grafické znázornenie a vyhodnotenie výsledkov jednotlivých testov.

### 8.2.1 Test výkonu procesora a operačnej pamäte

Cieľom tohto testu bolo porovnať v akej miere dokážu dané virtualizačné nástroje využiť potenciál prideleného procesora a operačnej pamäte. Výkony týchto komponentov boli zmerané pomocou štyroch nástrojov - PiTest, Prime Benchmark, Geekbench2 a Darcis Benchmarks.

PiTest zahŕňa výpočet prvých 10 000 čísel za desatinou čiarkou Ludolfovoho čísla  $\pi$ . Toto číslo sa počítalo pomocou štyroch rôznych metód, pričom sa meral čas výpočtu. Výsledný nameraný čas pri všetkých metódach výpočtu sa nakoniec spočítal. Čím vyšiel výsledný čas výpočtu kratší, tým sa považuje využitie procesoru za lepšie.

Prime Benchmark je testovací nástroj používaný na zistenie výpočtového výkonu procesora. Ako naznačuje jeho názov, je založený na výpočte prvočísel. Merania počet prvočísel, ktorých je procesor schopný vypočítať za dobu jednej minúty.

Geekbench2 kombinuje test procesora a operačnej pamäte RAM. Meria výkon procesora pri celočíselných operáciách a operáciách s plávajúcou desatinnou čiarkou. Okrem toho, do výsledného bodovania zahŕňa aj hodnotu priepustnosti pamäte.

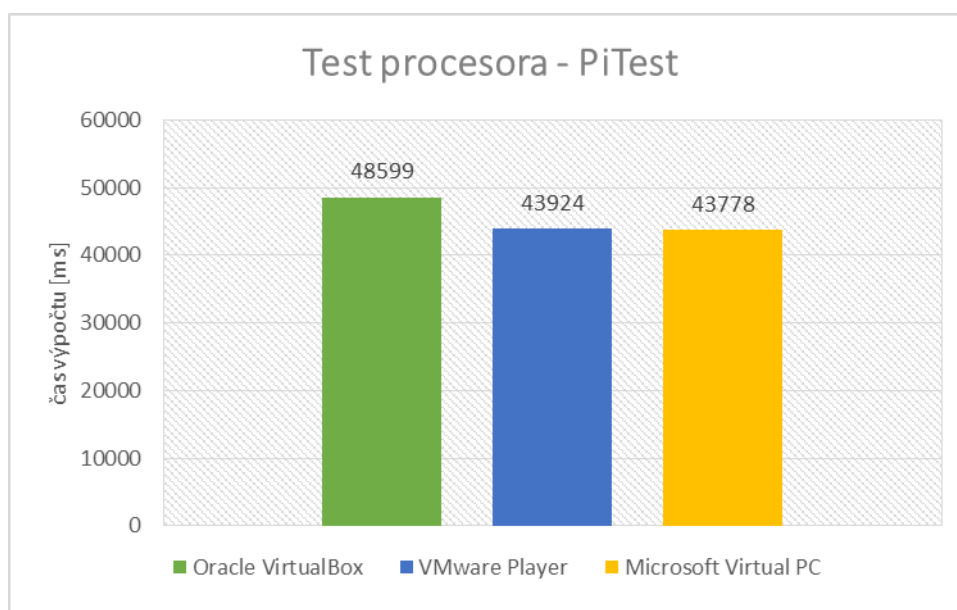
Darcis Benchmark slúži na meranie rýchlosti celého pamäťového systému. Pri teste sa využíva dostupná vyrovnávací a operačná pamäť. Benchmark simuluje prácu pamäte s rôznymi veľkosťami blokov. Jeho výsledkom je zistená priepustnosť pamäte v MB/s.

Tab. 1 - Výsledky testu výkonu procesora.

	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]
Oracle VirutalBox	48 599	7393
VMware Player	43 924	7880
Microsoft Virtual PC	43 778	7868

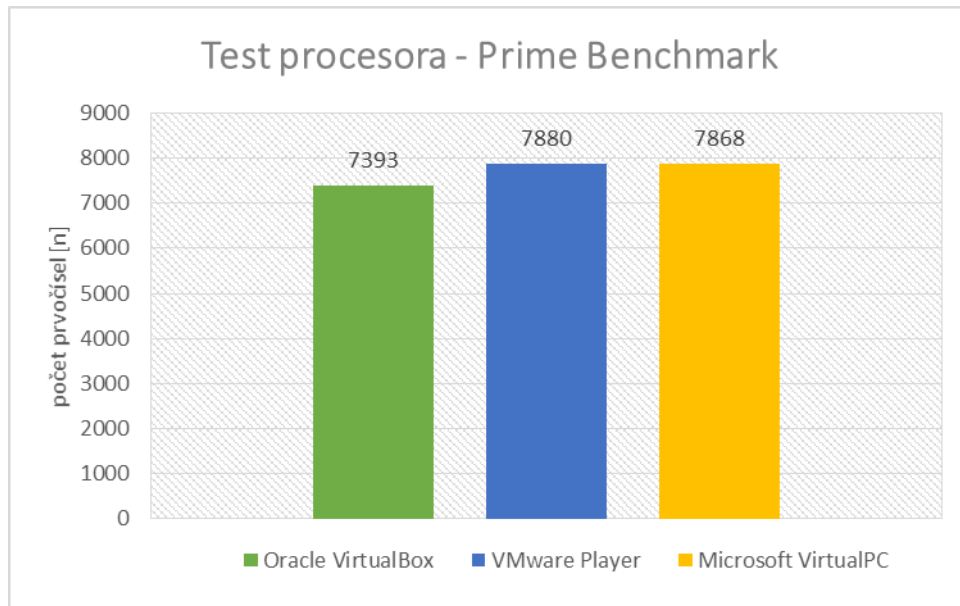
Tab. 2 - Výsledky testu výkonu procesora a pamäte.

	Geekbench2 – Získané body [-]	Darcis Benchamrk - Priepustnosť pamäte [MB/s]
Oracle VirutalBox	2336	6760
VMware Player	2399	7270
Microsoft Virtual PC	2643	8180



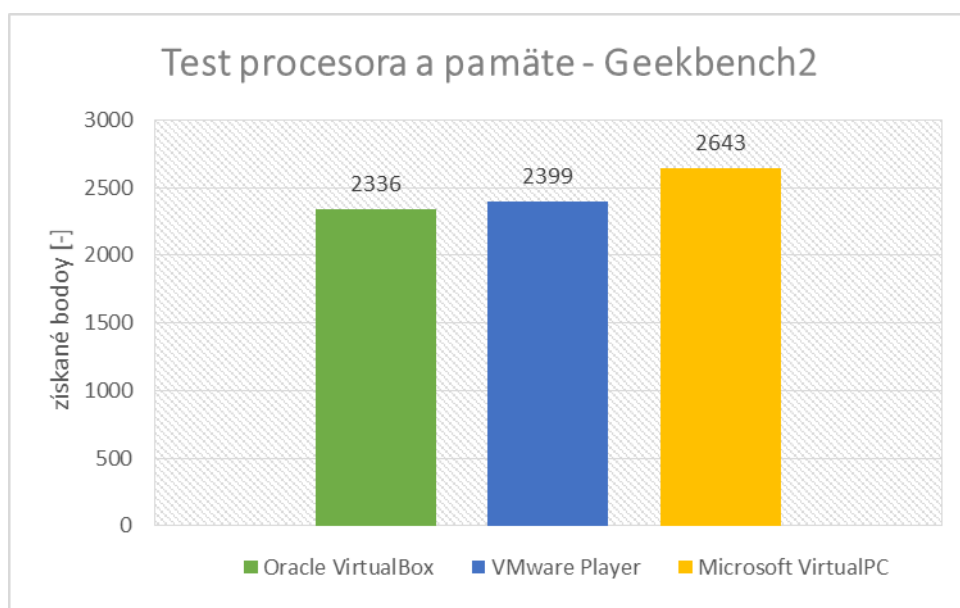
Obr. 16 Grafické vyjadrenie výsledkov PiTestu. (menej - lepšie)

V PiTeste (Tab.1) najkratší čas výpočtu dosiahol Microsoft Virtual PC. Jeho čas bol len o pár milisekúnd lepší než VMware Player. Preto je tento rozdiel zanedbateľný. Oracle VirtualBox je v tomto teste približne o 11% pomalší než ostatné dva testované programy.



Obr. 17 Grafické vyjadrenie výsledkov Prime Benchmarku. (viac - lepšie)

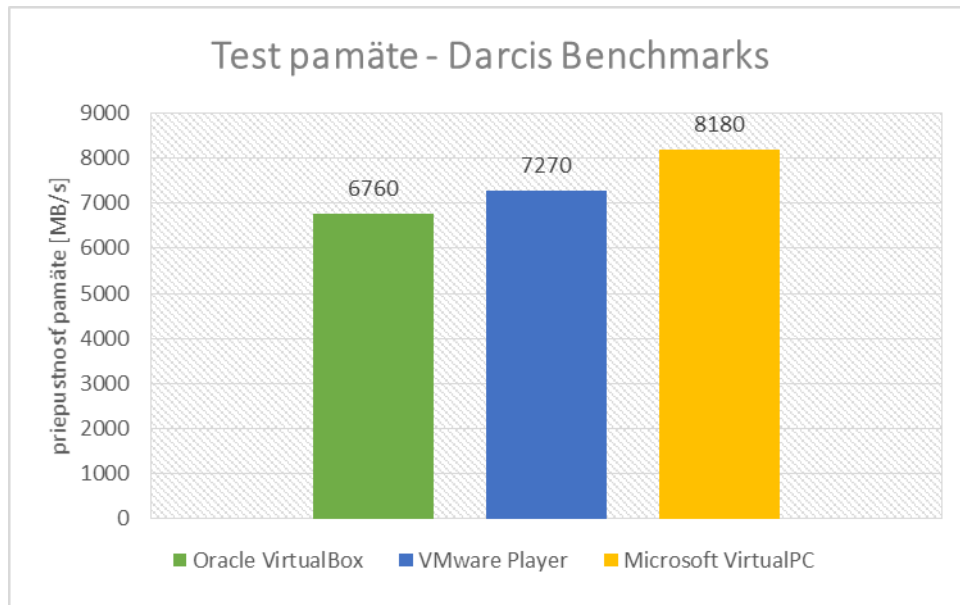
Podľa výsledkov Prime Benchmarku (Tab.2), je možné skonštatovať že, VMware Player a Microsoft Virtual PC sú na tom s využitím potenciálu procesoru približne rovnako. Rovnako ako v predchádzajúcom teste, Oracle VirtualBox o niečo zaostáva aj keď s menším rozdielom ako pri PiTeste.



Obr. 18 - Grafické vyjadrenie výsledkov GeekBench2. (viac - lepšie)



Výsledok Geekbench2 naznačuje, že Virtual PC dokáže najlepšie využívať prostriedky operačnej pamäte a procesoru, keďže dosiahol najväčší počet bodov v tomto teste. Jeho výsledok je o 11% lepší od Oracle VirtualBoxu. VMware Player je podľa Geekbench2 rýchlejší ako Oracle VirtualBox ale len s minimálnym rozdielom.



Obr. 19 - Grafické vyjadrenie výsledkov Darcis Benchmarks. (viac - lepšie)

Pri teste pamäte dosiahol načavšiu priepustnosť pamäte Microsoft Virtual PC. Jeho rýchlosť dosiahla hodnoty 8180MB/s. Ostatné dva testované softwary pre virtualizáciu za ním výrazne zaostávali.

### 8.2.2 Test využitia pevného disku

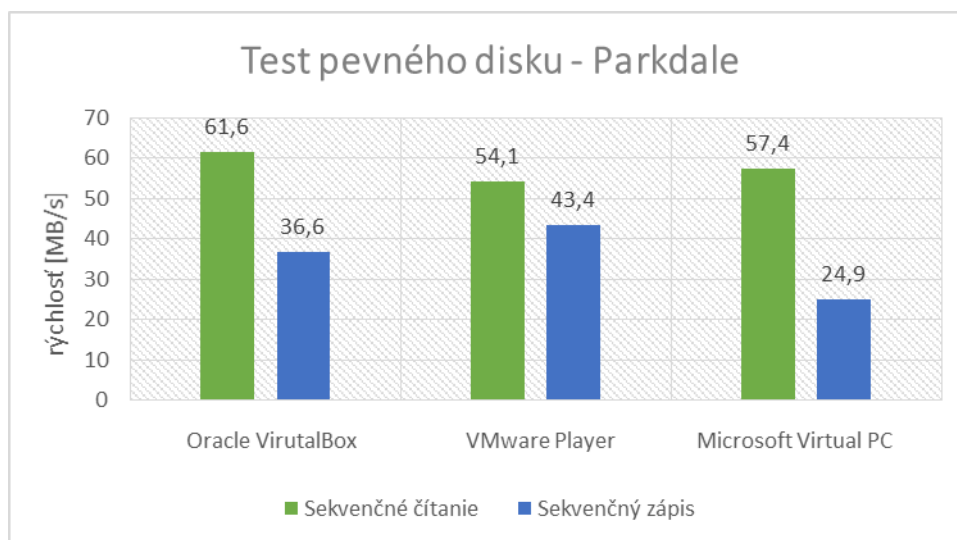
Výkon virtuálneho systému je vo veľkej miere ovplyvnený aj rýchlosťou práce s pevným diskom. Najdôležitejšie hodnoty pri pevnom disku sú rýchlosť čítania a rýchlosť zápisu. Pretože táto rýchlosť závisí aj od veľkosti použitého súboru, rozlišujú sa dva prístupy k dátam. Prvým z nich je sekvenčný a druhým náhodný prístup. Pri sekvenčnom prístupe sa merajú hodnoty pri použití veľkého súboru. Naopak, pri náhodnom prístupe sa zas používajú malé súbory. V mojom prípade som na ich test použil testovací program Parkdale, ktorý tieto hodnoty dokáže zmerať.

Tab. 3 - Výsledky testu sekvenčního přístupu pomocí programu Parkdale.

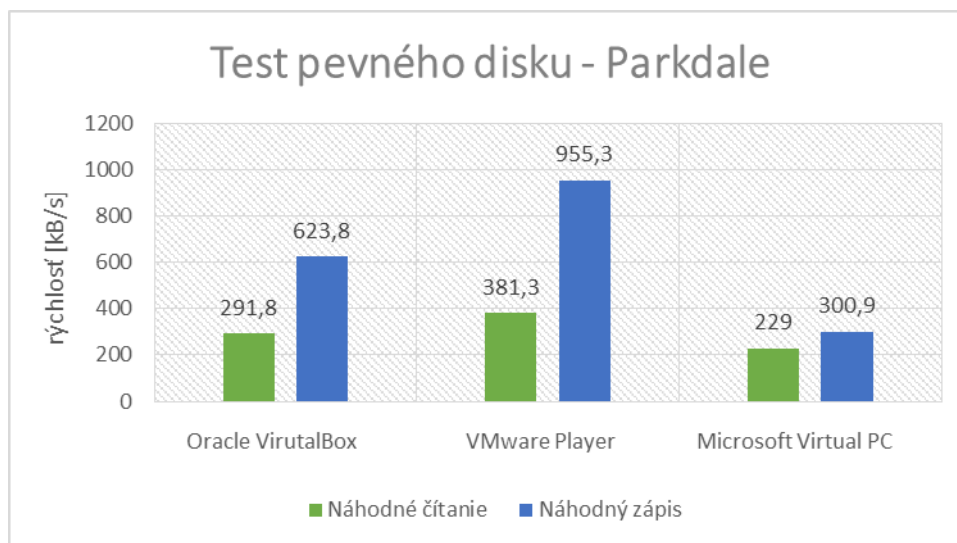
	Rýchlost' sekvenčního čítania [MB/s]	Rýchlost' sekvenčního zápisu [MB/s]
Oracle VirutalBox	61,6	36,6
VMware Player	54,1	43,4
Microsoft Virtual PC	57,4	24,9

Tab. 4 - Výsledky testu náhodného přístupu pomocí programu Parkdale.

	Rýchlost' náhodného čítania [kB/s]	Rýchlost' náhodného zápisu [kB/s]
Oracle VirutalBox	291,8	623,8
VMware Player	381,3	955,3
Microsoft Virtual PC	229,0	300,9

Obr. 20 - Grafické vyjadrenie výsledkov sekvenčního přístupu – Parkdale.  
(viac - lepšie)

Podľa nameraných výsledkov dosiahol najvyššiu rýchlosť sekvenčního čítania Oracle VirtualBox, nasledovaný Microsoft Virtual PC. Najrýchlejší zápis patrí VMware Playeru. Avšak týmto výsledkom netreba prikladať veľkú hodnotu, pretože namerané rýchlosti sa pri každom meraní menili aj o niekoľko MB/s. Zobrazené výsledky sú síce priemerované zo štyroch nezávislých meraní, ale ani to nezaručuje ich úplnú presnosť.



Obr. 21 - Grafické vyjadrenie výsledkov náhodného prístupu – Parkdale.  
(viac - lepšie)

Pri náhodnom prístupe mal najrýchlejšie čítanie aj zápis VMware Player. Microsoft Virtual PC zaostával za svojimi konkurentmi hlavne pri náhodnom zápise. Ako už bolo spomenuté, ani pri tomto teste nemusia byť namerané hodnoty úplne presné.

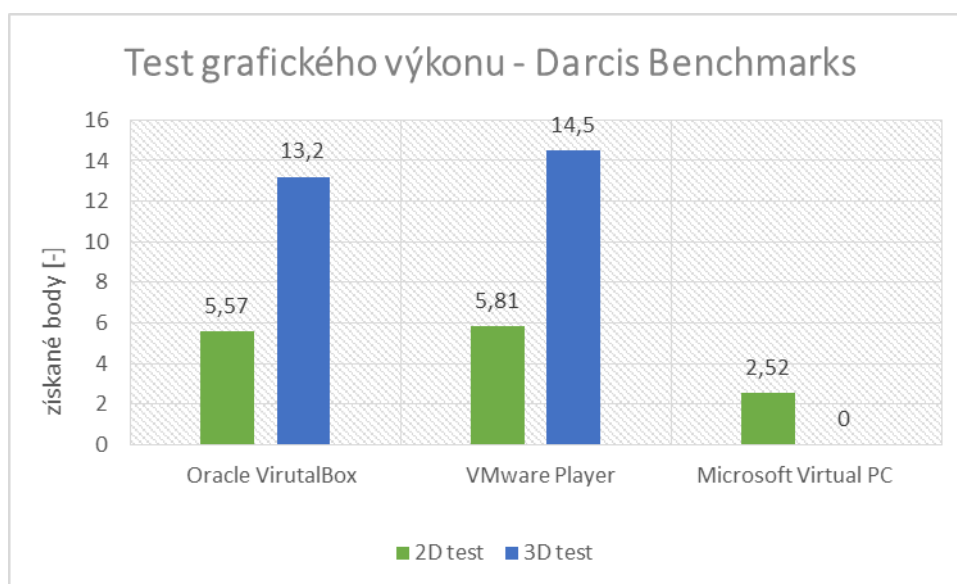
### 8.2.3 Test grafického výkonu

Virtuálne stroje obvykle nie sú primárne určené na náročné grafické výkony. Mali by však zvládať bežné grafické úkony. V minulosti mali tieto programy problémy rozbehnúť akúkoľvek 3D scénu. Situácia sa ale zlepšuje, pretože väčšina vydavateľov virtualizačných softwarov začalo do svojich programov pridávať možnosť zapnutia akcelerácie 3D grafiky.

V teste grafického výkonu som použil dva programy Performance Test a Darcis Benchmarks, ktoré dokážu otestovať výkon 2D aj 3D grafiky. 2D testovanie pozostávalo zo spracovania vektorovej grafiky, aplikácie rôznych filtrov na rastovú grafiku, vykresľovania textu a prekresľovania grafického užívateľského prostredia pri rýchlych zmenách. Prvá časť 3D testu sa skladala z merania priepustnosti polygónov (počet trojuholníkov za sekundu) grafickej karty. Ďalšou časťou testu bola simulovaná 3D hra. V tejto hre boli použité rôzne efekty, pričom sa meral počet snímok za sekundu, ktorých bola schopná grafika karta vykresliť. Nakoniec boli výsledky testov vyjadrené pomocou bodového hodnotenia.

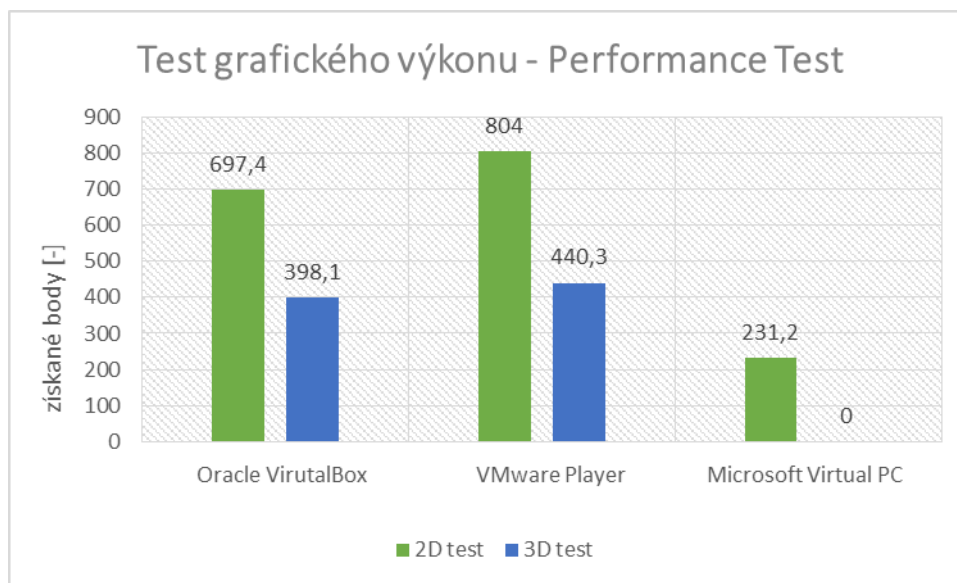
Tab. 5 - Výsledky testu grafického výkonu.

	Darcis Benchmarks		Performance Test	
	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]
Oracle VirutalBox	5,57	13,2	697,4	398,1
VMware Player	5,81	14,5	804,0	440,3
Microsoft Virtual PC	2,52	0	231,2	0



Obr. 22 - Grafické zobrazenie výsledkov Darcis Benchmarks. (viac - lepšie)

VMware Player dosiahol najväčší počet bodov v 2D aj 3D testoch. Oracle VirutalBox sa umiestnil na druhom mieste, spomedzi testovaných virtualizačných nástrojov so stratou 5% v 2D a 9% v 3D grafike oproti VMware Player. Microsoft Virtual PC dosiahlo menej ako polovičného počtu bodov v 2D grafike v porovnaní s ostatnými nástrojmi. V 3D teste Microsoft Virtual PC dostal hodnotenie 0 bodov. Pretože benchmark nedokázal spustiť testovacie scény pre slabú podporu 3D grafiky.



Obr. 23 - Grafické zobrazenie výsledkov - Performance Test. (viac - lepšie)

Rovnako aj v testovacom programe Performance Test sa ukázal VMware Player ako najlepší. VMware Player bol výkonnejší o 13% v 2D a 9% 3D grafike oproti Oracle VirtualBox. Potvrdili sa aj slabé výsledky Microsoft Virtual PC. Microsoft Virtual PC v 2D grafike dosiahol len 231,2 bodov, čo je o 71% menej ako VMware Player. V 3D grafike dosiahol rovnako ako pri Darcis Benchmarku 0 bodov.

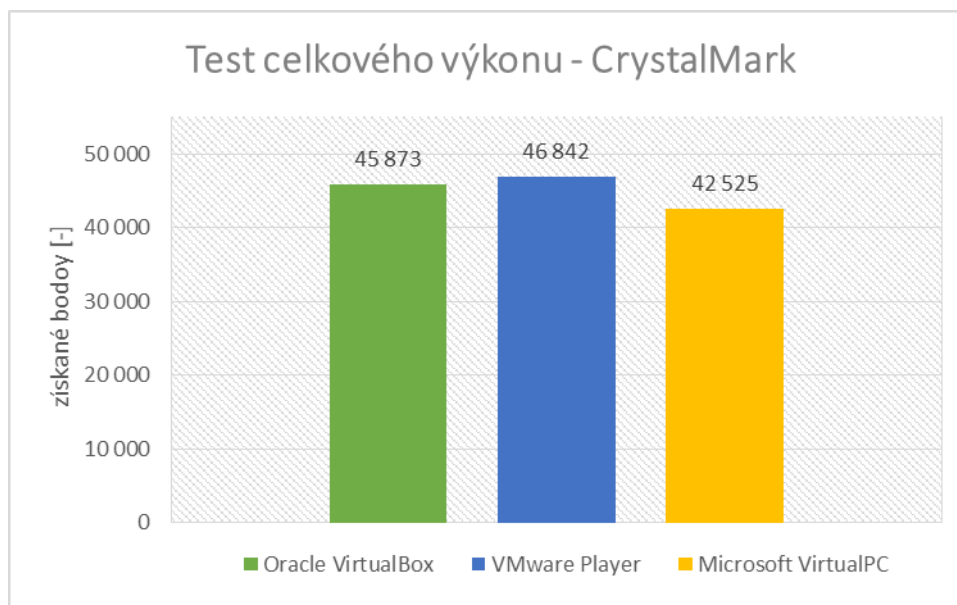
#### 8.2.4 Celkový výkonnostný test

Pri tomto teste som použil dva podobné testovacie programy CrystalMark a Performance Test. Tieto programy obsahujú kompletný test celého hardwarového vybavenia. Testujú výkon procesora, operačnej pamäte, pevného disku a grafiky, pričom jednotlivé výsledky zhrnú do výsledného bodového hodnotenia.

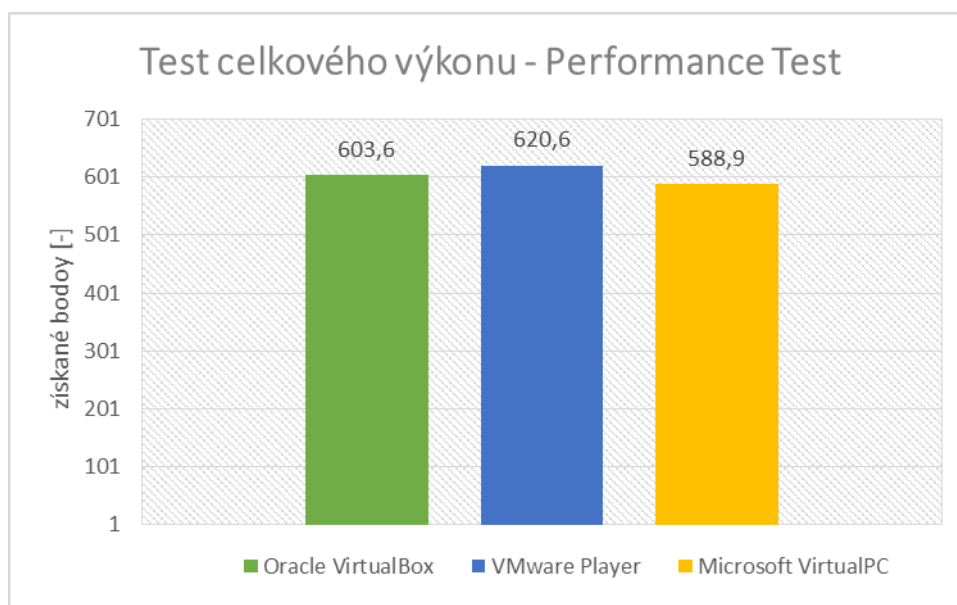
Tab. 6 - Výsledky celkového výkonnostného testu.

	CrystalMark - Získané body [-]	Performance Test - Získané body [-]
Oracle VirtualBox	45 873	603,6
VMware Player	46 842	620,6
Microsoft Virtual PC	42 525	568,9

Výsledky těchto dvou benchmarkov sa v pomere od seba moc neodlišovali. Najlepšie hodnotenie mal VMware Player. V oboch testoch dosiahol suverénne najlepší výsledok, naopak najhorší výsledok dosiahol Microsoft Virtual PC. Keďže oba testy boli zamerané aj na grafický výkon je možné predpokladať že, k jeho zlému výsledku prispeli už spomínané slabé výsledky v 2D a 3D grafike. Bez testu grafiky by možno prebehol niektorého z konkurentov.



Obr. 24 - Grafické zobrazenie výsledkov CrystalMark. (viac - lepšie)



Obr. 25 - Grafické zobrazenie výsledkov Performance Test. (viac - lepšie)

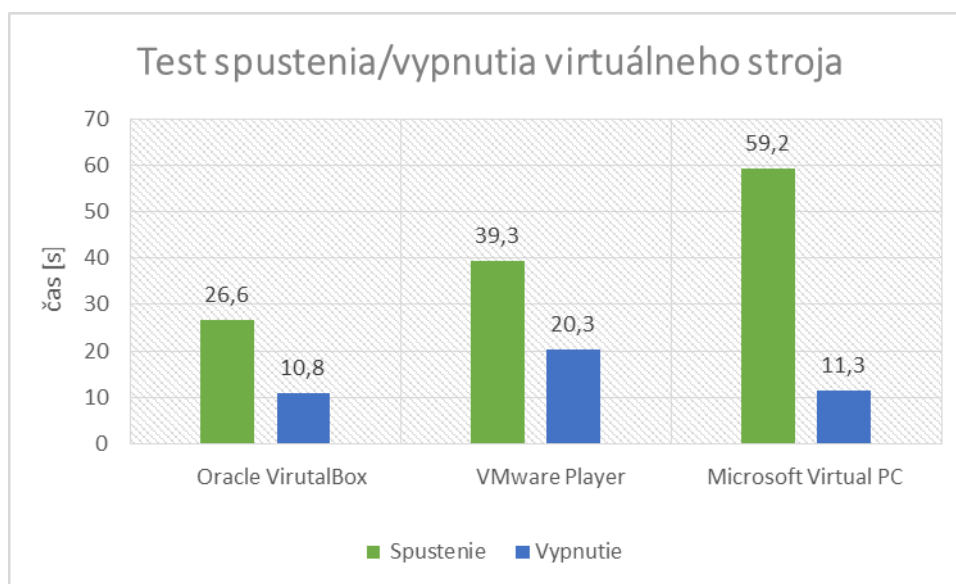
### 8.2.5 Test rýchlosti spustenia a vypnutia virtuálneho stroja

Čas spustenia a vypnutia tiež v istej miere vypovedá o výkonnosti virtualizačného systému. Rýchlosť akou sa dokáže systém vypnúť/zapnúť, súvisí so schopnosťou virtualizačného prostredia pracovať s obrazom virtuálneho stroja.

Test bol založený na jednoduchom meraní času spustenia systému a jeho vypnutia pomocou stopiek. V tabuľke sú uvedené spriemerované hodnoty zo štyroch opakovaní.

Tab. 7 - Výsledky rýchlosti spustenia a vypnutia virtuálneho stroja.

	Čas spustenia [s]	Čas vypnutia [s]
Oracle VirutalBox	26,6	10,8
VMware Player	39,3	20,3
Microsoft Virtual PC	59,2	11,3



Obr. 26 - Grafické vyjadrenie testu spustenia/vypnutia virtuálneho stroja.  
(menej - lepšie)

Najrýchlejšie sa dokázal zapnúť a vypnúť systém v Oracle VirtualBoxe. Najdlhšie sa zapínal systém v Microsoft Virtual PC ale jeho vypnutie bolo naopak príjemne rýchle. VMware Player dosiahol najdlhší čas vypínania virtuálneho stroja.

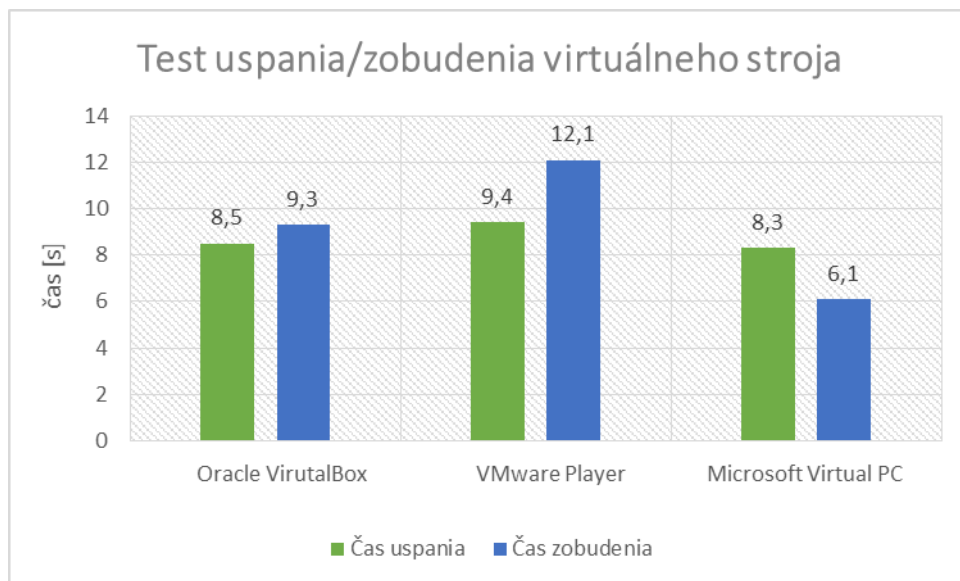
### 8.2.6 Test rýchlosti uspania a zobudenia virtuálneho stroja

Možnosť uspania virtuálneho stroja sa využíva na krátkodobé „vypnutie“ systému pričom sa neukončia aplikácie, ktoré užívateľ používal. Tento spôsob je rýchlejší ako vypnutie virtuálneho stroja.

Test je veľmi podobný ako v predchádzajúcej podkapitole. Zameriava sa na zmeranie času uspania a zobudenia virtuálneho stroja.

Tab. 8 - Výsledky rýchlosti uspania a zobudenia virtuálneho stroja.

	Čas uspania [s]	Čas zobudenia [s]
Oracle VirutalBox	8,5	9,3
VMware Player	9,4	12,1
Microsoft Virtual PC	8,3	6,1



Obr. 27 - Grafické vyjadrenie testu uspania/zobudenia virtuálneho stroja.  
(menej - lepšie)

Virtuálny stroj dokázal najrýchlejšie uspať Microsoft Virtual PC. Pri Oracle VirtualBox bol nameraný čas dlhší približne o 1s, oproti Microsoft Virtual PC. Rovnako aj pri prebúdzaní bol najrýchlejší Microsoft Virtual PC. VMware Player dosiahol najhoršie výsledky z testovaných softwarov.



### 8.2.7 WinRAR test

Praktický test pomocou kompresného programu WinRAR. V tomto teste by mal vo výsledku najväčšiu úlohu zohrávať procesor a rýchlosť čítania a zápisu pevného disku.

Pri teste som použil jeden veľký súbor o veľkosti 920MB a 1000 malých súborov, z ktorého každý mal veľkosť 100kB. Meral som čas zabalenia a rozbalenia jedného veľkého súboru s nastavenou najväčšou kompresiou. Rovnaký test som vykonal aj s malými súborami. Výsledky sú zapísané v tabuľke č. 9.

Tab. 9 - Výsledky WinRAR testu.

	Malé súbory		Veľký súbor	
	Čas zabalenia [s]	Čas rozbalenia [s]	Čas zabalenia [s]	Čas rozbalenia [s]
Oracle VirutalBox	31,9	6,5	507,0	48,2
VMware Player	30,8	7,6	504,5	52,4
Microsoft Virtual PC	33,4	6,8	489,3	54,5

Z výsledkov tohto testu sa nedá posúdiť, ktorý z programov je v tejto oblasti najlepší, pretože ich časy boli moc premenlivé. Je možné konštatovať, že programy sú na približne na rovnakej úrovni, pretože ani jeden s programov výslovne nevyniká nameraním časom.

### 8.3 Test z pohľadu zaťaženia na hosťovateľský systém

Táto podkapitola sa zaoberá vplyvom spusteného virtuálneho stroja na výkon hosťujúceho systému. Pretože oba systémy bežia na rovnakom hardwari, využívajú rovnaké zdroje. Prirodzene teda dochádza k určitému poklesu výkonu hosťujúceho systému. V tejto časti som sa pokúsil zistiť, ktorý z virtualizačných nástrojov má najmenší vplyv na výkon hosťujúceho systému, a aké percento výkonu potrebujú jednotlivé virtualizačné softwary pre svoj chod, pri plnom zaťažení.

Na test som použil rovnaké benchmarky ako v predchádzajúcej podkapitole. Na začiatku som zmeral výkon samotného hosťujúceho systému v nezaťaženom stave. Následne som spustil virtuálny stroj v jednom z testovaných softwarov a znovu spustil benchmarky na hosťujúcom systéme. Pri každom meraní som hosťovaný systém zaťažil pomocou stres-

testu programom HeavyLoad. Tento program vykonáva rôzne operácie s cieľom vytážiť systém na 100%. Obvykle sa používa na testovanie stability systémov.

Keďže princíp testov jednotlivých benchmarkov bol už popísaný vyššie, zamerlal som sa na vyhodnotenie jednotlivých meraní. Pre lepšiu predstavu výsledkov, je každej tabuľke vypočítaný pokles výkonu v %, pričom sa za východiskovú hodnotu považuje skóre hosťujúceho systému v nezaťaženom stave. Pri týchto testoch som neuviedol grafické závislosti jednotlivých výsledkov, pretože vypočítané percentuálne poklesy výkonu sa mi zdali dostatočne názorne.

### 8.3.1 Test poklesu výkonu procesora a pamäte pri záťaži

Z nameraných hodnôt PiTestu, uvedených v tabuľke č.10 je vidieť, pokles výkonu procesoru v rozmedzí od 18,7% do 21,7%. Z výsledkov je možné skonštatovať, že z testovaných softwarov Oracle VirtualBox najviac zaťažuje procesor. Rozdiely v záťaži medzi jednotlivými softwarmi však nie sú veľké.

*Tab. 10 - Výsledky poklesu výkonu procesora – PiTest.*

	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Pokles výkonu [%]
Hosťujúci systém	25 364	-
Oracle VirutalBox	30 878	21,7
VMware Player	30 118	18,7
Microsoft Virtual PC	30 487	20,2

Výsledok zaznamenaný v tabuľke č.11 hovorí v neprospech Oracle VirtualBoxu, rovnako ako predchádzajúce meranie. Jeho nepriaznivý vplyv na výkon procesoru bol vyčíslený na 16,7%. VMware Palyer a Microsoft Virtual PC dosiahli veľmi podobné výsledky v tomto teste.

Tab. 11 - Výsledky poklesu výkonu procesora - Prime Benchmark.

	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]	Pokles výkonu [%]
Hostující systém	15 734	-
Oracle VirutalBox	13 108	16,7
VMware Player	13 595	13,6
Microsoft Virtual PC	13 550	13,9

Geekbench2 (Tab.12) nameral najväčší pokles výkonu hostujúceho systému pri spustenom Microsoft Virtual PC. Výkon procesoru a operačnej pamäte hostujúceho operačného systému sa pri tomto softwari znížil o 1/3. Výsledky vplyvu ďalších dvoch virtualizačných softwarov sú o čosi menšie. Stále však predstavujú vysoké percento záťaže.

Tab. 12 - Výsledky poklesu výkonu procesora a rýchlosti operačnej pamäte - Geekbench2.

	Geekbench2 – Získané body [-]	Pokles výkonu [%]
Hostujúci systém	3393	-
Oracle VirutalBox	2446	27,9
VMware Player	2418	28,7
Microsoft Virtual PC	2252	33,6

Podľa hodnôt tabuľky č.13 nameraných pomocou Darcis Benchmark, sa ukazuje, že vplyv virtualizačných softwarov na priepustnosť pamäte bol pomerne malý v porovnaní s predchádzajúcimi testami. Zistený výsledný pokles výkonu bol v rozsahu od 5,9% do 8,3%.

Tab. 13 - Výsledky poklesu priepustnosti operačnej pamäte – Darcis Benchmarks.

	Darcis – Získané body [-]	Pokles výkonu [%]
Hostujúci systém	9610	-
Oracle VirutalBox	9040	5,9
VMware Player	8930	7,1
Microsoft Virtual PC	8810	8,3

### 8.3.2 Test poklesu výkonu pevného disku pri zát'azi

Pokles nameraný pri sekvenčnom zápise a čítaní disku bol značný. Podľa tabuľky č.14, pevný disk pri čítaní najviac zaťažil Microsoft Virtual PC. V zápise dosiahol najpomalšiu rýchlosť Oracle VirtualBox.

Tab. 14 - Výsledky poklesu rýchlosti sekvenčného prístupu – Parkdale.

	Rýchlosť sekvenčného zápisu [MB/s]	Rýchlosť sekvenčného čítania [MB/s]	Pokles rýchlosti zápisu [%]	Pokles rýchlosti čítania [%]
Hostujúci systém	67,8	69,7	-	-
Oracle VirtualBox	50,9	56,1	24,9	19,5
VMware Player	52,9	57,2	21,9	17,9
Microsoft Virtual PC	42,3	57,3	37,6	17,8

Pri náhodnom prístupe vyšli jednotlivé poklesy podstatne menšie v porovnaní so sekvenčným prístupom. Väčšina výsledkov sa vošla do 10% straty rýchlosti. Oracle VirtualBox docielil najmenšie zaťaženie z testovaných softwarov. Jediný väčší rozdiel sa objavil pri náhodnom čítaní VMware Playeru.

Tab. 15 - Výsledky poklesu rýchlosti náhodného prístupu – Parkdale.

	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]	Pokles rýchlosti zápisu [%]	Pokles rýchlosti čítania [%]
Hostujúci systém	1074,3	487,8	-	-
Oracle VirtualBox	1055,2	460,6	1,8	5,6
VMware Player	991,8	382,6	7,7	21,6
Microsoft Virtual PC	1005,3	427,3	6,4	12,4

### 8.3.3 Test poklesu grafického výkonu pri zát'azi

Keďže zaťažujúci program HeavyLoad vykonával operácie pre vytáženú grafiku, predpokladal sa určitý pokles výkonu aj v tejto kategórii. Výsledky testov však toto

očekávanie nepotvrdili. Najväčší pokles výkonu v 2D mal Oracle VirtualBox, a pri 3D VMware Player.

*Tab. 16 - Výsledky poklesu grafického výkonu - Darcis Benchmarks.*

	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	Pokles výkonu v 2D [%]	Pokles výkonu v 3D [%]
Hostujúci systém	9,03	25,6	-	-
Oracle VirutalBox	8,48	24,9	6,1	2,7
VMware Player	8,76	24,4	3,0	4,7
Microsoft Virtual PC	8,69	25,0	3,8	2,3

Ani podľa Performance Testu nedošlo v 2D a 3D teste k dramatickému poklesu výkonu žiadneho z troch testovaných virtualizačných softwarov. Tento benchmark však nameral väčší pokles pri spracovaní 2D grafiky ako Darcis Benchmark.

*Tab. 17 - Výsledky poklesu grafického výkonu – Performance Test.*

	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	Pokles výkonu v 2D [%]	Pokles výkonu v 3D [%]
Hostujúci systém	214,1	351,1	-	-
Oracle VirutalBox	198,2	341,2	7,4	2,8
VMware Player	200,9	339,8	6,2	3,2
Microsoft Virtual PC	194,3	345,5	7,8	1,6

#### **8.3.4 Test celkového poklesu výkonu pri zát'aži**

Výsledky uvedené v tabuľkách 18 a 19 reprezentujú celkový pokles výkonu hostujúceho systému. Podľa CrystalMarku najväčšiu zát'až pre systém predstavuje Oracle VirtualBox s 26,5%. VMware Player a Microsoft Virtual PC dosiahli skoro rovnaké výsledky s hodnotou 22%.

*Tab. 18 - Výsledky poklesu celkového výkonu – CrystalMark.*

	CrystalMark - Získané body [-]	Pokles výkonu [%]
Hostující systém	102 455	-
Oracle VirutalBox	75 300	26,5
VMware Player	79 826	22,1
Microsoft Virtual PC	79 229	22,7

Dost' podobný výsledek ponúkol aj Preformace Test (*Tab.19*). Potvrdilo sa že najväčšiu záťaž na systém predstavuje Oracel VirtualBox, nasleduje Microsoft Virtual PC a VMware Player.

*Tab. 19 - Výsledky poklesu celkového výkonu - Performace Test.*

	Performance Test - Získané body [-]	Pokles výkonu [%]
Hostující systém	725,4	-
Oracle VirutalBox	543,3	25,1
VMware Player	565,8	22,0
Microsoft Virtual PC	557,8	23,1

## ZÁVER

Virtualizácia reprezentuje širokú tému, v ktorej sa vzájomne prelína oblasť hardwaru a softwaru. Pretože nie je možné zmapovať celú oblasť virtualizácie, v práci som sa zamerlal na vysvetlenie základných pojmov tejto témy. V úvode teoretickej časti pojednávam o samostatnom pojme virtualizácia. V ďalších kapitolách sa sústreďujem na popis histórie, druhov hypervízorov a rozdelenia virtualizácie z rôznych hľadísk. Zameriavam sa na hlavných predstaviteľov lokálnej desktopovej virtualizácie, pričom popisujem ich vlastnosti a možnosti.

V prvej kapitole praktickej časti je uvedený popis prostredí jednotlivých virtualizačných softwarov. Ďalej sú v tejto kapitole vypracované návody pre vytvorenie virtuálneho stroja, v každom zo softwarov. V návodoch sú popísané jednotlivé kroky, s ktorými sa užívateľ stretne pri procese ich vytvárania.

Druhá kapitola praktickej časti je zameraná na testovanie virtualizačných softwarov. Toto testovanie pozostávalo z testov procesora, operačnej pamäte, pevného disku, grafického výkonu a niekoľkých praktických testov. Namerané výsledky z pohľadu výkonu virtualizovaného softwaru ukázali, že najvýkonnejším virtualizačným softwarom sa stal VMware Player. Oracle VirtualBox si vo väčšine testov držal druhú pozíciu. Microsoft Virtual PC dosiahol dobré výsledky pri teste operačnej pamäte a procesoru, doplatil však na zlé výsledky výkonu grafiky. Horšie dopadol aj pri teste pevného disku, preto v celkovom hodnotení vyšiel ako najmenej výkonný.

Test zameraný na zaťaženie hostiteľského systému je dôležitý hlavne pre menej výkonné počítače. Celkové namerané straty výkonu host'ovaného systému sa pohybovali v rozmedzí od 22 do 26%. Tieto čísla však závisia od konkrétnej testovacej zostavy. Najväčšie úbytky výkonu host'ujúceho systému sa objavili pri testoch procesoru a pevného disku. Ostatné komponenty nevykazovali až tak veľké poklesy výkonu. V komplexnom vyhodnotení predstavoval najmenšiu záťaž pre host'ujúci systém VMware Player. Tesne za ním nasledoval Microsoft Virtual PC a Oracle VirtualBox. Rozdiely v záťaži medzi jednotlivými softwarom boli v rozmedzí 1 až 2%. Vplyv záťaže na host'ujúci systém pri bežnej práci nebolo poznať.

S celkového pohľadu sa ako najlepšia voľba ukázal VMware Player. Síce neponúka niektoré možnosti, ktoré majú jeho konkurenti, dosiahol však najlepšie hodnotenie

v testech výkonu aj zát'aže. Vo všeobecnosti však testované software boli na porovnateľnej úrovni.



## ZÁVER V ANGLIČTINE

Virtualization represents a broad topic, in which hardware coexists with software. Because it is not possible to map the entire area of virtualization, the explanation of basic concepts of this topic was aimed at. The beginning of the theoretical part explains the very concept of virtualization. The following chapters focus on description of the history, types of hypervisors, and distribution virtualization from different perspectives. It focuses on the main representatives of local desktop virtualization and description of their options and possibilities were considered.

In the first chapter of the practical section the interfaces of virtualization software is described. Furthermore, instructions to create a virtual machine in each of these software in are drafted this chapter. The manual describes the steps which a user is encountered with in the process of their creation.

The second chapter of practical part is focused on testing virtualization software. Testing consisted of tests of CPU, RAM, hard drive, graphics performance and several practice tests. The measured results in terms of the performance of virtualized software presented that VMware Player was the most powerful virtualization software. Oracle VirtualBox held the second position in the majority of tests. Microsoft Virtual PC achieved good results in the test of memory and CPU, but fall short in graphics performance. Microsoft Virtual PC also had poor result in the test of hard drive. So, in the overall assessment it came as the least powerful.

Test in terms of load on the host system is especially important for less powerful computers. The total measured power losses of hosted system were ranged from 22 to 26%. These numbers vary depending on the particular tested configuration. The largest decreases of performance of host system appeared in the tests of CPU and hard drive. Other components did not show up so large decreases in performance. VMware Player presents the least burden on the host system. It was closely followed by Microsoft Virtual PC and Oracle VirtualBox. Differences in load between software were of around 1 to 2%. Effects of load on the visitors system during normal operation mode were not known.

To conclude, the best choice has proven to be VMware Player. Although it does not offer some options to its competitors, it secured the best rating in performance and load tests. In general, each of tested software has been at a comparable level.

**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY**

- [1] Techniky virtualizace počítačů (2). *Zpravodaj ÚVT MU Bulletin pro zájemce o výpočetní techniku na Masarykově univerzitě*. 2007, XVII, č. 3, s. 9-12. ISSN 1212-0901. Dostupné z: [http://www.ics.muni.cz/bulletin/clanky\\_tisk/540.pdf](http://www.ics.muni.cz/bulletin/clanky_tisk/540.pdf)
- [2] Virtualizace. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Virtualizace>
- [3] Čo je to virtualizácia?. *V-Portal.sk* [online]. [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://www.v-portal.sk/2011/01/co-je-to-virtualizacia>
- [4] History of Virtualization. *Everything VM* [online]. [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://www.everythingvm.com/content/history-virtualization>
- [5] Virtualizácia. *Exe* [online]. [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://www.exe.sk/sk/it-sluzby-riesenia/it-outsourcing/segment-enterprise/virtualizacia/>
- [6] Virtualization Basics: How Virtualization Works. *VMware* [online]. [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://www.vmware.com/virtualization/virtualization-basics/how-virtualization-works.html>
- [7] RUEST, Danielle a Nelson RUEST. *Virtualizace: podrobný průvodce*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 408 s. ISBN 978-80-251-2676-9.
- [8] Virtualizace PC. *Radirna* [online]. [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://www.radirna.cz/software/virtualizace-pc.html>
- [9] CP/CMS. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/CP/CMS>
- [10] History of Virtualization. *InfoBarrel* [online]. [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: [http://www.infobarrel.com/History\\_of\\_Virtualization](http://www.infobarrel.com/History_of_Virtualization)
- [11] Virtualization – A Little History. GANORE, Pravin. *Esds* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://blog.esds.co.in/virtualization-a-little-history/>
- [12] Virtualizácia serverov – základný kameň pri budovaní cloudu. KUNA, Marian. *Infoware* [online]. 2011 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z:

<http://www.itnews.sk/tituly/infoware/2011-05-09/c139752-virtualizacia-serverov-zakladny-kamen-pri-budovani-cloudu>

- [13] Hypervisor. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor>
- [14] Is VMware Workstation a type 1 or type 2 hypervisor?. *WindowsITPro* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://windowsitpro.com/virtualization/q-vmware-workstation-type-1-or-type-2-hypervisor>
- [15] Virtual server. *Citizendium* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: [http://en.citizendium.org/wiki/Virtual\\_server](http://en.citizendium.org/wiki/Virtual_server)
- [16] Type 1 vs type 2 hypervisor. *Virtual Computer* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.virtualcomputer.com/type-1-vs-type-2-hypervisor>
- [17] Techniky virtualizace počítačů. *Zpravodaj ÚVT MU Bulletin pro zájemce o výpočetní techniku na Masarykově univerzitě*. 2007, XVII, č. 3, s. 9-12. ISSN 1212-0901. Dostupné z: [http://www.ics.muni.cz/bulletin/clanky\\_tisk/545.pdf](http://www.ics.muni.cz/bulletin/clanky_tisk/545.pdf)
- [18] Virtualizace pomocí Novell Open Enterprise Server 2. DVOŘÁKOVÁ, Jana. NOVELL. *ISSS* [online]. 2008 [cit. 2013-06-10]. Dostupné z: [http://www.issc.cz/archiv/2008/download/prezentace/dvorakova\\_novell.pdf](http://www.issc.cz/archiv/2008/download/prezentace/dvorakova_novell.pdf)
- [19] Co to je virtualizace - slovník. *Virtuální pc* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.virtualnipc.cz/co-to-je-virtualizace/slovník/>
- [20] Virtuální servery. *Jak vybrat hosting* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.jakvybrathosting.cz/virtualni-servery-vps/>
- [21] Paravirtualization Basics. *The customize windows* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://thecustomizewindows.com/2011/09/paravirtualization-basics/>
- [22] Understanding Hardware-Assisted Virtualization. *Webopedia* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: [http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer\\_Science/2007/hardware\\_assisted\\_virtualization.asp](http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer_Science/2007/hardware_assisted_virtualization.asp)

- [23] Understanding Hardware-Assisted Virtualization. *Admin magazine* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.admin-magazine.com/Articles/Hardware-assisted-Virtualization>
- [24] Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist. VMWARE. *VMware* [online]. 2007 [cit. 2013-06-10]. Dostupné z: [http://www.vmware.com/files/pdf/VMware\\_paravirtualization.pdf](http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf)
- [25] Není virtuál jako virtuál. MARVAN, Filip. *Diit.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/virtualizace-na-urovni-operacniho-systemu>
- [26] Virtualizace na úrovni jádra operačního systému. TOMEČEK, Jaroslav. *AbcLinuxu* [online]. 2007 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.abclinuxu.cz/clanky/system/virtualizace-na-urovni-jadra-operacniho-systemu>
- [27] The Difference Between Server and Desktop Virtualization?. BEAL, Vangie. *Webopedia* [online]. 2010 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: [http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer\\_Science/difference\\_between\\_server\\_and\\_desktop\\_virtualization.html](http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer_Science/difference_between_server_and_desktop_virtualization.html)
- [28] Virtualizácia serverov. BAČA, Daniel. *IT news*. [online]. 2013 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.itnews.sk/2013-02-07/c154110-virtualizacia-serverov>
- [29] Virtualizácia. *Zeom* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <https://www.zeom.sk/sk/virtualizacia>
- [30] Virtualizácia stolových počítačov. MICROSOFT. *Microsoft* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.microsoft.com/slovakia/virtualizacia/produkty/virtualizacia-stolovych-pocitacov.aspx>
- [31] Desktop virtualization. BRODKIN, Jon. *Network world* [online]. 2009 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.networkworld.com/news/2009/021909-desktop-virtualization-faq.html>
- [32] Desktop Virtualization vs Virtual Desktop Infrastructure. In: HESS, Ken. *ZD Net* [online]. 2011 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.zdnet.com/blog/virtualization/desktop-virtualization-vs-virtual-desktop-infrastructure/3390>

- [33] Itnews. LACKO, Ľuboslav. *Infoware* [online]. 13.04.2011 [cit. 2013-01-26]. Dostupné z: <http://www.itnews.sk/tituly/infoware/2011-04-13/c139458-serial-virtualizacia>
- [34] Introduction to the Benefits of Local Desktop Virtualization. *Enterprise Management Associates* [online]. 2009 [cit. 2013-06-10]. Dostupné z: [http://download.microsoft.com/download/5/7/0/570BECAE-0F3E-4E4C-8DC1-8DD1711933ED/EMA\\_Microsoft-MED-V\\_B%20-%2020090331a.pdf](http://download.microsoft.com/download/5/7/0/570BECAE-0F3E-4E4C-8DC1-8DD1711933ED/EMA_Microsoft-MED-V_B%20-%2020090331a.pdf)
- [35] Desktop Virtualization Strategy. *Microsoft* [online]. 2008 [cit. 2013-06-10]. Dostupné z: [http://download.microsoft.com/download/6/F/8/6F8EF4EA-26BD-48EA-BF45-BFF00A3B5990/Microsoft%20Client%20Virtualization%20Strategy%20White%20Paper\\_final.pdf](http://download.microsoft.com/download/6/F/8/6F8EF4EA-26BD-48EA-BF45-BFF00A3B5990/Microsoft%20Client%20Virtualization%20Strategy%20White%20Paper_final.pdf)
- [36] What is software Virtualization?. *The art of service* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://artofservice.com.au/what-is-software-virtualization/>
- [37] ORACLE. *VirtualBox* [online]. 2013 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <https://www.virtualbox.org/>
- [38] Manual. ORACLE. *VirtualBox* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <https://www.virtualbox.org/manual/ch01.html>
- [39] VMware ® Player™. VMWARE. *VMware* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.vmware.com/products/player/overview.html>
- [40] VMware Player 1.0 Release Notes. VMWARE. *VMware* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: [http://www.vmware.com/support/player/doc/releasenotes\\_player.html](http://www.vmware.com/support/player/doc/releasenotes_player.html)
- [41] VMware Player. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/VMware\\_Player](http://en.wikipedia.org/wiki/VMware_Player)
- [42] What is Microsoft Virtual PC. *Solarwinds* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.solarwinds.com/it-management-glossary/what-is-microsoft-virtual-pc.aspx>

- [43] Windows Virtual PC. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Windows\\_Virtual\\_PC](http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Virtual_PC)
- [44] Review: Virtual Machine Software For The Desktop. YEGULALP, Serdar. [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.informationweek.com/software/infrastructure/review-virtual-machine-software-for-the/209100233?pgno=2>
- [45] Windows Virtual PC preberá žezlo v oblasti klientskej virtualizácie. LACKO, Ľuboslav. *Zive* [online]. 2009 [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.zive.sk/windows-virtual-pc-prebera-zezlo-v-oblasti-klientskej-virtualizacie/sc-3-a-285353/default.aspx>
- [46] Install and use Windows XP Mode in Windows 7. MICROSOFT. *Windows* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://windows.microsoft.com/en-US/windows7/install-and-use-windows-xp-mode-in-windows-7>
- [47] Energy Efficiency. VMWARE. *VMware* [online]. [cit. 2013-06-09]. Dostupné z: <http://www.vmware.com/solutions/green-it/>

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

API	Application Programming Interface
CMS	Console Monitor Systém
CP	Control Program
CPU	Central Processing Unit
OS	Operating System
OVF	Open Virtualization Format
PC	Personal Computer
RAM	Random-access memory
USB	Universal Serial Bus
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
VM	Virtual Machine
VMM	Virtual Machine Monitor
XML	eXtensible Markup Language

**ZOZNAM OBRÁZKOV**

<i>Obr. 1 - Porovnanie tradičnej (vľavo) a virtuálnej architektúry (vpravo). [6].....</i>	11
<i>Obr. 2 - Schéma hypervízoru typu 1. [15] .....</i>	16
<i>Obr. 3 - Schéma hypervízoru typu 2. [15] .....</i>	16
<i>Obr. 4 - Schéma plnej virtualizácie. [18] .....</i>	18
<i>Obr. 5 - Schéma paravirtualizácie. [18] .....</i>	19
<i>Obr. 6 - Zobrazenie úrovni oprávnení.[24] .....</i>	20
<i>Obr. 7 - Príklad virtualizácie serverov. [29].....</i>	21
<i>Obr. 9 - Prostredie Oracle VirtualBox. ....</i>	31
<i>Obr. 10 - Priebeh vytvárania virtuálneho stroja. Vľavo - okno nastavenia veľkosti operačnej pamäte, vpravo - okno nastavenia typu pevného disku. ....</i>	31
<i>Obr. 12 - Prostredie VMware Player. ....</i>	33
<i>Obr. 13 - Priebeh vytvárania virtuálneho stroja. Vľavo – vybratie zdroja operačného systému, vpravo nastavenia pevného disku. ....</i>	34
<i>Obr. 14 - Prostredie Microsoft Virtual PC.....</i>	35
<i>Obr. 16 Grafické vyjadrenie výsledkov PiTestu. (menej - lepšie).....</i>	39
<i>Obr. 18 - Grafické vyjadrenie výsledkov GeekBench2. (viac - lepšie) .....</i>	40
<i>Obr. 20 - Grafické vyjadrenie výsledkov sekvenčného prístupu – Parkdale. ....</i>	42
<i>Obr. 21 - Grafické vyjadrenie výsledkov náhodného prístupu – Parkdale.....</i>	43
<i>Obr. 22 - Grafické zobrazenie výsledkov Darcis Benchmarks. (viac - lepšie) .....</i>	44
<i>Obr. 24 - Grafické zobrazenie výsledkov CrystalMark. (viac - lepšie).....</i>	46
<i>Obr. 26 - Grafické vyjadrenie testu spustenia/vypnutia virtuálneho .....</i>	47
<i>Obr. 27 - Grafické vyjadrenie testu uspania/zobudenia virtuálneho stroja. ....</i>	48



**ZOZNAM TABULIEK**

<i>Tab. 1 - Výsledky testu výkonu procesora. ....</i>	38
<i>Tab. 2 - Výsledky testu výkonu procesora a pamäte. ....</i>	39
<i>Tab. 3 - Výsledky testu sekvenčného prístupu pomocou programu Parkdale. ....</i>	42
<i>Tab. 4 - Výsledky testu náhodného prístupu pomocou programu Parkdale. ....</i>	42
<i>Tab. 5 - Výsledky testu grafického výkonu. ....</i>	44
<i>Tab. 6 - Výsledky celkového výkonnostného testu. ....</i>	45
<i>Tab. 7 - Výsledky rýchlosti spustenia a vypnutia virtuálneho stroja. ....</i>	47
<i>Tab. 8 - Výsledky rýchlosti uspania a zobudenia virtuálneho stroja. ....</i>	48
<i>Tab. 9 - Výsledky WinRAR testu. ....</i>	49
<i>Tab. 10 - Výsledky poklesu výkonu procesora – PiTest. ....</i>	50
<i>Tab. 11 - Výsledky poklesu výkonu procesora - Prime Benchmark. ....</i>	51
<i>Tab. 12 - Výsledky poklesu výkonu procesora a rýchlosti operačnej pamäte - Geekbench2. ....</i>	51
<i>Tab. 13 - Výsledky poklesu priepustnosti operačnej pamäte – Darcis Benchmarks. ....</i>	51
<i>Tab. 14 - Výsledky poklesu rýchlosti sekvenčného prístupu – Parkdale. ....</i>	52
<i>Tab. 15 - Výsledky poklesu rýchlosti náhodného prístupu – Parkdale. ....</i>	52
<i>Tab. 16 - Výsledky poklesu grafického výkonu - Darcis Benchmarks. ....</i>	53
<i>Tab. 17 - Výsledky poklesu grafického výkonu – Performance Test. ....</i>	53
<i>Tab. 18 - Výsledky poklesu celkového výkonu – CrystalMark. ....</i>	54
<i>Tab. 19 - Výsledky poklesu celkového výkonu - Performace Test. ....</i>	54

## **ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha P I: NAMERANÉ TABUĽKY

Príloha P II: NÁVODY VYTVORENIA VIRTUÁLNEHO STROJA

## PRÍLOHA P I: NAMERANÉ TABUĽKY

### Test výkonu procesora a operačnej pamäte

Oracle VirutalBox				
	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]	Geekbench2 – Získané body [-]	Darcis Benchamrk - Priepustnosť pamäte [MB/s]
Meranie 1	50599	7453	2333	6742
Meranie 2	48102	7363	2335	6763
Meranie 3	48124	7343	2338	6770
Meranie 4	47570	7413	2337	6766
Priemer	48599	7393	2336	6760

VMware Player				
	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]	Geekbench2 – Získané body [-]	Darcis Benchamrk - Priepustnosť pamäte [MB/s]
Meranie 1	45012	7830	2402	7276
Meranie 2	43814	7919	2397	7256
Meranie 3	44001	7909	2400	7272
Meranie 4	42869	7862	2398	7277
Priemer	43924	7880	2399	7270

Microsoft Virtual PC				
	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]	Geekbench2 – Získané body [-]	Darcis Benchamrk - Priepustnosť pamäte [MB/s]
Meranie 1	43716	7822	2645	8161
Meranie 2	43921	7879	2646	8181
Meranie 3	41797	7892	2638	8190
Meranie 4	45678	7880	2641	8186
Priemer	43778	7868	2643	8180

## Test využitia pevného disku

Oracle VirutalBox				
	Rýchlosť sekvenčného čítania [MB/s]	Rýchlosť sekvenčného zápisu [MB/s]	Rýchlosť náhodného čítania [kB/s]	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]
Meranie 1	71,5	26,3	451,4	249,4
Meranie 2	54,4	39,6	109,7	836,9
Meranie 3	69,2	37,1	291,8	798,7
Meranie 4	51,4	43,2	314,2	610,2
Priemer	61,6	36,6	291,8	623,8

VMware Player				
	Rýchlosť sekvenčného čítania [MB/s]	Rýchlosť sekvenčného zápisu [MB/s]	Rýchlosť náhodného čítania [kB/s]	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]
Meranie 1	47,4	43,7	513,1	1205,7
Meranie 2	51,1	37,4	171,8	785,2
Meranie 3	61,7	49,4	601,7	855,6
Meranie 4	56,1	42,9	238,6	974,6
Priemer	54,1	43,4	381,3	955,3

Microsoft Virtual PC				
	Rýchlosť sekvenčného čítania [MB/s]	Rýchlosť sekvenčného zápisu [MB/s]	Rýchlosť náhodného čítania [kB/s]	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]
Meranie 1	42,8	36,7	228,1	551,9
Meranie 2	68,2	17,7	129,5	337,4
Meranie 3	52,9	20,2	429,4	146,4
Meranie 4	65,7	25,1	128,9	167,9
Priemer	57,4	24,9	229,0	300,9

## Test grafického výkonu

Oracle VirutalBox				
	Darcis Benchmarks		Performance Test	
	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]
Meranie 1	5,57	13,4	693,1	401,6
Meranie 2	5,59	13,1	702,4	397,9
Meranie 3	5,55	13,3	700,3	393,1
Meranie 4	5,58	13,1	693,9	399,7
Priemer	5,57	13,2	697,4	398,1

VMware Player				
	Darcis Benchmarks		Performance Test	
	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]
Meranie 1	5,79	14,2	808,9	441,4
Meranie 2	5,78	14,5	801,1	442,9
Meranie 3	5,83	14,5	804,7	436,8
Meranie 4	5,82	14,6	801,2	440,1
Priemer	5,81	14,5	804,0	440,3

Microsoft Virtual PC				
	Darcis Benchmarks		Performance Test	
	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]
Meranie 1	2,52	0	234,1	0
Meranie 2	2,53	0	229,2	0
Meranie 3	2,48	0	231,4	0
Meranie 4	2,53	0	230,2	0
Priemer	2,52	0	231,2	0

## Celkový výkonnostný test

Oracle VirutalBox		
	CrystalMark - Získané body [-]	Performance Test - Získané body [-]
Meranie 1	46 221	603,9
Meranie 2	44 873	603,6
Meranie 3	45 956	602,9
Meranie 4	46 442	603,8
Priemer	45 873	603,6

VMware Player		
	CrystalMark - Získané body [-]	Performance Test - Získané body [-]
Meranie 1	47 181	620,2
Meranie 2	46 762	621,1
Meranie 3	46 621	620,4
Meranie 4	46 803	620,8
Priemer	46 842	620,6

Microsoft Virtual PC		
	CrystalMark - Získané body [-]	Performance Test - Získané body [-]
Meranie 1	41 811	568,3
Meranie 2	42 445	568,9
Meranie 3	43 034	568,8
Meranie 4	42 810	569,6
Priemer	42 525	568,9

### Test rýchlosti vypnutia/zapnutia, uspania/zobudená virtuálneho stroja

Oracle VirutalBox				
	Čas spustenia [s]	Čas vypnutia [s]	Čas uspania [s]	Čas zobudená [s]
Meranie 1	25,6	12,1	8,2	9,6
Meranie 2	24,6	9,7	8,8	10,2
Meranie 3	28,7	10,1	8,4	8,2
Meranie 4	27,4	11,2	8,7	9,1
Priemer	26,6	10,8	8,5	9,3

VMware Player				
	Čas spustenia [s]	Čas vypnutia [s]	Čas uspania [s]	Čas zobudená [s]
Meranie 1	58,7	25,2	12,4	12,1
Meranie 2	29,3	19,3	7,6	14,1
Meranie 3	28,4	17,1	8,4	13,2
Meranie 4	40,8	19,7	9,2	8,7
Priemer	39,3	20,3	9,4	12,1

Microsoft Virtual PC				
	Čas spustenia [s]	Čas vypnutia [s]	Čas uspania [s]	Čas zobudená [s]
Meranie 1	72,8	10,3	7,7	5,7
Meranie 2	49,2	12,6	9,3	6,1
Meranie 3	57,4	10,5	7,7	6,3
Meranie 4	57,5	11,7	8,6	6,4
Priemer	59,2	11,3	8,3	6,1

## WinRAR test

Oracle VirutalBox				
	Malé súbory		Veľký súbor	
	Čas zabalenia [s]	Čas rozbalenia [s]	Čas zabalenia [s]	Čas rozbalenia [s]
Meranie 1	33,1	6,9	512,4	48,1
Meranie 2	29,7	5,5	494,8	46,2
Meranie 3	31,8	6,7	503,2	52,2
Meranie 4	32,9	6,8	517,6	46,2
Priemer	31,9	6,5	507,0	48,2

VMware Player				
	Malé súbory		Veľký súbor	
	Čas zabalenia [s]	Čas rozbalenia [s]	Čas zabalenia [s]	Čas rozbalenia [s]
Meranie 1	28,8	6,8	517,4	53,2
Meranie 2	30,6	7,1	494,5	52,2
Meranie 3	31,8	7,8	500,9	49,9
Meranie 4	31,8	8,6	505,2	54,2
Priemer	30,8	7,6	504,5	52,4

Microsoft Virtual PC				
	Malé súbory		Veľký súbor	
	Čas zabalenia [s]	Čas rozbalenia [s]	Čas zabalenia [s]	Čas rozbalenia [s]
Meranie 1	36,1	6,8	494,1	52,5
Meranie 2	30,4	6,2	500,4	53,9
Meranie 3	35,1	6,9	479,3	55,5
Meranie 4	31,9	7,1	483,3	56,2
Priemer	33,4	6,8	489,3	54,5



### Test poklesu výkonu procesora a pamäte pri zát'aži

Host'ujúci systém				
	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]	Geekbench2 – Získané body [-]	DarcisBenchamrk - Priepustnosť pamäte [MB/s]
Meranie 1	25591	15735	3397	9610
Meranie 2	25454	15734	3386	9609
Meranie 3	24964	15725	3393	9614
Meranie 4	25448	15743	3396	9608
Priemer	25364	15734	3393	9610

Oracle VirutalBox				
	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]	Geekbench2 – Získané body [-]	DarcisBenchamrk - Priepustnosť pamäte [MB/s]
Meranie 1	31046	13033	2442	9040
Meranie 2	30804	13163	2449	9038
Meranie 3	30876	13108	2444	9038
Meranie 4	30785	13127	2447	9042
Priemer	30878	13108	2446	9040

VMware Player				
	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]	Geekbench2 – Získané body [-]	DarcisBenchamrk - Priepustnosť pamäte [MB/s]
Meranie 1	30069	13435	2417	8929
Meranie 2	30076	13838	2416	8931
Meranie 3	30107	13512	2419	8930
Meranie 4	30218	13596	2419	8928
Priemer	30118	13595	2418	8930

Microsoft Virtual PC				
	PiTest - Rýchlosť výpočtu [ms]	Prime Benchmark - Počet prvočísel [n]	Geekbench2 – Získané body [-]	DarcisBenchamrk - Priepustnosť pamäte [MB/s]
Meranie 1	30485	14040	2252	8809
Meranie 2	30476	13504	2251	8809
Meranie 3	30511	13372	2253	8812
Meranie 4	30475	13285	2250	8810
Priemer	30487	13550	2252	8810

### Test poklesu výkonu pevného disku pri záťaži

Host'ujúci systém				
	Rýchlosť sekvenčného čítania [MB/s]	Rýchlosť sekvenčného zápisu [MB/s]	Rýchlosť náhodného čítania [kB/s]	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]
Meranie 1	65,8	69,9	1474,7	308,1
Meranie 2	73,2	71,7	941,2	427,8
Meranie 3	68,9	73,1	760,1	627,7
Meranie 4	63,3	63,9	1121,3	587,4
Priemer	67,8	69,7	1074,3	487,8

Oracle VirutalBox				
	Rýchlosť sekvenčného čítania [MB/s]	Rýchlosť sekvenčného zápisu [MB/s]	Rýchlosť náhodného čítania [kB/s]	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]
Meranie 1	62,7	42,7	1455,1	520,8
Meranie 2	42,1	65,1	1093,2	361,7
Meranie 3	52,9	64,3	780,6	469,4
Meranie 4	45,8	52,4	891,8	490,4
Priemer	50,9	56,1	1055,2	460,6

VMware Player				
	Rýchlosť sekvenčného čítania [MB/s]	Rýchlosť sekvenčného zápisu [MB/s]	Rýchlosť náhodného čítania [kB/s]	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]
Meranie 1	42,8	63,2	984,1	394,9
Meranie 2	61,7	57,7	1089,8	283,1
Meranie 3	51,9	48,2	790,7	423,5
Meranie 4	55,1	59,7	1102,5	428,7
Priemer	52,9	57,2	991,8	382,6

Microsoft Virtual PC				
	Rýchlosť sekvenčného čítania [MB/s]	Rýchlosť sekvenčného zápisu [MB/s]	Rýchlosť náhodného čítania [kB/s]	Rýchlosť náhodného zápisu [kB/s]
Meranie 1	42,3	65,5	905,1	407,1
Meranie 2	59,1	62,1	895,3	447,4
Meranie 3	32,4	49,2	1015,2	527,7
Meranie 4	35,5	52,3	1205,7	327,1
Priemer	42,3	57,3	1005,3	427,3

### Test poklesu grafického výkonu pri záťaži

Hostujúci systém				
	Darcis Benchmarks		Performance Test	
	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]
Meranie 1	9,11	25,5	212,2	354,1
Meranie 2	9,01	25,4	217,7	347,6
Meranie 3	9,02	25,7	215,1	352,7
Meranie 4	9,00	25,6	215,4	350,1
Priemer	9,03	25,6	214,1	351,1

Oracle VirutalBox				
	Darcis Benchmarks		Performance Test	
	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]
Meranie 1	8,45	24,8	196,1	347,6
Meranie 2	8,48	25,1	206,5	332,7
Meranie 3	8,48	24,8	197,9	340,5
Meranie 4	8,49	24,7	192,2	343,9
Priemer	8,48	24,9	198,2	341,2

VMware Player				
	Darcis Benchmarks		Performance Test	
	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]
Meranie 1	8,79	24,5	205,1	343,1
Meranie 2	8,75	24,5	197,8	339,7
Meranie 3	8,74	24,1	198,9	337,1
Meranie 4	8,76	24,6	201,7	339,1
Priemer	8,76	24,4	200,9	339,8

Microsoft Virtual PC				
	Darcis Benchmarks		Performance Test	
	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]	2D - Získané body [-]	3D - Získané body [-]
Meranie 1	8,74	24,9	196,1	348,1
Meranie 2	8,70	25,2	197,3	341,4
Meranie 3	8,67	24,7	191,5	343,3
Meranie 4	8,66	25,2	192,4	349,2
Priemer	8,69	25,0	194,3	345,5

### Test celkového poklesu výkonu pri zát'azi

Host'ujúci systém		
	CrystalMark - Získané body [-]	Performance Test - Získané body [-]
Meranie 1	101 951	725,7
Meranie 2	103 345	725,4
Meranie 3	101 578	725,5
Meranie 4	102 945	724,9
Priemer	102 455	725,4

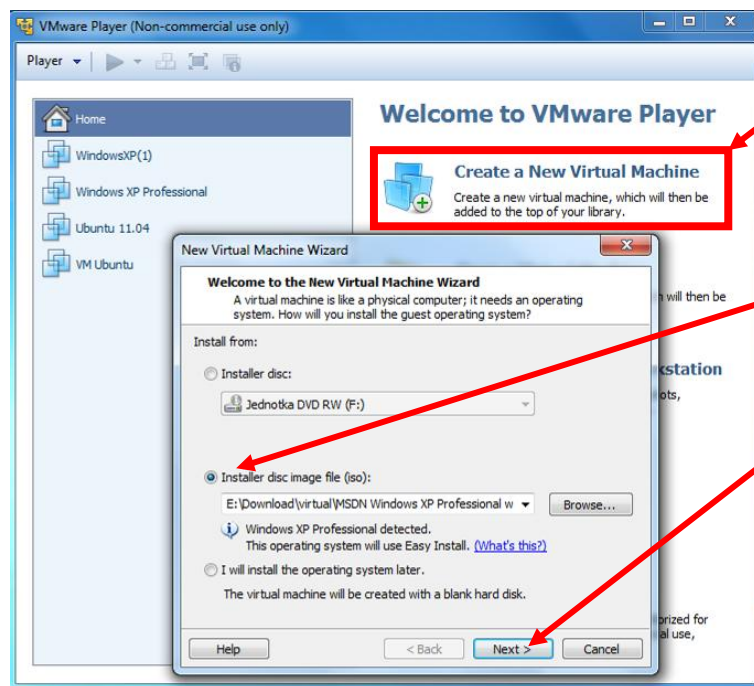
Oracle VirutalBox		
	CrystalMark - Získané body [-]	Performance Test - Získané body [-]
Meranie 1	74 354	542,1
Meranie 2	75 150	543,3
Meranie 3	76 241	544,7
Meranie 4	75 456	543,2
Priemer	75 300	543,3

VMware Player		
	CrystalMark - Získané body [-]	Performance Test - Získané body [-]
Meranie 1	80 013	566,1
Meranie 2	79 841	565,9
Meranie 3	79 926	565,8
Meranie 4	79 524	565,7
Priemer	79 826	565,8

Microsoft Virtual PC		
	CrystalMark - Získané body [-]	Performance Test - Získané body [-]
Meranie 1	79 414	557,5
Meranie 2	78 988	557,5
Meranie 3	78 784	557,2
Meranie 4	79 729	558,9
Priemer	79 229	557,8

# PRÍLOHA P II: NÁVODY VYTVORENIA VIRTUÁLNEHO STROJA

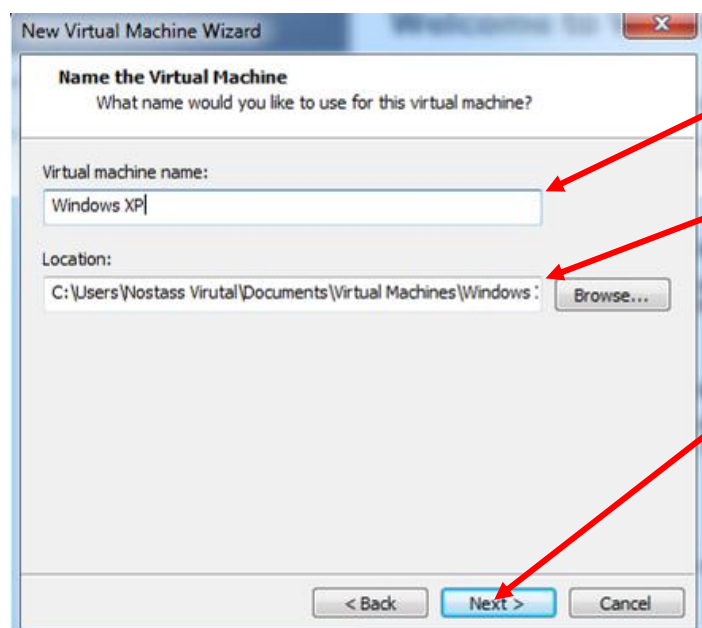
## VMware Player



1. Spustenie sprievodcu vytváraním virtuálneho stroja

2. Vybratie zdroja inštalácie

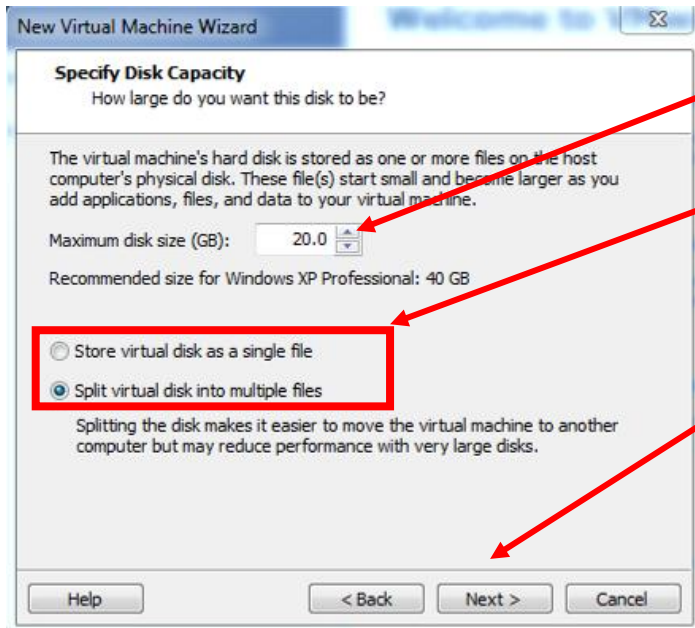
3. Potvrdenie voľby



4. Pomenovanie virtuálneho stroja

5. Zvolenie umiestnenia virtuálneho stroja

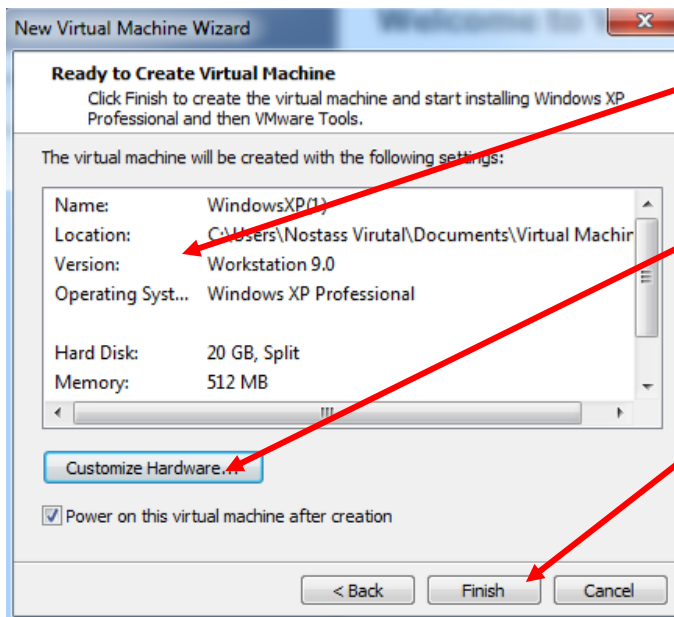
6. Potvrdenie voľby



7. Zvolenie veľkosti pevného disku

8. Možnosti uloženia disku  
- jeden veľký súbor  
- viacero súborov

9. Potvrdenie voľby



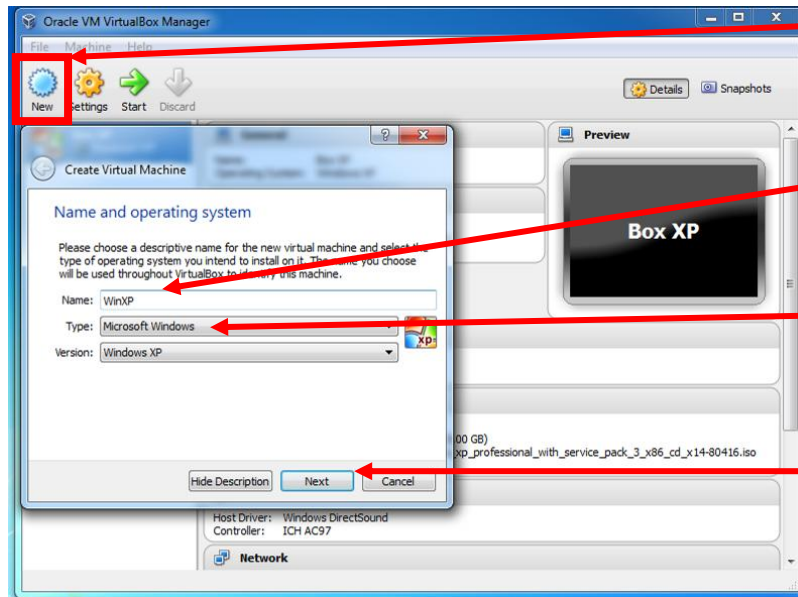
Sumarizácia nastavenia virtuálneho stroja

Pokročilé možnosti nastavenia virtuálneho stroja

10. Vytvorenie virtuálneho stroja



# Oracle VirtualBox

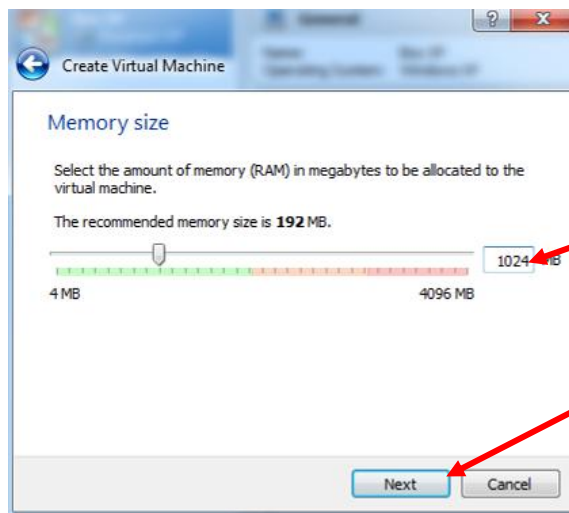


1. Spustenie sprievodcu vytváraním virtuálneho stroja

2. Pomenovanie virtuálneho stroja

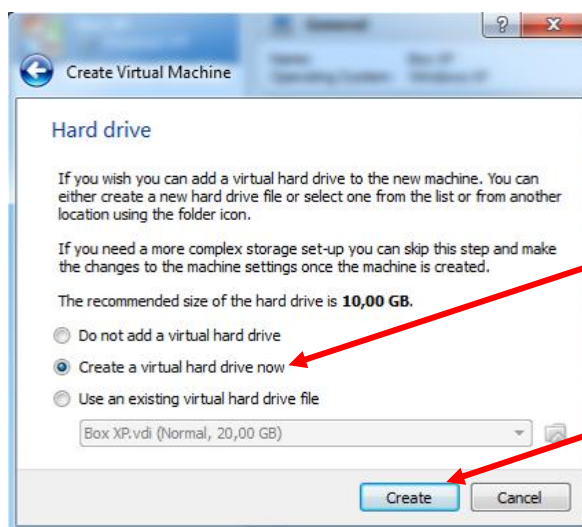
3. Možnosť zvolenia typu a verzie operačného systému

4. Potvrdenie voľby



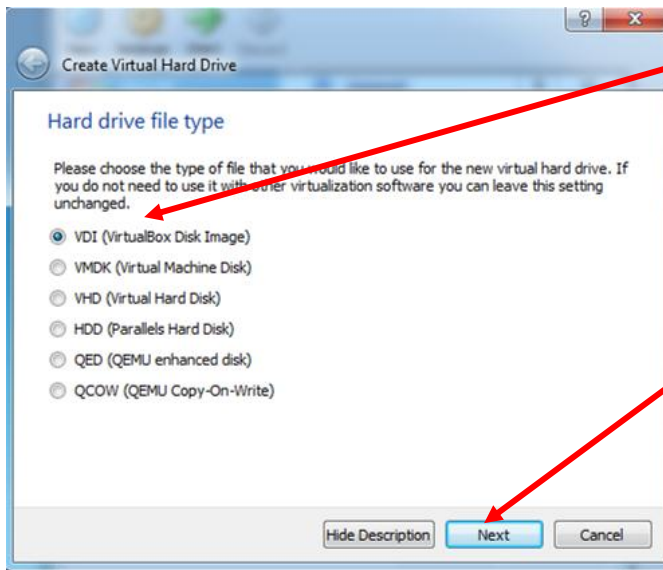
5. Nastavenie veľkosti operačnej pamäte

6. Potvrdenie voľby



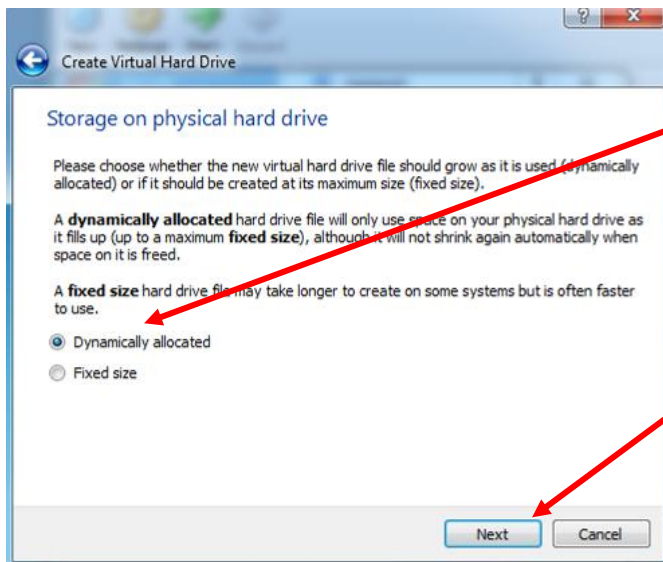
7. Vytvorenie virtuálneho pevného disku

8. Potvrdenie voľby



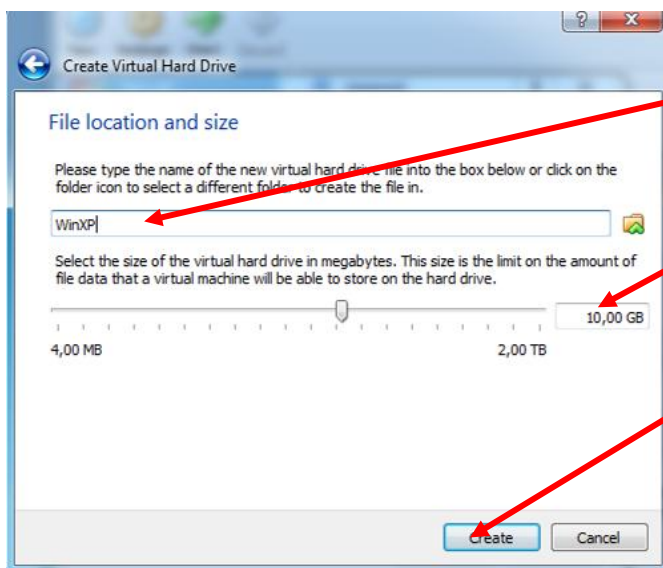
9. Možnosť zvolenia rôznych formátov virtuálneho pevného disku

10. Potvrdenie voľby



11. Možnosť zvolenia pevnej veľkosti disku alebo dynamickej alokácie miesta pre disk

12. Potvrdenie voľby

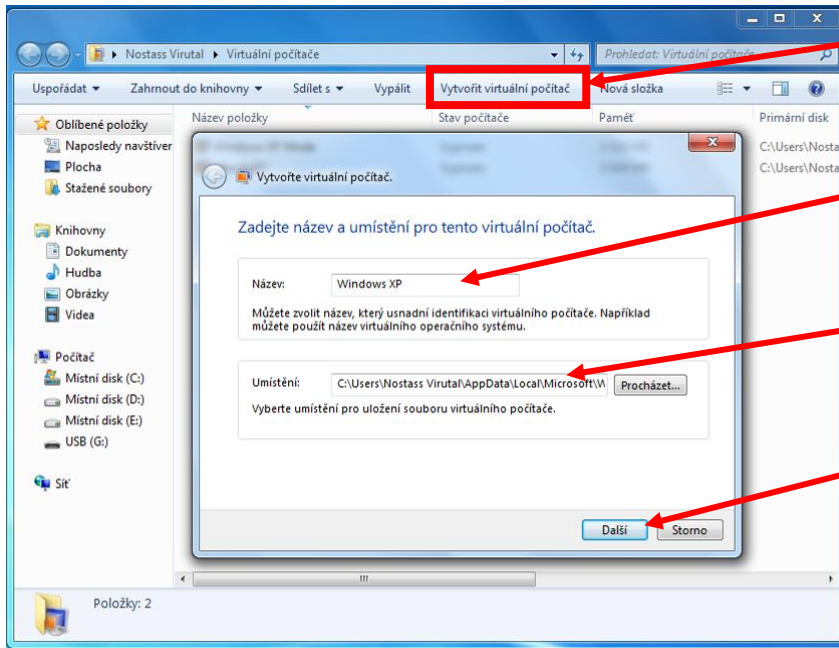


13. Pomenovanie pevného disku

14. Veľkosť virtuálneho pevného disku

15. Vytvorenie virtuálneho stroja

## Microsoft Virtual PC

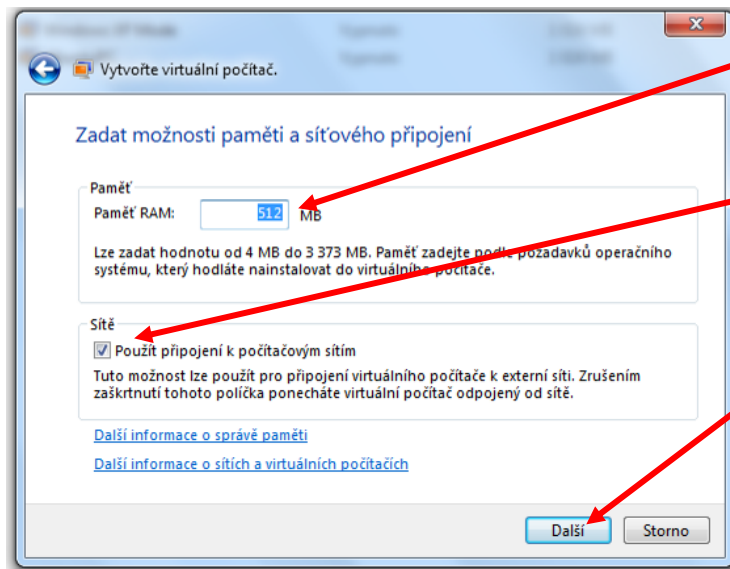


1. Spustenie sprievodcu vytváraním virtuálneho stroja

2. Pomenovanie virtuálneho stroja

3. Zvolenie umiestnenia virtuálneho stroja

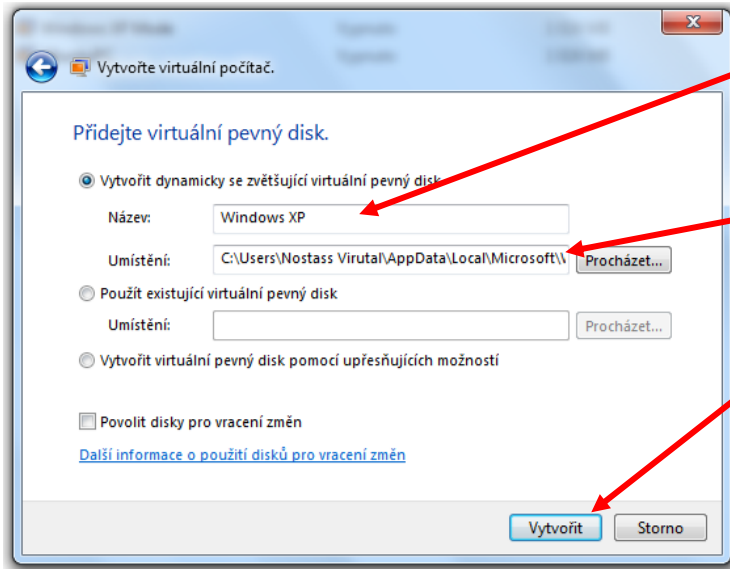
4. Potvrdenie voľby



5. Nastavenie veľkosti operačnej pamäte

6. Pripojenie virtuálneho stroja k sieti

7. Potvrdenie voľby



8. Pomenovanie  
virtuálneho disku

9. Umiestenie virtuálneho  
disku

10. Vytvorenie virtuálneho  
stroja