

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Virtualizace serverových operačních systémů

Vojtěch Kejklíček

Bakalářská práce

2011

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vojtěch KEJKLÍČEK**
Osobní číslo: **I10085**
Studijní program: **B2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Informační technologie**
Název tématu: **Virtualizace serverových operačních systémů**
Zadávací katedra: **Katedra informačních technologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je popsat principy fungování virtualizace se zaměřením na virtualizaci serverových operačních systémů. Práce bude obsahovat rozdělení základní druhů virtualizace a jejich principiální popis. Dále budou práci vysvětleny používané pojmy z oblasti virtualizace, které dodnes nejsou jednotné.

V praktické části bude práce obsahovat popis a otestování vybraného nástroje pro virtualizaci serverových operačních systémů. Autor zdůvodní výběr dané virtualizační technologie. Zaměří se na problematiku nasazení vybrané virtualizační technologie a možnosti jejího využití ve small bussines.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

***Rule, D., Dittner, R. Server virtualization, Syngress Publishing 2007**

***Ruest, N., Ruest, D. Virtualizace - podrobný průvodce, Computer Press 2010**

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Josef Horálek

Katedra softwarových technologií

Datum zadání bakalářské práce:

17. prosince 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

13. května 2011



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



Ing. Lukáš Čegan, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2011

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 10. 8. 2011

Vojtěch Kejklíček

Poděkování

Děkuji Mgr. Josefu Horálkovi za vedení mé bakalářské práce, za podmětné návrhy a připomínky, které ji obohatily, a za mnoho času, který mé práci věnoval.

Anotace

Virtualizace v současné době zažívá velký vzestup na poli informatiky a to ve všech sférách a odvětvích. Cílem této práce je seznámit čtenáře se základními principy virtualizace obecně, představit její druhy a typy. Práce je zaměřena zejména na virtualizaci serverových operačních systémů. V závěru práce naleznete představení, popis a porovnání nejpoužívanějších virtualizačních software. Konkrétně jde o Microsoft Virtual PC, Microsoft Hyper-V a Oracle VM VirtualBox.

Klíčová slova

virtualizace, serverový operační systém, hypervisor, Virtual PC, VirtualBox, Hyper-V

Title

Virtualization of Server Operating System.

Annotation

Virtualization is currently experiencing rapid development in the field of informatics and in all spheres and sectors. Aim of this work is to introduce to the basic principles of virtualization in general and introduce its types. The thesis is mainly focused on the virtualization of server operating systems. At the end of the work you can find characterization, presentment and compare of the most used virtualization software. Concretely Microsoft Virtual PC, Microsoft Hyper-V and Oracle VM VirtualBox.

Keywords

virtualization, server operation system, hypervisor, Virtual PC, VirtualBox, Hyper-V

Obsah

Seznam zkratek.....	8
Seznam obrázků.....	10
Seznam tabulek.....	10
1 Úvod do virtualizace.....	11
1.1 Historie virtualizace.....	12
1.2 Vlastnosti a přínosy virtualizace	13
1.3 Negativní stránky virtualizace	15
2 Typy virtualizace	16
2.1 Plná virtualizace	16
2.2 Paravirtualizace	17
2.3 Ostatní typy virtualizace	20
2.3.1 Virtualizace s hardwarovou podporou.....	20
2.3.2 Virtualizace na úrovni operačního systému.....	20
2.3.3 Parciální virtualizace	20
2.3.4 Host-based a bare-metal	21
3 Virtuální architektura.....	22
3.1 Model sedmi aspektů virtualizace	22
3.1.1 Serverová virtualizace	22
3.1.2 Virtualizace úložišť	23
3.1.3 Virtualizace sítí.....	23
3.1.4 Správa virtualizace	23
3.1.5 Virtualizace desktopů	24
3.1.6 Virtualizace prezentační vrstvy	24
3.1.7 Virtualizace aplikací.....	24
3.2 Reprezentace virtuálního počítače na počítači fyzickém	24
3.2.1 Konfigurační soubor	24
3.2.2 Soubor (y) pevného disku.....	25
3.2.3 Soubory obsahu paměti	26
3.2.4 Soubor stavu virtuálního počítače	26
3.3 Open Virtualization Format (OVF)	26

4	Modely virtualizace	28
4.1	Serverová virtualizace	28
4.2	Virtualizace desktopů	30
4.3	Virtualizace aplikací	32
5	Serverová virtualizace.....	34
5.1	Výběr technologie.....	34
5.2	Technologie a scénáře použití	36
5.2.1	Testovací prostředí	36
5.2.2	Vývoj softwaru	37
5.2.3	Školení.....	37
5.2.4	Technická podpora	37
5.2.5	Standardizace prostředí.....	37
5.2.6	Konsolidace fyzických serverů.....	38
5.3	Komponenty technologie společnosti VMware	38
5.4	Metriky hypervisorů majoritních výrobců.....	40
6	Přechod na vizualizovanou infrastrukturu	42
6.1	Bod první: rozbor	42
6.2	Bod druhý: virtualizace	43
6.3	Bod třetí: pořízení hardwaru.....	44
6.4	Bod čtvrtý: virtualizační architektura	46
6.5	Bod pátý: správa datového centra.....	47
7	Příprava testovacího virtuálního prostředí.....	48
7.1	Nasazení softwaru pro virtuální počítače	48
7.2	Konfigurace serverů a virtuálních počítačů.....	49
7.3	Vytvoření laboratorního prostředí	49
8	Technologie MS Hyper-V	51
8.1	Uvedení Hyper-V	51
8.2	Architektura Hyper-V.....	51
8.3	Nadřazený oddíl (Parent Partition).....	52
8.4	Podřazený oddíl (Child partition).....	54
8.5	Správa Hyper-V.....	55
9	Microsoft Virtual PC.....	57
9.1	Uvedení Microsoft Virtual PC.....	57

9.2 Postupy	58
10 Oracle VM VirtualBox.....	60
10.1Představení Oracle VM VirtualBox	60
10.2Postupy	60
11 Testy vybraných virtualizačních nástrojů.....	64
11.1Testovací konfigurace.....	64
11.1.1 Hardwarová konfigurace	64
11.1.2 Softwarová konfigurace.....	64
11.2Metodika měření.....	64
11.3Výsledky testů	65
11.4Porovnání testovaných programů	68
12 Závěr	69
13 Literatura	71

Seznam zkratek

AD DS	Active Directory Domain Services
AMD	Advanced Micro Devices
AppV	Virtualizace aplikací
CD	Compact Disc
CPU	Central Processing Unit
DAS	Direct Attached Storage
DDL	Dynamic Link Libraries
DeskV	Virtualizace desktopů
DMTF	Distributed Management Task Force
DVD	Digital Video Disc
GFS	Global File System
HA	High Availability
HardV	hardwarová virtualizace
HDD	Hard Disc Drive
HW	Hard Ware
IA-32	Intel Architecture 32bit
IBM	International Business Machines
Intel	INTEgrated ELeCTronic
IT	Information Technology
IV	Virtual Infrastructure
IVT	Intel Virtualization Technology
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LUN	Logical Unit Number
ManageV	Správa virtualizace
MAP	Microsoft Assessment and Planning
MAV	Microsoft Application Virtualization
MB	Mega Byte
MBSA	Microsoft Baseline Security Analyzer
MMC	Microsoft Management Console
MSI	Windows Installer Service
NAS	Network Attached Storage
NFS	Network File System
OEM	Original Equipment Manufacturer
OS	Operační systém
OVF	Open Virtualization Format
PC	Personal Computer
PresenV	Virtualizace prezentační vrstvy
RAID	Redundant Array of Independent Disks
RAM	Random Acces Memory
RDC	Remote Desktop Connection

RDM	Raw Device Mapping
SAN	Storage Area Network
SCSI	Small Computer System Interface
SerV	serverová virtualizace
SMP	Symmetric MultiProcessor
SoftV	softwarová virtualizace
StoreV	virtualizace úložišť
SVS	Software Virtualization Solution
SW	Soft Ware
TB	Tera Byte
USB	Universal Serial Bus
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
VGC	VMware Guided Consolidation
VHD	Virtual Hard Drive
VLAN	Virtual Local Area Network
VM	Virtual Machine
VMBUS	Virtual Machine Bus
VMFS	Virtual Machine FileSystem
VMM	Virtual Machine Monitor
VPN	Virtual Private Network
VPS	Virtualization Service Provider
VSC	Virtualization Service Client
XML	Extensible Markup Language

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Znázornění softwarové virtualizace, zdroj: vlastní úpravy.....	15
Obrázek 2 - Znázornění hardwarové virtualizace, zdroj: vlastní úpravy	15
Obrázek 3 - Znázornění plné virtualizace, zdroj: vlastní úpravy	17
Obrázek 4 - Znázornění paravirtualizace, zdroj: vlastní úpravy	20
Obrázek 5 - Rozdělení virtualizace, zdroj: vlastní úpravy	35
Obrázek 6 - Schéma hypervisoru na bázi mikrojádra, zdroj: vlastní úpravy	52
Obrázek 7 - Schéma monolitického hypervisoru, zdroj: vlastní úpravy	52
Obrázek 8 - Schéma nadřízeného oddílu (popis prvků níže), zdroj: [18].....	53
Obrázek 9 - Schéma podřízeného oddílu (popis níže), zdroj: [18].....	54
Obrázek 10 - Virtual PC v činnosti, zdroj: vlastní úpravy	57
Obrázek 11 - Grafické rozhraní Virtual PC, zdroj: vlastní úpravy.....	58
Obrázek 12 - Grafické rozhraní programu VirtualBox, zdroj: vlastní úpravy	61
Obrázek 13 - Průvodce přidáním nového hosta ve VirtualBoxu, zdroj: vlastní úpravy.....	62
Obrázek 14 - Ukázka běžícího hosta ve VirtualBoxu, zdroj: vlastní úpravy	62
Obrázek 15 - Nastavení hosta ve VirtualBoxu, zdroj: vlastní úpravy	63

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Podpora paměti pro systém Windows edice x64	45
Tabulka 2 - Možnosti a funkce MS Virtual Manager.....	56
Tabulka 3 - Výsledky testu hostitelského počítače	65
Tabulka 4 - Výsledky testu jedno virtuálního PC (MS Virtual PC).....	65
Tabulka 5 - Výsledky testu na prvním (ze dvou) spuštěném virtuálním počítači (VirtualPC).	65
Tabulka 6 - Výsledky testu na druhém (ze dvou) spuštěném virtuálním počítači (VirtualPC).	66
Tabulka 7 - Výsledky testu jedno virtuálního PC (Oracle VM VirtualBox).....	66
Tabulka 8 - Výsledky testu na prvním (ze dvou) spuštěném virtuálním počítači (VirtualBox).	67
Tabulka 9 - Výsledky testu na druhém (ze dvou) spuštěném virtuálním počítači (VirtualBox).	67

1 Úvod do virtualizace

Pod slovem virtualizace se v prostředí počítačů a informačních technologií označují postupy a metody, které umožňují k stávajícím *zdrojům* (jako je např. procesor, paměť, disk a další periferie) přistupovat jiným způsobem, než jakým jsou obvykle vnímány, propojeny a než jak fyzicky existují. Z významu slova virtualizace (virtuální) je patrné, že se jedná o něco zdánlivého, neboli v tomto okamžiku neexistujícího. Z tohoto důvodu můžeme virtuální prostředí mnohem snáze přizpůsobit potřebám uživatele, snáze ho používat, případně před uživatelem skrýt pro něj nepotřebné či nežádoucí detaily, ke kterým uživatel nemá mít přístup.

Podle [1],[3],[4] se pojem virtualizace objevil a začal se ve větší míře používat již v šedesátých a především na počátku 70. let minulého století. Dalo by se tvrdit, že představuje první kroky ve sdílení počítačů, které má vedle pozitivních i řadu negativních vlastností. Jedny z prvních počítačů byly v podstatě koncipovány jako osobní stanice. Jejich kapacita (výpočetní možnosti, velikost paměti atd.) i práce s nimi vyžadovala, že v daném okamžiku s konkrétním počítačem vždy mohl pracovat pouze jeden uživatel (resp. jedna skupina uživatelů řešící stejnou úlohu). S postupným nárůstem výkonu fyzických počítačů začalo být reálné, aby počítače současně1 pracovaly na dvou a více úlohách (programech). Od této chvíle již nebyl problém, aby tyto současně zpracovávané programy nepatřily stejnému uživateli. Ovšem každý druh sdílení má však svá rizika. Program jednoho uživatele může (omylem nebo záměrně) poškodit data nebo běžící program druhého uživatele a v důsledku toho se může program zhroutit. To může vést ke zhroucení celého počítače a tedy i programů ostatních uživatelů. Také náročné požadavky na paměť či výkon procesoru jednoho programu mohou vést k faktické blokadě počítače jedním uživatelem.

Virtualizace je technologie, která se snaží výše zmíněné problémy vyřešit. Virtualizace v podstatě představuje jakousi abstrakci (iluzi), v níž nějaký zdroj rozmnožíme (vytvoříme kopie) a každému uživateli poskytneme jednu nebo více z těchto kopií. Protože kopie vznikají jako koncepty, hovoříme o nich, jako o jakýchsi virtuálních objektech. Můžeme tedy vytvořit koncepty virtuální paměti, virtuálních disků a v první řadě virtuálních procesorů. Je tedy možné uživateli určitým způsobem poskytnout celý *virtuální počítač* (autonomní výpočetní systém-y uzavřené v rámci jednoho počítače). Ten je tvořen z určitých virtuálních komponent. Uživatel má tak pocit, že pracuje na své vlastní stanici, reálně přitom sdílí konkrétní fyzické zdroje (hardware) s dalšími uživateli.

¹ „Současně“ v tomto kontextu znamená, že počítač má současně spuštěné dva či více úloh (programů) a mezi nimi určitým způsobem přepíná. V každém konkrétním okamžiku může zpracovávat pouze jednu z těchto úloh. Druhá v tento okamžik čeká na přiřazení času procesoru.

1.1 Historie virtualizace

Jak již bylo zmíněno, technologie virtualizace se objevila na přelomu 60. a 70. let minulého století, jak uvádí [1],[3],[4]. Prvním, kdo přišel s touto technologií, byla společnost IBM u svých sálových počítačů označovaných *mainframes*. Výhoda virtualizace spočívala (stejně jako dnes) ve vytvoření několika zdánlivých (virtuálních) počítačů v rámci jednoho fyzického počítače. Virtualizace v této době představovala především hledání odpovědi na to, jak ze systémů, které byly schopné zpracovávat jen jednu úlohu v jeden okamžik, vytvořit vícevláknová zařízení, která by jednotlivé úlohy (operace, programy) vhodným způsobem prokládala a tím lépe využila možnosti tehdejšího hardwaru. Jedním z prvních počítačů používajících virtualizaci byl počítač PC-40. Jeden z prvních operačních systémů podporující virtualizaci byl OS/370. Další vývoj v této oblasti stanovil víceuživatelská prostředí jako jakýsi standard. Virtualizace se začala podobat tomu, jak ji známe dnes. Základem technologie se stal jakýsi dispečer nazývaný typicky *virtual machine monitor* (VMM). Ten si lze představit jako programovou vrstvu, který má přímý přístup k fyzickým prostředkům počítače (hardware), obdobně jako je tomu u jádra operačního systému. Virtual Machine Monitor umožňuje spravovat jednotlivé virtuální počítače, dnes se běžně nazývá *hypervisor*.

Osobní počítače založené na x86 procesorech dlouho o něčem podobném nemohly uvažovat, jelikož výpočetní výkon ani kapacita paměti těchto strojů na něco podobného jednoduše nestačily. Vývoj hardware však od té doby značně pokročil, jeho finanční dostupnost se zvýšila, a tak jako jedna z prvních, firma VMware, později následovaná množstvím dalších společností včetně *opensource komunity* (počítačový software s otevřeným² zdrojovým kódem), přišla s řešením. Vytvořila ve skutečném počítači počítač (počítače) virtuální.

V následujícím odstavci bych chronologicky shrnul nedávnou historii vývoje virtualizace a zmínil bych hlavní leadery na trhu a jejich vydané produkty a poukázal na jejich situaci v daném období. Přelom 60. a 70. let: Firma IBM přichází s virtualizací na PC-40. Do roku 1985 působí pouze firma IBM. Do roku 1998: V této době vznikají první pokusy se softwarovou virtualizací. Rok 1998: Založení společnosti VMware. Rok 1999: VMware vydává svůj první produkt pod názvem VMware Virtual Platform (později přejmenovaný na VMware Workstation). Rok 2001: VMware vydává produkt pod názvem VMware ESX Server. Rok 2003: Na trhu se objevuje další virtualizační nástroj Zen. Rok 2005-2006: Firma Intel a firma AMD přichází s vizualizačními technologiemi implementovanými do procesoru. Rok 2008: Microsoft vydává virtualizační nástroj HyperV.

² Otevřenost zde znamená jak legální, tak technickou dostupnost.

1.2 Vlastnosti a přínosy virtualizace

Člověk by si mohl položit otázku, co se změnilo na technologii, která existuje již 40 let? Cíl virtualizace a její hlavní koncepty se od té doby nezměnily. Leckoho by v tuto chvíli mohlo napadnout, že virtualizace je již technologie dávno zapomenutá a zastaralá. Opak je však pravdou. Virtualizace je svobodnou a otevřenou volbou pro každého, kdo ji chce použít. Již to není okrajová technologie pro zbohatlíky a celebrity v oblasti IT. Lze říci, že dnes téměř všechny IT obchody a podniky používají určitou formu vizualizační technologie a virtualizace se ukazuje být základním stavebním kamenem pro většinu moderních IT infrastruktur. Virtualizace serverů se stala pro mnoho podniků určitým „životním“ stylem. Nové aplikace je nyní možné nasadit (začlenit do pracovního procesu) jako virtuální počítače (VM). Virtualizace u serverových operačních systémů odstraňuje závislosti na fyzickém hardwaru. Tato vlastnost umožňuje přesunutí nebo nahrazení spuštěného serveru (programu) z jednoho fyzického stroje na druhý (v rámci architektury x86). To do této chvíle nebylo možné. Například místo toho, aby bylo nutné provádět plánovanou údržbu hardwaru v době přes víkend, správci serverů nyní mohou přímo *migrovat* (přesunout) virtuální počítač na jiný fyzický prostředek a provést tak hardwarovou údržbu fyzického serveru uprostřed pracovního dne bez nutnosti odpojení služby, kterou daný server poskytoval. Zmíněná hardwarová nezávislost způsobená virtualizací mimo jiné odstranila složitosti spojené se zatavováním po havárii. Podniky, které používají virtualizaci jako svůj hlavní strategický prvek pro zotavení po havárii, poprvé začaly plně důvěřovat svému plánu obnovy po havárii [1]. Virtualizace dále mění téměř každý prvek naší správy systémů, úložišť, sítí, zabezpečení, operačních systémů a aplikací. Se zvyšujícími se nároky (nárůst počtu fyzických počítačů, větší náklady na provoz a údržbu, větší požadavky na úroveň poskytovaných služeb) máte nyní možnost použít jednu z mnoha alternativ virtualizace. Zvážením pozitiv a negativ jednotlivých možností, stejně jako jejich úspěšná implementace a správa, není snadnou úlohou.

Podle [1] se v dnešním světě informačních technologií o virtualizaci dá hovořit jako o přicházejícím fenoménu. S virtualizací se v *datovém centru* (souhrnné označení IT infrastruktury daného podniku) můžeme setkat na několika úrovních. Ovšem typem, který způsobil avizovaný převrat, je virtualizace operačního systému hosta neboli virtualizace serveru. Virtualizaci serveru si lze představit jako softwarovou vrstvu, která dokáže stávající fyzické prostředky odhalit a zpřístupnit je několika virtuálním počítačům současně. Virtualizaci serveru existuje ve dvou variantách. První je softwarová vrstva (*softwarová virtualizace, SoftV*), která se používá k simulaci fyzického počítače (hardware) nad stávajícím operačním systémem, který běží na konkrétním hardwarovém hostiteli (viz. níže Obrázek 1.). Druhá varianta využívá již zmíněný hypervisor. Což je softwarový *engine* (označení pro jádro programu, databáze nebo například počítačové hry), který je spuštěn přímo nad hardwarem (*hardwarová virtualizace, HardV*) a odstraňuje režii spojenou se sekundárním operačním systémem. Tato situace je znázorněna na Obrázku č. 2 níže. S touto technologií je nyní mnohem snazší vytvořit testovací, školící, nebo vývojová, a dokonce i produkční prostředí. Tyto prostředí mohou díky virtualizaci reagovat na obchodní a jiné potřeby v okamžiku, kdy se tyto potřeby objeví. Pro školící, vývojová a

testovací prostředí je tato technologie obzvláště užitečná, neboť tyto prostředí můžete snadno vrátit do svých původních nastavení vždy po dokončení určitého sezení či kurzu či jiné aktivity. Rovněž je snazší vytvořit bezpečná virtuální desktopová prostředí, stejně jako spolehnout se na virtualizaci v případě potřeby snížení celkového počtu fyzických počítačových skříní, které je třeba spravovat. Kromě toho virtualizace řeší většinu problémů, které souvisí se správou aplikací. A nakonec virtualizace otevírá široké možnosti z hlediska odolnosti proti výpadku. Jak již bylo dříve naznačeno, virtualizace nám napomáhá a ulehčuje práci s datovým centrem hned několika způsoby. Zde je podrobněji popsána část z nich:

Lepší využití existujícího hardwaru neboli konsolidace serverů

Díky možnosti provozovat mnoho virtuálních počítačů na jednom fyzickém stroji je možno vystačit s menším počtem fyzických serverů, což znamená menší spotřebu energie, méně místa, méně tepla a méně nároků na chlazení. Zároveň díky stále se zvětšujícímu výkonu současného hardwaru, je možné tento výkon lépe využít provozem hned několika serverů v různých rolích na jediném fyzickém stroji.

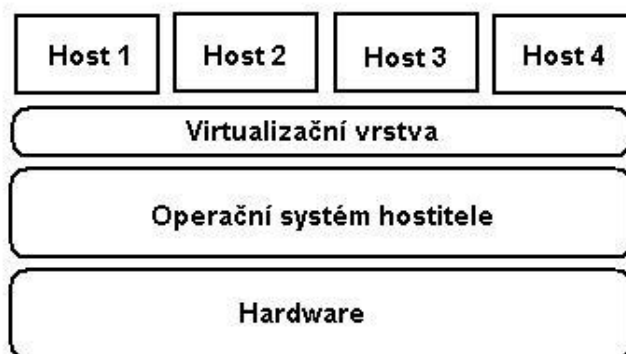
Rychlá implementace nových serverů

Virtuální stroj je reálně tvořen jen pouze několika soubory. Jakmile tedy v jednom virtuálním stroji nainstalujete operační systém, stáhneme příslušné aktualizace a service packy a připravíme základní aplikace, vyrobení dalších podobných strojů je otázkou vytvoření kopie těchto souborů a drobných úprav. Vytvoření nového serveru se z několika hodin na fyzickém hardwaru redukuje na pouhé minuty ve virtuálním prostředí.

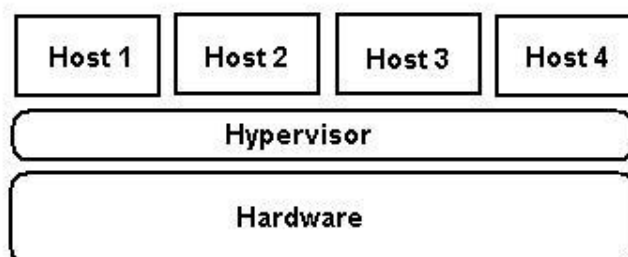
Vývoj softwaru

Vývojáři aplikací mohou pomocí virtuálních počítačů snadno testovat kompatibilitu svých programů ve všech myslitelných operačních systémech – to vše na jediném fyzickém stroji.

Více o možnostech použití virtualizace je popsáno v kapitole 5.2 Technologie a scénáře použití.



Obrázek 1 - Znárodnění softwarové virtualizace, zdroj: vlastní úpravy



Obrázek 2 - Znárodnění hardwarové virtualizace, zdroj: vlastní úpravy

1.3 Negativní stránky virtualizace

Tak jako všechny cesty má i ta virtuální svá úskalí. Paradoxně vyplývají z výhod tohoto řešení. Jsou-li všechny servery, aplikace a desktopy konsolidovány na jediný fyzický hardware a dojde k poruše tohoto hardwaru (serveru), znamená takováto porucha okamžitý výpadek celé infrastruktury a tedy daleko větší škody.

Dalším rizikem spojeným s virtualizací je tzv. podlicencování. Virtuální stroj může vzniknout velmi jednoduše, několika málo kliknutími myší. Lze tedy velmi jednoduše překročit počet zakoupených licencí. Vyhnout se tomu můžeme použitím licenčního modelu, který zohledňuje pouze počet fyzických serverů bez ohledu na množství virtuálních strojů.

2 Typy virtualizace

Většina běžných počítačů dnes odpovídá von Neumanově³ architektuře. Skládají se z několika základních komponent, tj. z procesoru, paměti a periférií. Ty zpravidla dále dělíme na vstupní a výstupní. Explicitně pracujeme s klávesnicí a myší, diskem, grafickým systémem, USB porty a síťovým rozhraním atd. Místo těchto fyzických komponent si můžeme představit jejich abstraktní variantu v podobě virtuálních komponent a díky sloučení těchto komponent lze vytvořit požadovaný virtuální počítač. Na takto vytvořeném virtuálním počítači pak můžeme spustit operační systém a vytvoříme tak virtualizované prostředí.

Jak již bylo zmíněno, v kapitole 1.2, virtualizace existuje v několika variantách či skupinách, jak můžeme nalézt v [1],[2],[3]. Nyní si jednotlivé typy virtualizace popíšeme podrobněji.

2.1 Plná virtualizace

Pokud postupujeme způsobem popsaným o pár řádků výše, tj. virtualizujeme důsledně všechny součásti počítače, hovoříme o takzvané *plné* (full, platform, nativní) *virtualizaci*. V takovém případě po provedení virtualizace nabízíme virtualizované prostředí, v němž běžící operační systém nemůže žádným způsobem poznat, že nemá přímý přístup k fyzickému technickému vybavení (hardware). Jak uvádí [1],[2],[3], operační systém ani aplikační programy nepotřebují žádné další modifikace pro běh v takto vytvořeném prostředí. Dalo by se říci, že jde o ideální stav, kdy dochází k plnému oddělení fyzické vrstvy od operačního systému. Tuto situaci ilustruje obrázek č. 3. Veškeré programy a operační systém tak běží pouze na virtuálním hardware a přístup k fyzickému vybavení je vždy zprostředkován. Tento typ virtualizace má řadu výhod. Jak již bylo zmíněno, můžeme virtuální prostředí navrhnout tak, aby nám co možná nejvíce vyhovovalo, tj. určit si velikost paměti, typ procesoru, typ a kapacitu disku apod. Programy jsou díky této vlastnosti nezávislé na konkrétním technickém vybavení. Změna tohoto vybavení nemá na virtuální prostředí vliv (samozřejmě kromě výkonu, ten může být větší nebo menší v závislosti na příslušném poskytnutém hardware). U plné virtualizace nemusí existovat žádná jednoduchá vazba mezi virtuálním prostředím a konkrétním hardware, na němž je virtuální počítač provozován. To umožňuje plnou přenositelnost. Operační systém a aplikace běžící například na procesoru Intel s architekturou IA-32⁴ můžeme spouštět třeba na počítačích vybavených procesory PowerPC⁵. Je tedy možné přenést tento virtuální počítač na jiný fyzický počítač s jiným typem procesoru, aniž bychom provedli sebemenší úpravu na úrovni virtuálního počítače. Podobně můžeme například vytvořit virtuální počítače vybavené procesorem, které jsou teprve ve vývoji. Také návrh a ladění operačních

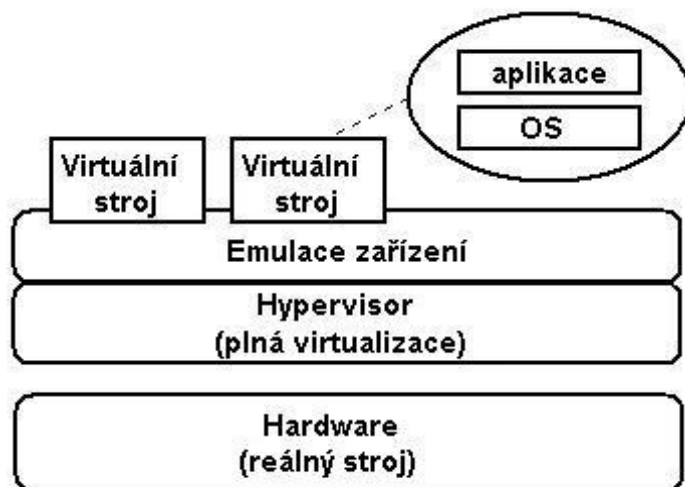
³ Von Neumannova architektura je model architektury počítače využívající společnou paměť pro data i instrukce.

⁴ IA-32 je zkratka Intel Architecture s 32-bitovým adresovým prostorem.

⁵ PowerPC je architektura mikroprocesorů typu RISC vytvořená aliancí společností Apple, IBM, Motorola roku 1991

systemů a aplikací může probíhat paralelně s vývojem vlastního hardware. Mezi profesionální systémy, které nabízí plnou virtualizaci počítačů s procesorem Intel, patří Microsoft Virtual Server a VMware ESX Server.

Jak je uvedeno v [2], tento typ virtualizace si vybírá svou cenu. Vzhledem k tomu, že dochází k úplnému oddělení fyzické a programové vrstvy, není při plné virtualizaci prakticky možné dosáhnout plného výkonu virtuálního počítače i v tom případě, že se virtuální počítač (jeho virtualizovaný hardware) velice podobá hardwarovému vybavení počítače, na kterém běží. Tuto ztrátu výkonu způsobuje virtuální monitor (hypervisor), který musí kompletně odstínit virtuální počítač od jakékoli možné změny hardware svého hostitele. Toho dosáhne tak, že emuluje fyzické vybavení a většinu operací. Mezi tyto operace patří např. instrukce procesoru, práce s pamětí, operace přístupu na disk a další. Tyto operace provádí ve vlastním software namísto toho, aby je přímo vykonal hardware hostitelského počítače. Pokud nechceme, aby došlo k výraznému zpomalení virtuálního počítače, je virtualizace omezena pouze na virtuální prostředí, které se (co možná nejvíce) podobá tomu fyzickému. Můžeme však předpokládat, že se alespoň některé komponenty fyzického a virtuálního počítače shodují (např. virtuální počítač bude vždy nabízet stejný typ procesoru, nanejvýš s poněkud nižším výkonem), pak můžeme odstoupit od principu plné virtualizace a pracovat s tzv. paravirtualizací.



Obrázek 3 - Znárodnění plné virtualizace, zdroj: vlastní úpravy

2.2 Paravirtualizace

Jak lze nalézt v [1],[2],[3], typ virtualizace označované jako *paravirtualizace* se vyznačuje tím, že provádí jen částečnou abstrakci na úrovni virtuálního počítače, tj. nabízí virtuální prostředí, které je podobné tomu fyzickému, na kterém virtuální počítač provozujeme. Tento případ ilustruje Obrázek č. 4. Oproti plné virtualizaci není v tomto případě virtualizace úplná. Některé vlastnosti např. procesoru mohou být omezeny a

operační systém tudíž může poznat, že běží ve virtuálním prostředí. Na druhou stranu fakt, že virtuální i fyzický hardware se příliš neliší, umožňuje, aby virtuální počítač mnohem lépe využil vlastnosti základního fyzického prostředí a tím snížil ztrátu výkonu. Virtuální monitor nemusí emulovat všechny komponenty virtuálního počítače. Paravirtualizace je široce využívána při tvorbě virtuálních prostředí nad procesory Intel a AMD. VMware Workstation a Xen (společnost Citrix) patří mezi nejznámější systémy, které jsou postaveny na paravirtualizaci.

Ovšem tento typ virtualizace sebou přináší řadu problémů, které je třeba vyřešit. Jak uvádí literatura [2], mezi tyto problémy patří: *„Prvním problémem je virtualizace procesoru. Každý procesor pracuje alespoň ve dvou různých režimech. V tzv. privilegovaném, který je přístupný pouze jádru operačního systému a v tzv. uživatelském, ve kterém běží všechny programy. Úkolem privilegovaného režimu procesoru je zajistit, že uživatelé mají kontrolovaný přístup k hardware a nemohou přímo provádět operace, které by mohly ohrozit jiné programy či integritu dat (např. přímý přístup na disk či složitější operace s virtuální pamětí). Pokud ale počítač virtualizujeme, potřebujeme ještě jednu úroveň, na které poběží virtuální monitor. V případě plné virtualizace toto není problém, při tomto přístupu emulujeme celý procesor se všemi úrovněmi ochrany, v případě paravirtualizace je to podstatně složitější.“*

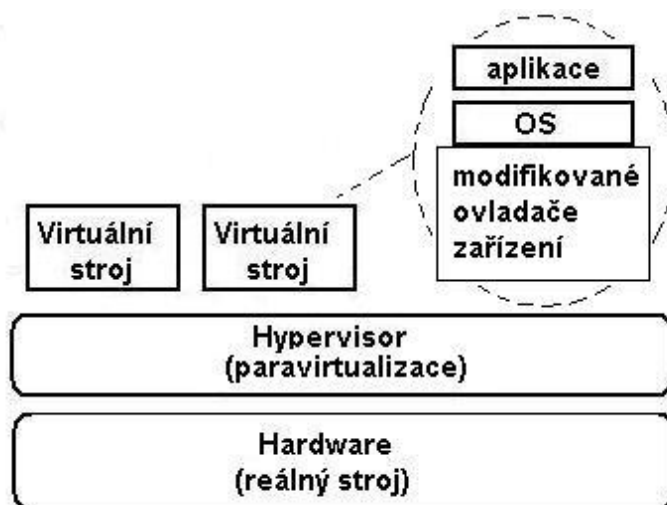
Je zapotřebí, aby virtuální monitor běžel na nejvyšším stupni ochrany. Nemůže běžet na stejné úrovni ochrany jako operační systém, protože by mohl ovlivnit stav virtuálního monitoru (hypervisoru). Jednou z možností jak obejít tento problém je pozměnit kód operačního systému tak, že nebude moci provádět žádnou operaci, pro jejíž provedení je třeba oprávnění té nejvyšší úrovně. Provedení takovéto privilegované instrukce se změní ve volání příslušné funkce virtuálního monitoru. Ten nejprve zkontroluje, zda je operace povolena a následně ji provede tak, aby změnila stav virtuálního, nikoli fyzického počítače. Další nemalý problém nám však v tomto typu virtualizace budou dělat instrukce čtení paměti. Jádro operačního systému automaticky předpokládá, že má přímý přístup k libovolné části fyzické paměti, to však v případě virtuálního počítače není možné. Nemůžeme totiž předem poznat, zda konkrétní operace čtení z paměti bude přistupovat k privilegovaným údajům. Abychom problém vyřešili, museli bychom nahradit v operačním systému všechny instrukce čtení, čímž se ale začneme velmi nepříjemně přibližovat k plné virtualizaci. Další problém spočívá v ochraně operačního systému před běžícími uživatelskými aplikacemi. Pokud bychom měli jen dvě úrovně ochrany (privilegované a neprivilegované), musel by operační systém virtuálního počítače pracovat neprivilegovaně, tím by však byl vystaven ohrožení ze strany aplikací.

Paravirtualizace je tak možná jen díky tomu, že konkrétní procesory podporují více úrovní ochrany. Například procesory Intel mají definované čtyři úrovně ochrany, tzv. okruhy (rings). Na nejvyšším stupni ochrany (ring 0) je provozován (běží) operační systém, naopak uživatelské programy a aplikace běží s nejnižším stupněm ochrany (ring 3). Ostatní stupně se běžně nevyužívají. Pokud použijeme paravirtualizaci, pak virtuální monitor pracuje na nevyšším stupni ochrany, tj. okruhu 0 (ring 0). Operační systém

virtuálního počítače se posune jeden stupeň, tedy do okruhu 1 (ring 1). Aplikační programy stále běží s nejnižší ochranou. Po takovémto posunutí ochrany má operační systém stále vyšší stupeň ochrany než aplikační programy, na druhou stranu už nemůže provádět operace, které vyžadují plně privilegovaný přístup. Úroveň ochrany však může použít i místo výše zmíněné modifikace privilegovaných instrukcí i jiný přístup. Necháme operační systém ve virtuálním počítači provádět všechny instrukce. Pokud však některá instrukce bude chtít provést „zakázanou“ operaci (tj. takovou, na kterou teď nemá dostatečné oprávnění), pak dojde k přerušení a řízení převezme virtuální monitor. Ten operaci důkladně prověří a provede ji tak, aby správně změnila stav virtuálního počítače. V tomto případě není v principu nutné měnit operační systém, většina instrukcí běží přímo, pouze privilegované instrukce jsou výrazně pomalejší, protože je musí provést virtuální monitor. Operační systém tak může zjistit, že běží ve virtuálním prostředí, protože může mít i na úrovni ochrany 1 možnost číst některé části paměti, které jsou ve virtuálním počítači jiné než ve fyzickém. Pro paravirtualizaci je proto třeba modifikovat některé části operačního systému. Změny jsou však dobře lokalizovatelné (zvláště dobře je pak možné provést tyto změny u operačních systémů, k nimž jsou k dispozici zdrojové kódy).

Nyní si podrobněji popíšeme řešení paravirtualizace v prostředí hypervisoru Xen. Přístup k hardwaru je v prostředí Xen zajišťován vrstvou virtuálního monitoru (Virtual Machine Monitor, VMM). Jeden z těchto virtuálních počítačů má speciální postavení – v terminologii Xenu se nazývá Doména 0 (Dom 0). Operační systém běžící v tomto virtuálním počítači má přímý přístup k rozhraní virtuálního monitoru a může tedy určitým způsobem měnit jeho stav. Dále také může vytvářet nebo rušit ostatní virtuální počítače běžící nad VMM. Další zajímavou součástí prostředí Xenu (související s paravirtualizací) je možnost konkrétnímu virtuálnímu počítači zpřístupnit dané konkrétní rozhraní. Jako příklad si představme, že v jednom z virtuálních počítačů běží uživatelský program, který intenzivně komunikuje s jiným počítačem prostřednictvím počítačové sítě. Pokud tento virtuální počítač používá virtuální síťovou kartu, pak její propustnost je omezena a velmi zatěžuje procesor. Pokud ale příslušnému virtuálnímu počítači po dobu běhu tohoto uživatelského programu přímo exportuje rozhraní na fyzickou kartu, pak může síťová komunikace probíhat plnou rychlostí, kterou podporuje příslušný hardware. Samozřejmě v takovém případě kartu může používat pouze tento virtuální počítač, ale to nemusí být na závadu (fyzický počítač může mít více síťových rozhraní, ostatní virtuální počítače pak sdílí ta ostatní). Přestože má paravirtualizace řadu výhod oproti plné virtualizaci, potřebuje určité modifikace operačního systému, což komplikuje její nasazení a vede k určité neefektivnosti. Intel proto v poslední době zavedl další systém podpory virtualizace v podobě tzv. Intel Virtualization Technology (IVT). Jedná se o rozšíření možnosti procesorů tak, že přibývá další úroveň ochrany (ring -1) pro VMM a přibývají speciální instrukce na této úrovni. Virtuální monitor může obsluhovat několik počítačů, které již pracují v prostředí, které se neliší od toho, které je k dispozici ve standardních procesorech bez podpory virtualizace. Operační systémy ve virtuálních počítačích není třeba modifikovat, přitom zůstává hlavní výhoda paravirtualizace, tj. přímé vykonávání instrukcí virtuálního počítače fyzickým procesorem.

Poslední uvedený příklad technologie IVT částečně spadá do dalšího typu virtualizace a to virtualizace s hardwarovou podporou.



Obrázek 4 - Znárodnění paravirtualizace, zdroj: vlastní úpravy

2.3 Ostatní typy virtualizace

2.3.1 Virtualizace s hardwarovou podporou

Z anglického HW-assisted (virtualizace s podporou hardwaru, strojově asistovaná virtualizace). Je to podpora virtualizace ze strany procesorů, zahrnuje určité pomocné instrukce, které by musel vykonávat VMM (hypervisor). Místo toho jsou tyto instrukce implementovány do procesoru. Pro provozování strojově asistované virtualizace na platformě x86 popřípadě x64 je potřeba mít v procesoru implementované virtualizační rozšíření. U AMD se toto rozšíření jmenuje AMD-V, u firmy Intel se označuje IVT, zdroj [6].

2.3.2 Virtualizace na úrovni operačního systému

Označuje se jako OS-level virtualizace. Virtualizuje se fyzický server na úrovni operačního systému, což umožňuje běh více izolovaných, bezpečných virtuálních serverů na jednom fyzickém serveru. Jak uvádí [7], prostředí hostovaného operačního systému sdílí jeden operační systém s hostitelským systémem – tj. stejné jádro operačního systému je použito pro implementaci hostovaného operačního systému. Aplikace běžící v hostovaném prostředí jej však vnímá jako samostatný systém. Jako příklad bych uvedl Linux-VServer, Virtuozzo, OpenVZ atd.

2.3.3 Parciální virtualizace

Z anglického partial (parciální, částečná). Parciální virtualizace se v operačních systémech vyskytuje delší dobu. Jako příklad bych uvedl virtuální paměť operačního systému, zdroj [8]. Což je v informatice způsob správy operační paměti počítače, který umožňuje předložit běžícímu procesu adresní prostor paměti, který je uspořádán jinak nebo

je dokonce větší, než je fyzicky připojená operační paměť RAM. Z tohoto důvodu procesor rozlišuje mezi virtuálními adresami (pracují s nimi strojové instrukce, resp. běžící proces) a fyzickými adresami paměti (odkazují na konkrétní adresové buňky paměti RAM). Převod mezi virtuální a fyzickou adresou je zajišťován samotným procesorem (je nutná hardwarová podpora) nebo samostatným obvodem.

2.3.4 Host-based a bare-metal

Tyto dvě označení dělí virtualizaci z jiného pohledu na dvě části. První je host-based (také označována jako SoftV neboli softwarová virtualizace). Tento typ virtualizace se vyznačuje tím, že VMM neboli hypervisor běží v rámci (nad) určitého operačního systému. Jako příklad uvádím VMware Workstation, VMware Server, Sun VirtualBox, Parallels Workstation, Microsoft VirtualPC. Druhým typem je bare-metal virtualizace (taktéž označována jako HardV neboli hardwarová virtualizace). V tomto případě běží virtualizační prostředí (engine) přímo na fyzickém vybavení počítače (hardware). Neznamená to však nutnost instalace tohoto engine, je možné engine spustit např. z USB disku. V tomto případě (na rozdíl od SoftV) odpadá mezičlánek v podobě hostujícího operačního systému.

3 Virtuální architektura

3.1 Model sedmi aspektů virtualizace

V dnešní době se virtualizace rozvinula a lze jí v datovém centru použít ve více vrstvách. Dle [1] se v moderním datovém centru (tj. v takovém, které využívá všechny dostupné prostředky, které nám virtualizace nabízí), budeme využívat alespoň sedm vrstev (aspektů) virtualizace. Než se pustím do popisu jednotlivých vrstev, bylo by vhodné ujasnit si některé termíny (pojmy), které s virtualizací souvisí. Jak uvádí literatura [1] na straně 46, mezi tyto pojmy patří:

- *„Hostitelský server – fyzický server spouštějící pracovní zátěže ve virtuálních počítačích.*
- *Operační systém hosta – virtualizovaný operační systém běžící jako pracovní zátěž na hostitelském serveru.*
- *Fond zdrojů – množina hardwarových prostředků, zahrnující hostitelské servery, které tvoří infrastrukturu datového centra.*
- *Nabídky virtuálních sužeb – virtuální počítače, které čelí klientům a nabízí služby koncovým klientům. Často se také označují jako virtuální zátěže.*
- *Virtuální appliance – předkonfigurované nabídky virtuálních služeb, které spouští určitou aplikaci nebo zátěž.*
- *Zátěž definovaná zásadami – nabídky virtuálních služeb, které jsou poskytovány podle potřeby prostřednictvím automatizovaných zásad.*
- *Virtualizace operačního systému – často nesprávně chápána jako virtualizace operačního systému hosta, nejde však o nic jiného než o rozdělení operačního systému na oddíly, neboť lze spustit pouze jeden typ operačního systému v paralelních instancích. Hodnota tohoto typu virtualizace je omezena, neboť je třeba spustit konkrétní operační systém. Produktem tohoto typu je Solaris Containers a Parallels Virtuozzo Containers, které paralelně spouštějí operační systém Virtuozzo, což je verze Linuxu.,,*

Tolik tedy k pojmům a nyní se pustím do popisu jednotlivých vrstev virtualizace.

3.1.1 Serverová virtualizace

Jak uvádí [1], lze ji označit zkratkou SerV (V jako virtualization). Zaměřuje se na rozdělení fyzické instance operačního systému na virtuální instanci nebo virtuální počítač. Produkty serverové virtualizace nám umožňují virtualizovat libovolný operační systém platformy x86 a x64. Mezi ně patří příklad Windows, Linux a některé formy UNIX. Jak již bylo zmíněno, existují dvě varianty serverové virtualizace a to SoftV (Softwarová virtualizace neboli host-based) a HardV (Hardwarová virtualizace neboli bare-metal). Při práci se serverovou virtualizací se fyzický server stane hostitelem všech virtuálních operačních systémů nebo virtuálních počítačů, které představují zátěž tohoto hostitele. Podrobněji popíši problematiku serverové virtualizace v kapitole Serverová virtualizace.

3.1.2 Virtualizace úložišť

Dalším aspektem virtualizované architektury je virtualizace úložišť. Můžeme ji označit zkratkou StoreV a umožňuje nám sloučit úložiště do jednoho logického celku neboli do jednoho fondu úložišť. Úložiště se zpravidla skládá z více částí neboli z více diskových polí. Takto vytvořený fond úložišť může nabývat různých podob realizace. Tzv. DAS (z anglického Direct Attached Storage) neboli přímo připojené úložiště. NAS (Network Attached Storage) což je připojení úložiště pomocí stávající sítě a nakonec SAN (Storage Area Network) kde se nachází vyhrazené sítě přímo pro účely diskových systémů. Úložiště lze k ostatní infrastruktuře připojit pomocí několika technologií. Mezi tyto technologie patří například FibreChannel (vysokorychlostní komunikační rozhraní), nebo Internet SCSI (iSCSI), nebo lze úložiště připojit prostřednictvím systému souborů NFS (Network File System). Často se ve vizualizovaných infrastrukturách pro připojení sdíleného úložiště využívají clusterové filesystémy jako například VMFS (Virtual Machine FileSystem) nebo GFS (Global FileSystem). Ačkoli virtualizace úložišť není pro serverovou virtualizaci nezbytná, poskytuje několik výhod, které získáme díky virtualizaci úložišť a to možnost využít tzv. RDM (Raw Device Mapping) neboli přímé přiřazení logické jednotky (LUN) úložiště konkrétnímu virtuálnímu počítači, dále také možnost využít *thin provisioning*. Ten funguje na bázi přidělení prostoru podle skutečné potřeby. Představme si situaci, kdy vytvoříme například 100 GB velký virtuální logický oddíl, avšak prakticky využijeme pouze 20 GB místa. Zbylých 80 GB volného místa by bylo zbytečně alokováno v souboru pevného disku a nevyužito. Thin provisioning nám umožňuje těchto 80 GB místa použít jinde, tam, kde jsou zrovna potřeba. Tím se značně sníží náklady na úložiště, protože platíme pouze za to, co skutečně využijeme. Zdroj [5].

3.1.3 Virtualizace sítí

Virtuální sítě jsou v dnešní době již běžně používané. Jak uvádí [1], virtualizací sítí označujeme zkratkou NetV. Jak popisuje [9],[10], princip spočívá v tom, že na jednom síťovém prvku je provozováno více fyzicky oddělených sítí VLAN (Virtual Local Area Network). Pokud bychom provozovali více virtuálních systémů, které by dohromady používali jen jednu fyzickou síťovou kartu, vedl by tento stav k zahlcení a neprostopnosti sítě. Proto se u fyzických serverů, které hostí více virtuálních systémů, používá hned několik síťových karet. Ty se sloučí do jednoho logického celku a umožňují vysokou propustnost. Použitím virtuální síťové vrstvy můžeme zajistit, že hraniční síť je umístěna na stejném hostiteli jako ostatní pracovní virtuální zátěže, bez ovlivnění kterékoli ze sítí.

3.1.4 Správa virtualizace

Správa virtualizace neboli ManageV se zaměřuje na technologie, které spravují datové centrum. Spravují jak jeho fyzickou tak i virtuální část. Správu virtualizované infrastruktury neprovádí nutně jen jedno rozhraní. Měli bychom v datovém centru důsledně oddělit následující dvě vrstvy. Vrstvu fondu zdrojů, která zahrnuje množinu hardwarových zdrojů (tj. hostitelské servery, diskové pole, síťový hardware) a vrstvu nabídky virtuálních služeb (pracovních zátěží), kterou tvoří virtuální počítače (tj. servery nebo desktopy, které koncovým uživatelům nabízí dané služby).

3.1.5 Virtualizace desktopů

Jak uvádí literatura [1], označuje se zkratkou DeskV. Tato technologie umožňuje spolehnout se na virtuální prostředí, které poskytuje desktopové operační systémy. Tento model virtualizace se často označuje zkratkou VDI (*Virtual Desktop Infrastructure*). Nabízí řadu výhod, mezi ty největší patří možnost centralizovat nasazení desktopů. Další výhodou je snížen nákladů na distribuovanou správu, neboť uživatelé přistupují k centralizovaným desktopům prostřednictvím tenkých klientů či nespravovaných zařízení.

3.1.6 Virtualizace prezentační vrstvy

Označuje se zkratkou PresenV. Dříve se označovala jako vrstva terminálových služeb. Nabízí uživatelům pouze prezentační vrstvu z centrálního umístění. Protokoly používané pro virtualizaci prezentační vrstvy jsou využívány pro přístup, použití a správu virtuálních zátěží. Avšak potřeba virtualizace prezentační vrstvy klesá díky technologiím jako virtualizace aplikací.

3.1.7 Virtualizace aplikací

Označuje se zkratkou AppV. Virtualizace aplikací používá stejný princip jako softwarově založená serverová virtualizace, ovšem místo poskytnutí enginu pro provoz celého operačního systému odděluje virtualizace aplikací provozní aplikace od operačního systému. Tato technologie mění model správy distribuovaných aplikací tím způsobem, že virtualizovat určitou aplikaci je potřeba pouze jednou [1]. Navíc nám engine virtualizace aplikací umožní spustit virtualizované aplikace na libovolné verzi systému Windows. Existují také softwarové nástroje pro převod již hotových aplikací ve formátu MSI (Windows Installer Service) do formátu virtualizace aplikací, což nám značně ulehčí práci při přechodu na virtualizované aplikace.

3.2 Reprezentace virtuálního počítače na počítači fyzickém

Jak již je patrné z úvodu, virtualizace je technologií, která rozděluje počítač na několik nezávislých počítačů. Tyto počítače mohou podporovat různé operační systémy a aplikace běžící současně. Nespornou výhodou je, že můžeme lépe využít stávající hardware, tím, že na něm spustíme více virtuálních zátěží. Software hypervisoru, který tvoří základ virtualizace, běží přímo na hardware nebo nad operačním systémem hostitele a koordinuje běh virtuálních počítačů. Každý virtuální počítač je považován za samostatné operační prostředí běžící nad hypervisorem a chovající se jako samostatný počítač. Jak uvádí [1], každý virtuální počítač je reprezentován (tvořen) několika specifickými soubory. Nyní jednotlivé typy těchto souborů popíší podrobněji.

3.2.1 Konfigurační soubor

Vždy, když vytváříme nový virtuální počítač, vytváříme s ním nový konfigurační soubor tohoto virtuálního počítače. Tento soubor obsahuje informace a nastavení virtuálního počítače. Jako příklad těchto nastavení bych uvedl následující: počet procesorů, velikost operační paměti RAM, počet síťových karet, počet a typ virtuálních disků. Tento soubor říká vizualizačnímu softwaru, jak má alokovat fyzické zdroje hostitele pro virtuální počítač. Dále tento soubor poukazuje na to, kde se nachází soubor (y) pevného disku, jak

má virtuální počítač spolupracovat se síťovými kartami atd. Jelikož se jedná o konfigurační soubor, tudíž nezabírá příliš místa na disku. Většinou je v textovém formátu nebo ve formátu XML (Extensible Markup Language).

3.2.2 Soubor (y) pevného disku

Pokaždé, když virtualizační software vytváří virtuální počítač, vytváří také virtuální pevný disk (y), což je soubor, který funguje jako normální, na sektory rozdělený disk. Soubor (y) pevného disku obsahuje soubory, které nesou různorodé informace, stejně jako je tomu na fyzickém pevném disku (např. textové informace, hudební stopy, videosekvence atd.). Po instalaci operačního systému na virtuální počítač budou soubory tohoto operačního systému uloženy právě v tomto souboru. Virtuální počítač, stejně jako fyzický, může obsahovat více souborů disků. Jelikož tento soubor simuluje pevný disk je tudíž značně veliký (tzn., zabírá hodně místa na pevném disku hostitelského počítače), avšak všechny virtualizační enginy podporují automatické zvětšení velikosti, což umožní spustit systém s menším souborem a zvětšit jej pouze po přidání nového obsahu do virtuálního počítače. Velikost souborů virtuálních pevných disků se nemusí nutně s přidáváním dat zvětšovat. Server ESX ve výchozím nastavení používá soubory virtuálních pevných disků pevné velikosti, takže nový 32 GB oddíl bude od začátku zabírat 32 GB. Existují hlavní dva typy souborů pevného disku.

1. Disky virtuálních počítačů od společnosti VMware s koncovkou VMDK [11].
2. Virtuální pevné disky od společnosti Microsoft s koncovkou VHD [12].

Disky virtuálních počítačů se do jisté míry podobají databázovým souborům. Po přidání nového obsahu na disk, se zvětšuje i schránka (kontejner), sloužící k správě vkládaných dat. Disky virtuálních počítačů neumí automaticky uvolnit nepoužívané místo po odstranění obsahu, a proto je potřeba virtuální počítač zastavit a provést nad virtuálními disky určitou formu defragmentace, uvedeno v [1]. Tato defragmentace se provede speciálním rozhraním pro správu virtuálních disků nebo virtuálních počítačů. Jak uvádí literatura [1] na straně 181, musíme si při práci s virtuálními disky uvědomit následující.

- *„Virtuální pevné disky lze rovněž nastavit tak, aby bylo možno vrátit zpět provedené operace. V takovém případě jsou buď persistentní, nebo nepersistentní.*
- *Disky umožňující vrátit operace zpět se při vypnutí virtuálního počítače ptají, zda mají být změny uloženy. Pokud chcete změny potvrdit, odpovzte ano; pokud ne, odpovzte ne a počítač se vrátí do svého posledního uloženého stavu.*
- *Disky umožňující vrátit operace zpět jsou starší technologií. Virtualizační enginy používají snímky disků (snapshot disku) místo disků umožňujících vrátit zpět provedené operace.*
- *Snímky lze vytvořit kdykoli, i když počítač běží.*
- *Snímky vytváří bitovou kopii disku v okamžiku pořízení snímku.*
- *Snímky obsahují procesy umístěné v paměti daného počítače stejně jako nastavení počítače v okamžiku pořízení snímku.*

- *Po vytvoření snímku jsou změny uloženy do souborů protokolů; tyto soubory mohou zabírat spoustu místa, neboť většina hypervisorů podporuje až 512 snímků.*
- *Nelze vytvořit snímek fyzického disku, pokud nemáte přístup k integrovaným technologiím vytváření snímků, jako např. ke službě VSS (Volume Shadow Copy Service) v systému Windows Server nebo podobným funkcím sdíleného úložiště.“*

3.2.3 Soubory obsahu paměti

Tento soubor obsahuje informace nacházející se v paměti běžícího virtuálního počítače. Po vypnutí virtuálního počítače bude tento soubor zapsán do souborů pevného disku.

3.2.4 Soubor stavu virtuálního počítače

Virtuální počítače podporují (stejně jako fyzické počítače) určité pracovní režimy. Například Úsporný režim nebo Režim spánku. Z hlediska virtualizace Režim spánku nebo Úsporný režim představuje uložení stavu počítače do souboru. Jelikož je do souboru uložen jen stav počítače, je obvykle menší než soubor pevného disku.

Tyto soubory patří k nejčastěji vytvářeným souborům virtuálních počítačů, avšak existují i další formáty souborů, které podporují pokročilejší funkce virtuálních počítačů. Mezi tyto funkce patří i velice důležitá schopnost vrátit určité vykonané kroky zpět. To znamená, že můžeme vrátit virtuální počítač do předešlého stavu, například po nainstalování škodlivého či vadného softwaru. Tato schopnost je mimořádně užitečná ve vývojovém a testovacím prostředí a u běžných fyzických počítačů jednoduše nedostupná. Další velkou výhodou je to, že fyzické disky počítačů jsou transformovány na soubory, nacházející se v určité složce a tyto soubory jsou „osvobozeny“ od fyzických omezení. Počítač v podobě několika souborů se stává mobilním a přenositelným. Dále můžeme počítač jednoduše ochránit (zálohovat) prostým zkopírováním těchto souborů. Z těchto a mnoha dalších důvodů je serverová virtualizace tak revoluční, protože něco podobného je u fyzických počítačů jednoduše nemyslitelné.

3.3 Open Virtualization Format (OVF)

Pokud se správci datového centra rozhodnou implementovat více jak jeden hypervisor, budou čelit situaci, kdy budou vytvářet virtuální počítače v různých formátech. Každý z hypervisorů má tendenci používat svůj specifický formát. Za účelem standardizace a vyřešení této nekompatibility společnost VMware přišla s univerzálním formátem virtuálních počítačů. Jak uvádí [13], tento formát se označuje zkratkou OVF (tj. Open Virtualization Format) a vychází ze standardu XML. Někteří výrobci (Citrix a VMware) již podporují nástroje pro práci s těmito typy virtuálních počítačů. Např. společnost VMware má nástroj, VMWare Studio, pro převod a komprimaci do formátu OVF. Tento formát souborů virtuálního počítače nám umožní svázat všechny soubory virtuálního počítače do jednoho logického celku a umožnit tak jeho snadnou přenositelnost. Dále umožňuje svázat více virtuálních počítačů a vytvořit tak celá

výpočetní prostředí svázána do jednoho souboru. Jak uvádí literatura [1] na straně 179, mezi hlavní výhody formátu OVF patří:

- *„Zjednodušuje distribuci virtuálních počítačů. Při ověření platnosti a integrity obsahu spoléhá na infrastrukturu veřejných klíčů. Navíc představuje základní schéma pro správu softwarových licencí ve virtuálních počítačích.*
- *Během instalace je ověřena platnost obsahu balíčku OVF. Navíc standard OVF může obsahovat uživatelskou dokumentaci, kterou lze zpřístupnit prostřednictvím vizualizačního enginu importujícího daný soubor, který obsahuje další pokyny k implementaci zkomprimovaného obsahu.*
- *Lze jej použít ke komprimaci jednoho nebo více virtuálních počítačů do jediného kontejneru.*
- *Formát OVF je neutrální, pokud jde o hypervisor, neboť podporuje všechny současné formáty virtuálních disků, což z něj činí ideální formát pro přenos počítačů. Rovněž je rozšiřitelný a může podporovat další formáty virtuálních disků, které se objeví v budoucnu.*
- *Virtuální appliance (VAP) – tedy předem nakonfigurované virtuální počítače obsahující konkrétní aplikaci – lze nakonfigurovat jako soubory OVF a zpřístupnit je tak libovolnému hypervisoru. Prodejce musí virtuální appliance nakonfigurovat pouze jednou.*
- *Formát OVF byl úmyslně vytvořen tak, aby byl tento formát rozšiřitelný a mohl v budoucnu podporovat použití virtuálních appliance a nových technologií hypervisorů.*
- *Formát OVF podporuje lokalizaci, což prodejcům umožňuje vytváření specifických virtuálních appliance pro světové trhy.*
- *Formát OVF je otevřeným standardem, který byl společně vytvořen předními výrobci vizualizačních řešení, a jako takový nyní podléhá sdružení DMTF⁶, které staví na standardech.“*

⁶ DMTF (Distributed Management Task Force).

4 Modely virtualizace

4.1 Serverová virtualizace

Jak již bylo uvedeno dříve, v kapitole 2, existují dva typy serverové virtualizace. Softwarová a hardwarová virtualizace. První z nich, softwarová (SoftV), se většinou používá k zahájení vizualizačních projektů v podnicích, neboť je většinou bezplatná a lehce dostupná. Často se používá v testovacích a vývojových prostředích. Je ovšem méně účinná, vzhledem k nutnosti existence hostujícího operačního systému. Tento operační systém vyžaduje určité zdroje a tím ovlivňuje virtuální počítače běžící nad ním. Tento typ virtualizace by se neměl používat v provozním prostředí, to je takovém, kde jsou poskytované služby vázány smlouvami o úrovni poskytovaných služeb. Jelikož jsou virtuální počítače provozovány nad existujícím operačním systémem, podléhají tyto počítače například procesu aktualizace hostitelského operačního systému. Navíc pokud je potřeba restartovat hostitelský operační systém, je nevyhnutelné restartovat všechny virtuální počítače. To může být v některých případech na škodu. Z tohoto důvodu se v provozních prostředích uplatňuje virtualizace hardwarová (HardV). U tohoto modelu virtualizace běží vizualizační software (hypervisor) přímo nad stávajícím hardware a zpřístupní ho virtuálním počítačům bez nutnosti existence hostitelského operačního systému. Odpadá tak povinná nutnost aktualizování hostitelského operačního systému. Navíc v tomto případě hypervisor jen minimálně ovlivňuje virtuální počítače běžící nad ním. Proto je hardwarová virtualizace tím nejlepším modelem, který lze použít pro seriózní serverovou virtualizaci.

Jak uvádí [1],[14],[15] mezi některé další výhody serverové virtualizace patří:

- Úroveň nasazení. Virtuální počítač můžeme vytvořit a nakonfigurovat v čase kratším než je 20 minut. Avšak počítač, který je připraven k použití, můžeme vytvořit během několika kliků myši. Což je ve srovnání s fyzickým ekvivalentem mnohem kratší doba. Vzhledem k tomu, že lze virtuální počítače vytvářet tak jednoduše a rychle, existuje riziko „přemnožení“ virtuálních počítačů. Z tohoto důvodu je i nadále nutné kontrolovat požadavky počítačů, jak virtuálních tak fyzických.
- Další výhodou je již zmíněná mobilita virtuálních počítačů. Virtuální počítač můžeme přesunout na jiný hostitelský počítač bez jakékoli změny tohoto počítače. Je zde i možnost přesunout běžící virtuální počítač (například v důsledku výpadku určité části sítě) a tím minimalizovat výpadek služby, který na tomto počítači provozujeme.
- Virtuální počítač se velmi lehce používá. Stačí ho jen jednou nainstalovat a nakonfigurovat a od této doby je již připraven po zapnutí poskytovat uživatelům služby.
- Virtuální počítače podporují standardní konfigurace. Pokud vytvoříme virtuální počítač, který určitým nám vyhovujícím způsobem nakonfigurujeme, může poté

vytvořit další počítače pouhým zkopírováním zdrojových souborů tohoto počítače. Díky tomuto postupu budeme mít vždy zajištěnou standardní konfiguraci všech virtuálních počítačů.

- Virtuální počítač lze dále použít v krátkodobém měřítku. Pokud například tester chce otestovat software, vytvoří si virtuální počítač, na kterém provede sérii testů a poté tento virtuální počítač jednoduše smaže.
- Další výhodou je možnost upravovat výkon virtuálních počítačů a to jak směrem nahoru tak i opačně. Pokud na některém virtuálním počítači vznikne potřeba zvýšení výkonu, jednoduše virtuální počítač vypneme a přidělíme mu více zdrojů (jako například paměť RAM, více jader procesorů, více síťových karet apod.).
- V neposlední řadě jsou virtuální počítače ideální v situaci zotavení po havárii. Vše, co musíme udělat, je zkopírovat zdrojové soubory počítačů na jiné umístění, ať už ve stávajícím datovém centru nebo na zcela jiném místě.

V dnešní době je na trhu velké množství výrobců virtualizačních řešení, avšak mezi nimi dominují hlavní tři. Následuje jejich krátký popis, tak jak je uveden v literatuře [1] na straně 50:

- *„Společnost Citrix nabízí velké množství vizualizačních technologií (www.citrix.com/xenserver) a jejím cílem je expandovat se svou nabídkou do všech oblastí virtualizace. Produkt XenServer je dodáván ve čtyřech verzích. Express Edition je bezplatná, startovací verze produktu. Standard Edition je základní verze, která podporuje dvě nabídky virtuálních služeb současně. Verze Enterprise přidává možnost vytvářet fond hardwarových zdrojů a spouštět neomezený počet nabídek virtuálních služeb. Společnost Citrix nabízí verzi OEM⁷ svého hypervisor, která je integrována do hardwaru serveru. Společnost Citrix rovněž nabízí produkty: XenDesktop pro virtualizaci desktopů a XenApps pro virtualizaci aplikací.*
- *Společnost Microsoft nabízí celou řadu vizualizačních technologií ve všech oblastech virtualizace a navíc pracuje na dalších nových produktech (www.microsoft.com/virtualization). Společnost Microsoft v současné době nabízí produkty Virtual Server 2005 R2 SP1 a Virtual PC 2007, které jsou oba bezplatné, nicméně jedná se o produkty softwarové virtualizace. Její hypervisor podnikové řady, Hyper-V, je součástí operačního systému Windows 2008 a běží pouze na hardwaru architektury x64. Společnost Microsoft rovněž nabízí produkt Microsoft Application Virtualization pro virtualizaci aplikací a produkt Terminal Service pro virtualizaci prezentační vrstvy a provedla i pár akvizic, aby pronikla do oblasti virtualizace desktopů.*

⁷ OEM (Original Equipment Manufacturer) je to obchodní termín, který označuje výrobce zařízení, jenž při výrobě používá díly nebo komponenty a zařízení od jiných výrobců, a hotový výrobek prodává pod svou vlastní obchodní značkou.

OEM licence je způsob licencování softwaru, kdy je licence programu získána se zakoupením hardwaru.

- *Společnost VMware nabízí nejvyzrálejší produkty – široké spektrum nástrojů pro serverovou virtualizaci a virtualizaci desktopů (www.vmware.com). Mezi nabízené produkty patří VMware Server, který je dalším bezplatným produktem softwarové virtualizace, VMware Workstation a Virtual Infrastructure, což je kompletní platforma založená na hypervisoru ESX Server téže společnosti. VMware byla první společnost, která nabídla hypervisor integrovaný do hardwaru serveru se systémem ESXi a která z něj učinila první bezplatný doplněk k hostitelskému serveru. Společnost VMware nabízí také produkt Virtual Desktop Infrastructure (VDI) pro virtualizaci desktopů a produkt ThinApp pro virtualizaci aplikací.“*

Existují i jiní výrobci vizualizačních platforem, jako například společnost Oracle (Oracle VM) nebo společnost Sun (xVM). Pokud možno, měli bychom se držet zmíněných tří výrobců, ne vždy je to ale možné, neboť někteří výrobci nepodporují své aplikace, pokud běží na hypervisoru jejich konkurence. Například společnost Oracle podporuje své aplikace, pouze pokud běží na produktu Oracle VM. Nad druhou stranu společnost Microsoft vyvíjí při podpoře svých produktů, běžících na libovolné verzi hypervisoru – ať už jejich, či nikoliv – maximální úsilí. Na toto kritérium musíme dbát při výběru vizualizační platformy a produktů pro správu. Zejména produkty pro správu virtualizované infrastruktury by měli být nezávislé na konkrétním typu hypervisoru, abychom měli jistotu, že budeme moci spravovat infrastrukturu například po přidání dalšího typu hypervisoru.

4.2 Virtualizace desktopů

Stejná technologie, která je použita u serverové virtualizace, je rovněž použita při virtualizaci desktopů. Jak je uvedeno v [1],[16], virtualizace desktopů nám umožňuje centralizovanou správu, díky níž máme jako správci plnou kontrolu nad desktopey. Uživatelé se tak mohou spolehnout na celou řadu koncových bodů (jako jsou tenká výpočetní zařízení, nespravované osobní počítače, domácí osobní počítače), které jsou připojeny k stávající infrastruktuře prostřednictvím Připojení ke vzdálené ploše (RDC; Remote Desktop Connection). Rozdíl mezi virtualizací desktopů a virtualizací prezentační vrstvy (označovanou také terminálové služby nebo server-based computing) je především v tom, že v případě virtualizace prezentační vrstvy uživatelé sdílí prostředí desktopu se všemi ostatními uživateli připojenými na server, kdežto v druhém případě je každému uživateli poskytnuto samostatné prostředí desktopu, které omezuje možný dopad na běžící aplikace, které uživatelé potřebují u jiných desktopových relací. Tím, že jsou aplikace obsaženy ve virtuálním desktopu a došlo by v něm k nepředvídatelným událostem, neovlivní tato skutečnost ostatní virtuální desktopey, které běží na tomtéž serveru.

Virtuální desktopey tedy poskytují uzavřené a kontrolované prostředí, ke kterému uživatelům poskytneme vzdálený přístup. Takovéto systémy můžeme použít například k poskytování podpory v prostředích s více systémy, školení koncových uživatelů nebo techniků. Po ukončení testování nebo školení, můžeme počítače jednoduše vrátit do původního stavu. Stávající desktopey můžeme změnit na nespravovaná zařízení, která pro

svůj chod potřebují pouze tři části. První je základní operační systém, například Windows XP nebo novější, který podléhá aktualizacím. Druhou částí je antivirová ochrana a nakonec je zapotřebí nainstalovat klienta pro připojení k vzdálené ploše a to je vše, co potřebujeme zajistit. Nepotřebujeme žádné další aplikace. Správa těchto koncových bodů je z hlediska nákladů mnohem efektivnější, než když musíme instalovat a spravovat desítky aplikací na běžných koncových desktopech. Zavedení každého dalšího virtuálního desktopu do infrastruktury snižuje spotřebu energie. Pro přechod k virtuální desktopové infrastruktuře existuje několik dobrých důvodů, jak uvádí [1]. Pokračuji jejich výčtem:

- Můžeme vytvořit a uzamknout obraz standardního podnikového osobního počítače (nebo počítače provozovaného ve školní učebně). Tímto způsobem můžeme zajistit centralizované a standardně nakonfigurované desktopy, které uživatelé mohou používat na nespravovaných koncových fyzických stanicích.
- Můžeme vytvořit dočasné obrazy osobních počítačů, například pro sezónní zaměstnance a po ukončení jejich potřeby je jednoduše odstranit. Navíc mohou zaměstnanci nebo studenti pracovat z domova na svých osobních počítačích, neboť všechno co potřebují, je možnost přístupu k centrálnímu obrazu. Tento přístup jim zajistí klient připojení ke vzdálené ploše, který je standardně součástí každé instalace Windows.
- Dále máme možnost skrýt citlivé aplikace a izolovat je od ostatních aplikací. Pokud uživatel používá více úrovní zabezpečení pro přístup k citlivým datům, často se nevyhne situaci, kdy musí použít dva a více fyzických počítačů, pro správný přístup k těmto datům. Při použití technologie virtualizace desktopů máme možnost uživateli poskytnout několik různých obrazů virtuálních počítačů, z nichž každý bude nakonfigurován tak, aby podporoval příslušnou úroveň zabezpečení.
- Virtualizace desktopů také může nabídnout cestu, jak přejít na novější operační systém, jako například Windows Vista. Mnoho uživatelů nepřechází na novější operační systémy (jako je již zmíněný systém Vista) z toho důvodu, že je zapotřebí aktualizovat (upgradovat) stávající koncové desktopy. Ovšem pokud spustíme nový operační systém ve virtuálním prostředí, žádné koncové body není třeba aktualizovat, neboť pro přístup k aktualizovaným desktopům vyžadují pouze klienta pro přístup ke vzdálené ploše. To značně ulehčuje migraci desktopů.
- Pokud umístíme desktopy do datového centra, můžeme tak zabezpečit informace. Řízením povolení vzdálených připojení pro virtuální osobní počítače můžeme zajistit, aby všechna data vygenerovaná prostřednictvím obrazu osobního počítače byla uložena v datovém centru a neopustila prostory podniku (školy).
- Virtualizace desktopů je také dobrým modelem pro testovací a vývojová prostředí, neboť i tento model virtualizace podporuje disky, které jinak návrat provedených změn neumožňují.

4.3 Virtualizace aplikací

Virtualizace aplikací (označované AppV) se ve své podstatě, stejně jako virtualizace desktopů, podobá serverové virtualizaci, jak uvádí [1]. Tato technika virtualizace umožňuje prostřednictvím virtualizační vrstvy odstínit programy a služby běžící nad operačním systémem. Tato virtualizační vrstva se podobá technice, která je použita u softwarové serverové virtualizace, kde je podmínkou existence operačního systému. Nespornou výhodou virtualizace aplikací je to, že aplikace běžící nad operačním systémem jej nemohou nijak modifikovat například při instalaci. Pokud připravujeme virtualizovanou aplikaci, vytváříme snímek stavu spuštěné aplikace a všeho, co je potřeba k funkčnosti dané aplikace v datovém centru, oproti běžnému vytvoření snímku instalačního procesu aplikace. Instalační proces (instalace aplikace) totiž v tomto modelu odpadá. Virtualizované aplikace stačí pouze nakopírovat do koncových uzlů (stanic). Je to velice účinný model pro správu distribuovaných aplikací. Podporuje také konsolidaci (sloučení) aplikací. Jak uvádí literatura [1] na straně 57, mezi některé řešení virtualizace aplikací patří:

„Virtualizace aplikací prostřednictvím streamovacích technologií:

- *Microsoft Application Virtualization (MAV, dříve SoftGrid) vám umožní poskytnout aplikace, které se nikdy neinstalují a jsou poskytovány dynamicky na požádání. Technologie MAV může být nasazena na stolní počítače (desktopy), přenosné počítače nebo terminálové servery. Technologie MAV je hlavní komponentou sady Desktop Optimization Pack for Software Assurance. Další informace najdete na adrese⁸.*
- *XenApp (dříve Citrix Presentation Server) společnosti Citrix je end-to-end systémem doručování aplikací platformy systému Windows, který nabízí virtualizaci aplikací a virtualizaci presentační vrstvy na straně klienta i na straně serveru. Další informace najdete na adrese⁹.*
- *Software Virtualization Solution Pro (SVS) společnosti Symantec je platforma pro virtualizaci aplikací, která funguje prostřednictvím místních systémových filtrů. Verze Pro Edition obsahuje streamovací komponentu, dříve označovanou jako Appstream, a představuje zřejmě nejpokročilejší platformu na trhu.*

Virtualizace aplikací nevyžadující agenty:

- *ThinApp (dříve Thinstall) společnosti VMware zapouzdřuje aplikace z operačního systému a mezi sebou navzájem, čímž eliminuje nákladné regresní testování a konflikty nekorektních aplikací. Nasazení prostředí virtuálního systému lze provést prostřednictvím souboru .msi nebo .exe, včetně klíčů registru, knihoven DDL (Dynamic Link Libraries), knihoven od jiných výrobců*

⁸ <http://www.microsoft.com/cze/windows/products/mdop/default.mspx>

⁹ www.citrix.com/english/ps2/products/products.asp?contentid=186

a frameworků, aniž by byla potřebná jakákoli instalace agentů nebo aplikací základního operačního systému.

- *Bridege společnosti InstalFree nabízí platformu bez klientů, která vytváří transparentní „most“ mezi virtuálními aplikacemi a operačním systémem, čímž operační systém chrání před veškerými změnami aplikací.“*

Jak je již zřejmé, existují dvě varianty nasazení virtuálních aplikací. S agenty a bez agentů. Model bez agentů nevyžaduje předchozí instalaci agenta na desktop a virtualizovaná aplikace je osvobozena od veškerých vazeb a stává se velice dobře přenositelnou. Na druhou stranu varianta s agenty poskytuje lepší kontrolu nad virtualizovanými aplikacemi. Jak již bylo zmíněno výše, virtualizované aplikace nezasahují do operačního systému, a proto systém zůstává v standardním nastavení. Což je velmi přínosné, neboť většina systémů se během určité doby změní k nepoznání od prvotní konfigurace. Mnohem větší výhodou vizualizovaných aplikací je fakt, že pokud aplikaci jednou zvirtualizujeme, můžeme jí bez problémů použít na jakékoli verzi systému Windows. Této vlastnosti je dosaženo prostřednictvím virtualizační vrstvy, které zprostředkovává veškerou komunikaci aplikace s operačním systémem a při přechodu na jinou verzi Windows již není potřeba aplikaci znovu kompilovat.

Jak je z předcházející kapitoly jasné, virtualizace má ohromný dopad jak na servery, desktopy tak i aplikace. Úkolem je porozumět tomu, jak spojit tyto tři modely (vrstvy) dohromady do logicky promyšlené implementace nově vznikajícího datového centra a jak nejlépe využít všechny tři modely.

5 Serverová virtualizace

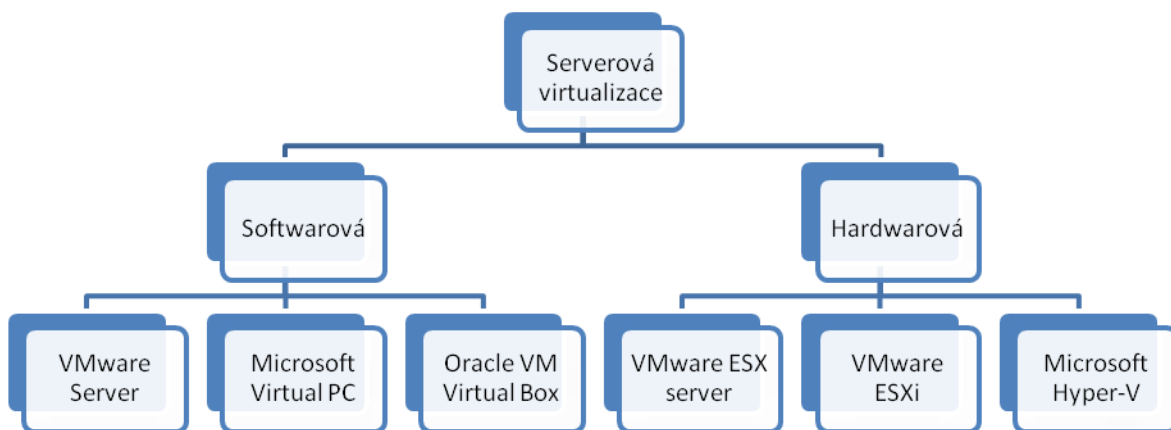
Jak jsem již naznačil v kapitole 4.1, serverová virtualizace je hlavní hnací silou pro přechod k dynamickému datovému centru. Koncepce dynamického datového centra existuje již desetiletí [1], avšak až společnost VMware dokázala přijít s vizualizačními technologiemi, které by dokázaly pružně reagovat na obchodní a jiné podmínky, kterým je datové centrum běžně vystavováno. Jak udávají analytici společnosti Gartner, existují čtyři etapy zralosti informačních technologií. Za prvé *Základní*. V tomto typu podniky používají ad hoc postupy při správě informačních technologií. Každý technik a správce postupuje podle svých vlastních pravidel a zkušeností a neexistuje žádný standardní postup. Další etapou je tzv. *Standardizovaná*. V této etapě vývoje informačního centra jsou již zavedené standardizované postupy a správci se na ně mohou při řešení svých problémů spolehnout. Vzniklé problémy se potom snáze řeší, neboť je většinou patrné, kde daný problém vzniknul. Další etapou vývoje je *Racionalizovaná*. V tomto stádiu již práce v datovém centru podléhá určitým pravidlům a směrnicím. Dodatečná zařízení se do infrastruktury přidávají, až když není jiná možnost. Například dodatečná disková pole (úložný prostor) se připojí až po kontrole platnosti stávajících uložených souborů, provedení archivace souborů, popřípadě odstranění nepotřebných souborů, čímž vznikne požadované volné místo v rámci stávajících zdrojů. Poslední etapou vývoje datového centra je stádium *Dynamické*. V tomto stádiu je datové centrum připraveno reagovat dynamicky na obchodní a jiné požadavky. Vznikající zátěže (ať krátkodobé nebo dlouhodobé) lze generovat dynamicky podle potřeby a to na vyžádání. Tyto zátěže vznikají podle určitých zásad. V okamžiku kdy není již zátěž potřeba, lze ji snadno odstranit. Tyto čtyři etapy vývoje datového centra slouží jako základ pro další postup.

Operace prováděné v datovém centru staví na třech klíčových prvcích – lidech, osobních počítačích a procesech. Lidé tvoří jádro každého datového centra a jsou hnací silou standardů, které jsou zaváděny za účelem zefektivnění jednotlivých operací. Osobní počítače představují technologický aspekt datového centra. Vhodným výběrem technologie můžeme ušetřit a snížit zatížení a zjednodušit správu těchto počítačů. Procesy představují základ provozních postupů. Standardní procesy jsou založeny na standardních pracovních postupech, které mají za úkol to, že každý pracovník bude určitý úkol vykonávat stejně. Předtím, než nasadíme serverovou virtualizaci do našeho datového centra, budeme muset vyřešit čtyři klíčové aspekty. Tyto aspekty jsou: jak vybrat technologii serverové virtualizace, jak pracovat s virtuálními zátěžemi, jak nakonfigurovat nově vzniklé virtuální počítače a jak nakonfigurovat virtuální počítače ze stávajících fyzických zátěží.

5.1 Výběr technologie

Zvolená technologie serverové virtualizace musí splňovat všechny naše požadavky. Pokud chceme vybrat správně, musíme znát hlavní možnosti výběru a porozumět jim, stejně jako tomu, které technologie nabízí nejvíce funkcí v závislosti na našich požadavcích. Kapitola 4.1 nastínila základní koncept serverové virtualizace a jmenovala

hlavní hráče na trhu. Virtualizační enginy pro serverovou virtualizaci nabízí několik výrobců na trhu, avšak nejvíce funkcí nabízí následující tři. Společnost VMware, která byla zakladatelem serverové virtualizace na platformě x86, společnost Citrix, která v roce 2007 koupila společnost XenSource a která nabízí celou řadu produktů XenServer a konečně společnost Microsoft, která nabízí virtualizační řešení prostřednictvím kódu hypervisoru Hyper-V implementované do systému Windows Server 2008. Ostatní výrobci jako společnosti Oracle, Sun, Virtual Iron nabízí produkty, které jsou založené na open-source kódu produktu Xen. Abychom vybrali správný produkt, kterým se rozhodneme virtualizovat naše datové centrum, musíme dobře vědět, co tvoří nabídku jednotlivých výrobců. Poté musíme zvážit cenu produktu a náklady spojené s jeho nasazením a nakonec musíme analyzovat metriky majoritních výrobců hypervisorů (tj. kolik virtuálních počítačů můžeme provozovat na jednom hostiteli, jaké operační systémy podporuje virtualizační vrstva, jakým způsobem probíhá správa hostitelů apod.).



Obrázek 5 - Rozdělení virtualizace, zdroj: vlastní úpravy

Obrázek 5 znázorňuje rozdělení produktů serverové virtualizace nejprve z pohledu technologie na softwarovou a hardwarovou, ale také na konkrétní produkty z dané technologie. Figuruje zde již zmínění hlavní tři výrobci a to VMware, Citrix a Microsoft. Nejprve bych se zmínil o produktech od společnosti VMware. Prvním produktem je VMware Server. Tento produkt spadá pod softwarovou virtualizaci. Lze jej pořídit bezplatně. Od verze 2 tento produkt obsahuje vlastní webový server Apache pro správu. Lze jej použít na virtuálních počítačích platformy x86 nebo x64. Dalším produktem je ESX server. Jedná se o nástroj hardwarové virtualizace. Je to zřejmě nejpoužívanější a nejprodávanější produkt pro serverové virtualizace na trhu. Jedná se o 32 bitový hypervisor, který ovšem disponuje 64 bitovým správcem paměti. Lze jej použít na

virtuálních počítačích platformy x86 nebo x64. Posledním produktem od společnosti VMware je produkt ESXi server. Jedná se o bezplatný produkt hardwarové virtualizace. Je integrovaný do konkrétního hardware, nebo lze samozřejmě stáhnout. Lze jej také použít na virtuálních počítačích platformy x86 nebo x64. Společnost Citrix nabízí produkt s označením Xen Server. Tento produkt je dostupný v několika verzích. Jedná se o produkt hardwarové virtualizace. Základem produktu je 64 bitový hypervisor založený na open-source kódu. Podporuje a spoléhá na formát VHD (Virtual Hard Drive) od společnosti Microsoft. Existuje také v bezplatné verzi XenServer Express. Lze jej použít na virtuálních počítačích platformy x86 nebo x64. Třetím hlavním výrobcem je společnost Microsoft. Ta přináší na trh dva produkty a to Microsoft Virtual Server a Microsoft Hyper-V. První z uvedených je nástrojem pro softwarovou virtualizaci a je bezplatný. Používá webové rozhraní pro svoji správu. Tento produkt běží pouze na virtuálních počítačích platformy x86. Druhým z uvedených je 64 bitový hypervisor integrovaný do systému Windows Server 2008. Je to nástroj hardwarové virtualizace. Běží buď jako jádro serveru (core mode), nebo je součástí plné instalace. Spolupracuje s produkty společnosti Citrix. Běží na virtuálních počítačích platformy x86 nebo x64.

5.2 Technologie a scénáře použití

Většina podniků a ostatních institucí používá standardní proces implementace serverové virtualizace. Nejprve začnou s testovacím a vývojovým prostředím. Po lepším seznámení s technologií přejdou k virtualizaci zátěží. Téměř všechny zátěže lze virtualizovat a tím značně snížit fyzický charakter datového centra. Poté můžeme naše datové centrum vybavit řešením odolnosti proti výpadku. Takto zabezpečené centrum nám umožní pustit se do pokročilejších vizualizačních strategií. Poté nám datové centrum umožní transformovat zátěže na dynamické služby, které poběží podle určitých zásad. Tyto zásady nám specifikují umístění zátěží, množství zdrojů, které je pro tyto zátěže potřeba alokovat a kdy mají být tyto zátěže spouštěny. Takto transformované datové centrum lze považovat za dynamické a koncovým uživatelům umožní poskytnout informační technologie jako službu.

Následuje několik scénářů použití serverové virtualizace. Tyto scénáře lze realizovat prostřednictvím implementace počítačů serverové virtualizace. Liší se cenou a poskytovanými funkcemi, ale všechny podporují takové funkce, které nejsou na fyzických počítačích dostupné.

5.2.1 Testovací prostředí

Většina dnešních školních počítačových laboratoří na Univerzitě Pardubice je vybavena dostatečně silným hardwarem, aby vyhovovaly požadavkům výuky všech možných odvětví IT oborů (síťové laboratoře, testovací prostředí a jiné počítačové pracoviště). Většina dnešních podniků zaměřených na IT má jistou formu testovací laboratoře, která má za úkol testování a studie nových technologií a uvedení těchto technologií do podnikové sítě. Obvykle jsou tyto testovací laboratoře postaveny ze zbytků bývalé podnikové provozní sítě. Což z testovací laboratoře nedělá nijak výkonnou

jednotku. Toto omezení je překážkou, protože nově vznikající virtuální infrastruktura by měla vznikat na co nejvýkonnějším hardwaru, abychom mohli spustit co možná nejvíce zátěží. Po překonání této překážky nám již nic nebrání v tom, abychom mohli na virtuální infrastruktuře imitovat jakýkoli scénář a vytvořit komplexní virtuální testovací prostředí. Dokonce je možné využít virtualizační enginy pro vytvoření kopií fyzických počítačů (tzv. physical-to-virtual).

5.2.2 Vývoj softwaru

Zřejmě každý vývojář softwaru se dostal do situace, kdy potřeboval při své práci vyšší přístupová práva, než jaká mu jsou běžně přidělena. To je pochopitelné, neboť je potřeba otestovat a nainstalovat software, na kterém vývojář pracuje. To může být v některých situacích značný problém, avšak v případě virtuálního počítače běžícího na pracovní stanici vývojáře tento problém odpadá, protože vývojář může mít na tomto virtuálním počítači plná přístupová práva. Pokud by vývojář nějakým způsobem virtuální počítač porušil, jednoduše mu poskytneme kopii originálního počítače.

5.2.3 Školení

Virtualizace bude jistě velmi přínosná pro každého, kdo má na starosti přípravu počítačových školících center. A to proto, že když probíhá nějaký počítačový kurz, musíme vymyslet způsob, jak dostat počítače po skončení tohoto kurzu zpět do původního stavu, aby byly opět použitelné pro další kurz. Při řešení tohoto problému je virtualizace ideální. Lze totiž velmi snadno změnit účel použití počítače. Vytvoříme kopii originálního počítače pro daný kurz a po skončení kurzu počítač jednoduše smažeme. Virtuální počítače mohou obsahovat libovolný operační systém platformy x86. To znamená, že i z učebny, která byla původně vytvořena pro školení například kancelářských programů, se může stát komplexní školící centrum určené například k pokročilému kurzu instalace operačních systémů. K tomu by bylo zapotřebí mít fyzické stanice vybavená dostatečným množstvím paměti RAM, diskové jednotky větší kapacity, které budou obsahovat bitové kopie virtuálních počítačů a rychlou síť, která umožní kopírování virtuálních počítačů z centrálního úložiště. Pokud naše školící centrum bude disponovat všemi výše zmíněnými požadavky, nic nám nebrání v tom, abychom v něm mohli provozovat například školení týkající se operačních systémů, komplexní IT infrastruktury a dokonce i vývoj softwaru.

5.2.4 Technická podpora

Pro pracovníky center technické podpory bude virtualizace zcela jistě také velmi přínosná, zejména pak v prostředích, která používají více operačních systémů. Dříve museli mít pracovníci technické podpory více osobních počítačů s přepínači monitorů, klávesnic a myši pro zajištění podpory všech svých zákazníků. Dnes s použitím virtualizace stačí pracovníkovi jeden osobní počítač, který bude obsahovat větší počet virtuálních počítačů s různými operačními systémy.

5.2.5 Standardizace prostředí

Další možností využití virtualizace je kontrola a nasazení vlastních aplikací. Za pomoci virtualizace mohou IT oddělení připravit pracovní verze programů, avšak místo

nasazení tohoto programu na fyzickou stanici koncového uživatele mohou uživateli poskytnout celý virtuální počítač. Tento přístup pomůže při dodržování standardů a v některých případech může snížit náklady.

5.2.6 Konsolidace fyzických serverů

V poslední době zažívaly některé firmy růst serverových počítačů. Tento přírůstek hardwaru nastal z mnoha různých důvodů. V mnoha případech je využití těchto serverů velmi malé, tj. nejsou dostatečně využity jejich zdroje. Virtualizace nám umožňuje konsolidovat serverový hardware a tím snížit počet fyzický hostitelů v datovém centru. To však nemá za následek ztrátu některých provozovaných služeb, neboť tyto služby se převedou na samostatné virtuální serverové počítače. Nadále tak naše datové centrum může poskytovat všechny služby, které v danou chvíli poskytovat má. Navíc nástroje pro migraci fyzických počítačů na virtuální nám tento scénář velmi zatraktivňují a usnadňují jeho nasazení v libovolném datovém centru.

5.3 Komponenty technologie společnosti VMware

Společnost VMware nabízí své virtualizační technologie prostřednictvím produktu VMware Virtual Infrastructure (dále jen VI), který staví na bezplatné verzi hypervisoru (ESXi) nebo na placené verzi hypervisoru (ESX Server) a tvoří kompletní doplněk nástrojů pro správu dynamického datového centra. Společnost VMware v současné době nabízí nejúplnější sadu nástrojů pro správu vizualizačních řešení, čímž zajišťuje nejdůležitější aktivity správy, které každé datové centrum provozující virtuální zátěže vyžaduje. Jak uvádí literatura [1] na straně 162, mezi tyto funkce patří:

- *„Konzole pro centrální správu.*
- *Správa aktualizací pro hypervisor i virtuální zátěže.*
- *Zálohovací technologie pro hostitele i virtuální zátěže.*
- *Technologie sdílení disků pro hostitelské servery zajišťující vysokou dostupnost.*
- *Komponenty vysoké dostupnosti pro správu failover hostitelů a serverů.*
- *Komponenty migrace v reálném čase (live migration) pro přesun pracovního virtuálního počítače z jednoho hostitele na druhého.*
- *Komponenty migrace úložišť v reálném čase (live storage migration) pro přesun pracovního virtuálního počítače z jednoho kontejneru úložiště na druhý.*
- *Komponenty správy zdrojů hostitele pro přesun virtuálních počítačů, které jsou velmi náročné na zdroje, na hostitele s dostatečnými kapacitami.*
- *Komponenty řízení spotřeby umožňující vypnutí a zapnutí hostitelských serverů v případě potřeby.*
- *Komponenty správy laboratoře umožňující vytváření a správu celých pracovních prostředí stejně jako jednotlivých virtuálních počítačů.*
- *Komponenty správy etap pro přesun IT řešení prostřednictvím různých etap testování a vývoje.*
- *Komponenty skriptování pro správu a automatizaci správy virtuálních počítačů a hostitel.*“

Společnost VMware se na trhu s vizualizačními technologiemi pohybuje již přes deset let, a proto je nabídka produktů této společnosti nejobsáhlejší a nejvyzrálejší. Nabídka produktů od společnosti VMware nejlépe zohledňuje požadavky uživatelů. Podniky mohou začít s virtualizací prostřednictvím bezplatného integrovaného hypervisoru ESXi. Tento hypervisor umožňuje přístup k produktu VMware Infrastructure Client, který umožní spravovat hostitelské servery individuálně. Hypervisor ESXi je navržen tak, aby byl malý, ale přesto sloužil jako organizátor přiřazující hardwarové zdroje virtuálním počítačům. S použitím hypervisoru ESXi automaticky získáváme přístup k systému souborů VMFS, který umožňuje vytváření kontejnerů sdílených úložišť, a také použití enginu virtuálního symetrického multiprocessingu (SMP), který umožňuje virtuálním počítačům přistupovat k více než jednomu jádru procesoru. Dohromady tyto nástroje tvoří dobrý výchozí bod, vezmeme-li v úvahu to, že jsou zdarma. Ovšem je třeba si uvědomit, že při použití bezplatného hypervisoru ESXi je poskytovaná podpora zpoplatněna zvlášť. Rozdílem mezi VMware ESXi a ESX je v tom, že bitová kopie ESXi obsahuje pouze hypervisor, kdežto bitová kopie ESX obsahuje hypervisor a oddíl pro správu serveru. Pokud spustíme hypervisor ESXi, musíme pro správu hostitele použít vzdálený počítač ať už fyzický nebo virtuální. V případě hypervisoru ESX lze použít oddíl pro správu, sloužící k místní správě a údržbě hostitele.

Velice účinnými funkcemi, které implementují hypervisory VMware ESX a ESXi, jsou funkce pro správu paměti. Mezi tyto funkce patří:

- **Nastavení minimální/maximální velikosti paměti na virtuálních počítačích** – tato funkce nám umožní nastavit na daném virtuálním počítači minimální/maximální velikost operační paměti RAM. Po spuštění virtuálního počítače mu hypervisor ESX nejprve přidělí minimální paměť. Pokud počítač zatížíme nějakou zátěží a bude v danou chvíli vyžadovat více operační paměti, hypervisor ESX zvýší paměť tohoto počítače až k dosažení nastaveného maxima.
- **RAM Overcommitment** – tato funkce nám umožní alokovat virtuálnímu počítači více paměti, než kterou hostitel disponuje. Vytvoříme-li virtuální počítač, nastavíme mu limity pro minimální a maximální hodnoty operační paměti. Pokud by virtuální počítač využíval všechnu paměť, kterou jsme mu přidělili, hypervisor ESX se spolehne na správu virtuálního počítače založenou na zásadách a přesune virtuální počítač na jiného hostitele, který bude disponovat potřebným množstvím paměti.
- **Transparentní sdílení stránek** (Transparent Page Sharing) – tato funkce umožňuje ukládání pouze jedné kopie souboru do operační paměti hostitele. Je to velice užitečná funkce a je důvodem, proč hostitelé produktů společnosti VMware mohou spouštět velké množství virtuálních počítačů. Tyto hostitelé mohou disponovat mnohem menší zásobou paměti, než hostitelé s jiným hypervisorem. Pokud by náš systém poskytoval hostování například deseti

virtuálním počítačům se systémem Windows Server 2008, každý z těchto virtuálních počítačů by uložil pouze jednu kopii souborů, které během spouštění tvoří jeho hlavní procesy. Takto se dá v některých případech použití ušetřit až 40 procent operační paměti RAM vyžadované k provozu virtuálních počítačů.

- **Řízení velikosti paměti** (Memory Ballooning) – tato funkce nám umožní uvolnit operační paměť z virtuálního počítače, který ji v daný okamžik nepotřebuje, a přesunout jí na jiný, který má v danou chvíli paměti nedostatek. To umožňuje hypervisoru ESX spravovat více virtuálních počítačů a dynamicky mezi nimi alokovat operační paměť RAM podle aktuální potřeby.

5.4 Metriky hypervisorů majoritních výrobců

V podstatě všechny hypervisory jsou vytvářeny stejně a plní stejný účel. Některé hypervisory mohou být napsány přímo pro platformu x64, naopak jiné mohou být 32bitovými hypervisory, avšak i tyto mohou obsahovat důležité součásti platformy x64 jako je například správa paměti. Navzdory tomu že jsou tyto hypervisory vyvíjeny za stejným nebo velice podobným účelem, najde se mezi nimi velká řada rozdílů a odlišností. Tyto rozdíly můžeme rozdělit do různých metrik (*kvalifikovaných veličin*). Porovnáním hodnoty u dané kvalifikované veličiny vzhledem výrobcem daného produktu, si můžeme udělat představu o jednotlivých rozdílech mezi nimi. Mezi tyto metriky bude patřit například režie provozu hypervisoru, maximální počet socketů procesorů u hosta a hostitele, maximální velikost paměti hosta a tak dále. Nyní vždy uvedu metriku a hodnotu jí odpovídající pro jednotlivé hypervisory od výrobců v pořadí VMware, Microsoft, Citrix. Jako první bych uvedl režii provozu hypervisoru. Integrovaný hypervisor ESXi od VMware je velmi malý, a proto jsou jeho režijní nároky takřka zanedbatelné. U Microsoftu a Citrixu se uvádí hodnota jednoho jádra procesoru. Jako další bych uvedl maximální velikost paměti u hostitele. U VMware je to 256 GB, u Microsoft 32 GB až 2 TB a u Citrix 128 GB. Hypervisor od spol. Microsoft Hyper-V podporuje nejvíce paměti, jelikož je založen na kódu systému Windows Server. Ovšem v současné době asi nenajdeme server, který by disponoval 2TB paměti. Jako další metrika by mohla být velikost paměti RAM pro hypervisor. Každý hostitel vyžaduje určité množství paměti RAM pro hypervisor a i pro režii virtuálních počítačů. U VMware se udává 32 MB plus 15 procent paměti alokované pro virtuální počítač, a to pro každý virtuální počítač. U Microsoft se udává 32 MB RAM. Společnost Citrix počítá režii jako procentuální množství paměti RAM. Uvádí se 256 až 512 MB. Jako další metrika je maximální počet socketů procesoru u hostitele a hosta. U VMware je u hostitele uvádí 32 jader a u hosta 4. U Microsoft je to u hostitele 24 jader a u hosta 4. U Citrix uvádějí neomezený počet jader na hostiteli (ten je však vždy omezen fyzickou konfigurací serveru) a 8 jader na hostu. Další metrikou je vyžadovaný počet síťových karet pro správu. U všech hypervisorů je zapotřebí jedna síťová karta. Další metrikou, která se u hypervisorů uvádí je maximální počet serverů ve fondu nebo v clusteru. Počty zdrojů nebo clusterů jsou omezeny funkcí hypervisoru. Společnost VMware podporuje fondy prostřednictvím funkce High Availability (HA) a Virtual Machine File System (VMFS) a uvádějí se hodnoty až 32 serverů ve clusteru. Společnost

Microsoft spoléhá na funkci Failover Clustering systému Windows Server 2008, který je omezen na 16 uzlů v clusteru. Společnosti Citrix nabízí funkci integrovaného fondu zdrojů a i zde se uvádí hodnota 16 serverů do jednoho clusteru. Další a již poslední metrikou, kterou zde uvedu, je maximální velikost paměti RAM u hosta. Všechny hypervisory podporují přidělení maximální paměti pro hosta, což se většinou nepoužívá. Není příliš časté, aby pro virtuální počítač byla alokována veškerá paměť hostitele, neboť by pro něj nezbyl dostatek paměti. Pokud bychom tak učinili, dostali bychom se do situace tzv. „hostitel s jedním virtuálním počítačem“ – což je hostitelský server, na kterém běží pouze jeden virtuální počítač – což je často cenově nevýhodné. Maximální velikosti paměti pro hosta jsou u VMware 64 GB, u Microsoft 64 GB a společnosti Citrix 32 GB paměti RAM.

Všechny uvedené hodnoty jsem čerpal z literatury [1] na straně 185. Pokud jde o hodnoty jednotlivých metrik, tak se od sebe více či méně liší, ale v podstatě všechny hypervisory mají podobné funkce. Hlavním důvodem, proč podniky přecházejí na virtualizaci, je zvýšení využití jejich fyzických serverů, proto vytvoření virtuálního počítače s minimálním a maximálním nastavením zdrojů je zde velmi užitečné. Takto nastavený virtuální počítač běží s minimálními zdroji při malé zátěži a během špičkových zátěží používá maximum zdrojů. Aby tento koncept fungoval, je zapotřebí provozovat fond serverů s dostatkem místa a výpočetního výkonu. To nám umožní přesunout virtuální počítač, který vyžaduje více zdrojů, než kolik jich má stávající hostitel k dispozici, na jiný hostitelský server.

V této podkapitole bych se ještě zmínil o dalším faktoru, který může při výběru hypervisoru hrát důležitou roli. Tímto faktorem je podpora různých operačních systémů na hostovaných počítačích. Ne všechny hypervisory podporují všechny dostupné operační systémy, a proto je důležité si tuto skutečnost uvědomit včas. Na druhou stranu všechny virtualizační enginy od hlavních výrobců podporují ty nejpoužívanější a nejnámější druhy operačních systémů. Zřejmě největší škálu podporovaných operačních systémů lze spustit na produktu od společnosti VMware. Mimo jiné jsou to např.: Microsoft Windows všech dostupných verzí 3.11, 95, 98, 2000, XP, Vista, MS-DOS. Dále pak různé distribuce systému Linux, jako např.: Red Hat Enterprise Linux, SUSE Linux Enterprise Server, FreeBSD, TurboLinux, Novell Linux Desktop, atd. Produkt od společnosti Citrix podporuje také velkou škálu operačních systémů. Mezi ně patří např.: Microsoft Windows všech možných verzí, Oracle Enterprise Linux, Red Hat Enterprise Linux, SUSE Enterprise Linux Server, Debian Sarge. Produkt serverové virtualizace od společnosti Microsoft podporuje následující operační systémy: Microsoft Windows 2000/2003/2008/XP, SUSE Enterprise Linux Server. Pokud jde o podporu 64 bitového hosta, u společnosti VMware lze hostovat většinu operačních systémů platformy x64, u společnosti Citrix lze provozovat 64 bitové operační systémy Windows a konečně u vizualizačního enginu od Microsoft lze hostovat 64 bitové operační systémy Windows.

6 Přechod na vizualizovanou infrastrukturu

Stejně jako jiné IT projekty i projekt přechodu na virtualizovanou infrastrukturu, neboli vytváření dynamického datového centra, musí být určitým způsobem strukturováno. Nelze tento přechod učinit okamžitě bez jakékoli přípravy a porozumění virtualizační technologie. Aby virtualizační projekt maximálně využil svého potenciálu, musíme se nejprve zamyslet nad tím, jak do sebe jednotlivá virtualizační řešení zapadají, co který výrobce nabízí a co všechno musíme v projektu implementovat, aby pro nás byl virtualizační projekt přínosný. Uvedu zde tzv. postup o pěti bodech od společnosti Resolution Enterprises, který, jak název napovídá, je rozdělen do pěti jednotlivých kroků, z nichž každý se zaměřuje na konkrétní problém a snaží se nastínit vhodné řešení. Jednotlivé body jsou: rozbor, virtualizace, pořízení hardwaru, virtualizační architektura, správa datového centra. První bod „rozbor“ (analýza) se zabývá inventarizací datového centra a určení vhodných kandidátů na virtualizaci. Druhý bod „virtualizace“ je zaměřen na úplné pochopení vizualizačních technologií a možností, které nám přináší. Třetí bod „pořízení hardwaru“ se zaměřuje na investice spojené s pořízením nového hardwaru nebo nahrazení starších systémů. Čtvrtý bod se týká virtualizační architektury, kterou musíme v datovém centru nasadit, abychom správně zavedli virtualizační technologie do výrobních (či jiných) procesů. Poslední bod „správa datového centra“ se zaměřuje na aktualizaci nástrojů správy dynamického datového centra. Každý z těchto bodů napomáhá k přiblížení se optimálnímu dynamickému datovému centru.

6.1 Bod první: rozbor

Přechod na virtualizovanou infrastrukturu začíná u analýzy. Do této analýzy by bezpochyby patřila inventarizace. Nemůžeme totiž dobře spravovat infrastrukturu, pokud nevíme, co obsahuje. Nemůžeme ani postoupit dále ve virtualizačním projektu, pokud nevíme, kolik serverů v infrastruktuře spravujeme a jaká je jejich úloha v naší síti. Znalost obsahu sítě pomáhá při její údržbě stejně jako při jejím růstu. Jedním z nejjednodušších způsobů jak získat inventář sítě, je použití některého z bezplatných nástrojů k tomu určených. Jedním z takových programů je Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA). Tento program vyhledá všechny systémy v infrastruktuře a zjistí o nich důležité informace. Takto získaný seznam systémů lze snadno přetvořit v inventarizační seznam. Propojením programu MBSA a programem Microsoft Visio lze automaticky vygenerovat grafické schéma sítě se všemi systémy. Dalším krokem, který spadá do bodu analýzy, je určení vhodných kandidátů na virtualizaci. K tomu nám opět může pomoci nástroj Microsoft Assessment and Planning (MAP). Tento nástroj lze použít k vyhledání hardwaru v síti a určení vhodných serverů pro virtualizaci. Alternativou k programu MAP je program od společnosti VMware Guided Consolidation (VGC). Tento program je dostupný jako nedílná součást programu VMware Virtual Center. Nasazení tohoto programu je vhodné u sítí obsahující méně než sto fyzických serverů. Pro analýzu a určení vhodných kandidátů na virtualizaci v sítích obsahujících více než sto fyzických serverů lze použít nástroj VMware Capacity Planner. Po dokončení analýzy tento program vyhodnotí využití procesoru, paměti, sítě a pevných disků u jednotlivých serverů. Alternativou k těmto

dvěma zmíněným nástrojům je nástroj od společnosti CiRBA Data Center Intelligence, který dokáže při analýze zohlednit i netechnické aspekty datového centra jako je např. lokalita, různé zóny zabezpečení, požadavky na úroveň služeb. Další alternativou je nástroj od společnosti PlateSpin PowerRecon. Tento nástroj dokáže současně sledovat až 2000 serverů. Ať použijeme jakýkoli z uvedených nástrojů určených k analýze sítě a všech prvků co obsahuje, musíme mít stále na paměti, že je potřeba tuto analýzu provádět po určitou dobu. Například po dobu jednoho měsíce si lze udělat představu o minimální a maximální míře využití každého serveru, kdy daný systém běží či nikoli, kdy jsou vyžadovány specifické zdroje a kdy je využití zdrojů minimální a maximální. Tak získáme analýzu měsíčního cyklu. Takto provedená analýza by například neodhalila minima a maxima v dlouhodobějším horizontu. Na to je při vytváření analýzy nutno myslet. Pokud budeme mít analýzu hotovou, můžeme začít s výběrem vhodných kandidátů na virtualizaci. Ještě předtím bychom si ale měli uvědomit, jak se od sebe jednotlivé servery liší a jak je můžeme rozdělit neboli je zařadit do určitých kategorií.

Kategorie serverů

Servery síťové infrastruktury – sem patří servery poskytující hlavní síťové funkce, jako je přiřazování IP adres, překlad IP adres, virtuální privátní síť (VPN), směrování a vzdálený přístup.

Servery pro správu identit – tyto servery spravují identity v dané síti. Zajišťují přístup pomocí protokolu LDAP (Lightweight Directory Access Protocol). V prostředí Windows Server 2008 by se jednalo o službu AD DS (Active Directory Domain Services).

Souborové a tiskové servery – tyto servery poskytují funkci úložišť dokumentů a jiných souborů. Tiskové servery jsou v podstatě sdílené tiskárny.

Aplikační servery – tyto servery poskytují služby aplikací koncovým uživatelům. Jako příklad uvedu Exchange Server, SQL Server. Lze sem zařadit v podstatě každou službu z provozní sítě.

Terminálové servery – tyto servery poskytují uživatelům centrální prostředí pro spouštění aplikací. Uživatel potřebuje pro přístup k tomuto serveru jen velmi omezenou infrastrukturu, neboť celé jejich spouštěcí prostředí probíhá na straně serveru.

Webové servery – tyto servery poskytují koncovým uživatelům webové služby.

Kolaborační servery – tyto servery poskytují infrastrukturu pro spolupráci uvnitř podniku. Jako např. Windows SharePoint Services.

6.2 Bod druhý: virtualizace

Po shromáždění informací o systémech v naší síti můžeme přejít k bodu číslo dva a začít poznávat virtualizační technologie a to, jak mohou pomoci řešit konkrétní problémy. V tomto bodu bychom uplatnili znalosti nabyté z kapitol 2 – 5. V kapitole 2

jsem rozebíral různé druhy virtualizace, jako je plná virtualizace nebo paravirtualizace. V kapitole 3 jsem nastínil základní model sedmi různých aspektů virtualizace, jakou jsou serverová virtualizace, virtualizace desktopů, virtualizace aplikací, virtualizace sítí, úložišť atd. V kapitole 4 jsem se podrobněji zabýval serverovou virtualizací, virtualizací desktopů a virtualizací aplikací a představil hlavní výrobce produktů určených k implementaci zmíněných druhů virtualizace a konečně v kapitole 5 jsem podrobně rozebral problematiku serverové virtualizace.

Bod první a druhý se zaměřují na to, co vše se nachází v naší síti, jaké nové technologie se ve spojení s virtualizací nabízí a jakým způsobem nám pomohou přejít k dynamickému datovému centru, které nám dokáže nabídnout službu na požádání.

6.3 Bod třetí: pořízení hardwaru

V tomto bodu je popsáno to, jak je nutné změnit pohled na hardware, pokud chceme úspěšně vybudovat virtuální infrastrukturu. Zejména serverová virtualizace změní náš pohled na hardware, na kterém budeme spouštět zátěže. Datová centra jsou často naplněna velkým množstvím jednoúčelových serverů, spouštěných z přímo připojeného úložiště. Takovýto model datového centra funguje v prostředí bohatém na zdroje a tam, kde se neřeší spotřeba energie a prostoru. Ovšem v dynamickém datovém centru tímto způsobem postupovat nemůžeme. Pokud přesuneme servery a desktopy na virtuální zátěže, musíme zvážit změnu vlastností hardwaru, na kterém tyto zátěže provozujeme, abychom vždy zajistili vysokou dostupnost těchto systémů. Jelikož hardwarové servery budou nyní provozovat větší počet virtuálních zátěží, je vhodné vzít v úvahu hardware, který nabízí nejlepší poměr cena/výkon. Potencionálním rizikem u takových serverů je operační paměť RAM. Každý virtuální počítač musí adresovat svou vlastní paměť, je proto důležité věnovat pozornost konfiguraci paměti u serverů, aby pro každou zátěž bylo možné alokovat dostatečné množství paměti. Z tohoto důvodu je vhodné zvážit použití 64bitové architektury procesorů. Procesory architektury x64 jsou rozšířením 32bitové architektury x86, a proto mohou spouštět stejný kód jako systémy platformy x86. Ovšem vzhledem k tomu, že architektura x64 je 64bitovou architekturou, může adresovat mnohem více paměti než systémy architektury x86. U počítačů běžících s architekturami skutečných 32bitových procesorů a jim odpovídajících operačních systémů, je možné narazit na slabé místo – nedostatek paměti. Je tomu proto, že 32bitový procesor je navržen tak, aby adresoval nejvýše 4 GB operační paměti RAM. Část této paměti je vyhrazena pro procesy jádra operačního systému a zbylá část paměti je přiřazena virtuální paměti aplikací. Jediný způsob, jak překročit toto omezení a zpřístupnit více paměti při spuštění stejného kódu aplikací, je prostřednictvím architektury x64. Procesory architektury x64 mohou adresovat mnohem více paměti, než jejich protějšky s architekturou x86. Maximální velikost fyzické paměti, kterou mohou aplikace alokovat, je závislá na operačním systému. Pro různé verze operačního systému Windows jsou tyto maximální hodnoty operační paměti RAM rozdílné. Tabulka č. 1 uvádí maximální množství fyzické paměti RAM v závislosti na verzi operačního systému Windows x64.

Tabulka 1 - Podpora paměti pro systém Windows edice x64

Verze systému Windows	Podpora fyzické paměti
Windows XP Professional x64	128 GB
Windows Server 2003 Standard x64 Edition	32 GB
Windows Server 2003 Enterprise x64 Edition	2 TB
Windows Server 2003 Datacenter x64 Edition	2 TB
Windows Vista Home Basic x64	8 GB
Windows Vista Home Premium x64	16 GB
Windows Vista Business, Enterprise nebo Ultimate x64	128 GB
Windows Server 2008 Web nebo Standard x64 Edition	32 GB
Windows Server 2008 Enterprise x64 Edition	2 TB
Windows Server 2008 Datacenter x64 Edition	2 TB

Jak napovídá tabulka č.1 pokud bychom provozovali x64 verzi systému Windows Server 2008 Web nebo Standard Edition, mohou systémy přistupovat až k 32 GB fyzické operační paměti RAM. Pokud bychom provozovali x64 operační systém Windows Server 2008 Enterprise nebo Datacenter, můžeme přistupovat až k 2 TB operační paměti. To je mnohem více, než co umožňuje 32bitový operační systém. V současné době bychom asi těžko hledali server nakonfigurovaný tak, aby měl k dispozici 2 TB fyzické operační paměti RAM, nebo pracovní stanici, která by byla vybavena 128 GB fyzické operační paměti RAM. Uvedená čísla se zdají být velice vysoká, ale vzhledem k tendenci vývoje současného hardwaru nemusí být budoucnost natolik vzdálená. Aby mohl systém Windows Server 2003 naplno využít schopností platformy x64 musí být nainstalován Service Pack 2 nebo novější. Nespornou výhodou je, že operační systémy Windows nebo Linux založené na platformě x64 mohou přistupovat k mnohem většímu množství operační paměti než kterýkoli operační systém platformy x86 či 32bitový OS. Pokud je naším cílem minimalizovat slabá místa v našich systémech, je nutné nasadit operační systém platformy x64.

Pokud vyřešíme problém s paměti RAM a nasazení 64bitového OS, dalším místem, na které je zapotřebí dbát, je tzv. jediné místo selhání (single points of failure). Pod tímto termínem si lze představit situaci, kdy na jednom fyzickém serveru provozujeme např. dvacet zátěží. Pokud by došlo k výpadku tohoto fyzického serveru, došlo by následně k výpadku všech zátěží běžících na tomto stroji. Což by bylo pro řadu koncových uživatelů jistě velmi nepříjemné. Je proto potřeba při konfiguraci hardwaru věnovat pozornost vysoké dostupnosti. Ve většině případů lze této vysoké dostupnosti dosáhnout použitím určité formy clusterování (clusteringu). Společnosti jako je Microsoft a Citrix spoléhají na custerové služby, společnost VMware spoléhá na vlastní konfiguraci zvanou High Availability. Nakonec jsou všechny konfigurace na podporu vysoké dostupnosti velice podobné. Několik počítačů je vzájemně propojeno, aby ochránily zátěže na nich provozovaných. Při výpadku jednoho z hostitelů, jsou zátěže automaticky přesunuty na jiného hostitele v clusteru. Tyto konfigurace vysoké dostupnosti fungují díky sdílenému úložišti. Každý uzel je propojen se stejným kontejnerem úložiště. Pokud je potřeba převzít zátěž, není proto potřeba kopírovat soubory, které tuto zátěž tvoří, na jiný uzel. Virtualizační technologie navíc umožňuje přesunutí zátěže v případě nedostatku zdrojů.

V takovém případě je zátěž automaticky přesunuta na jiný uzel, který má v danou chvíli zdrojů dostatek. Opět platí, že takový přístup je možný pouze pokud se zátěže nachází na nějakém sdíleném úložišti. Je potřeba si uvědomit, aby se naše sdílené úložiště nestalo jediným místem selhání.

Dalším místem, kde můžeme díky virtualizaci ušetřit, jsou náklady na licence. Výrobci softwaru jako je Microsoft změnili své modely licencování tak, aby podporovali virtualizaci. Při zakoupení licence na Windows Server 2003 R2 a Windows Server 2008 Enterprise Edition máme k dispozici až čtyři bezplatné instance operačního systému. Zakoupením licence Windows Server 2003 R2 nebo Windows Server 2008 Datacenter Edition nám dává právo spouštět neomezený počet vizualizovaných instancí operačního systému Windows Server. Abychom si udělali lepší představu o tom, jaké výhody nám virtualizace přináší a jak ovlivňuje licencování serverových operačních systémů, společnost Microsoft vytvořila tzv. kalkulátory. Tyto kalkulátory nabízí způsob odhadu počtu licencí a nákladů na licence systému Windows Standard, Enterprise nebo Datacenter, pro různé virtualizační scénáře. První z kalkulátorů nám nabízí představu o tom, kolik licencí a nákladů spojených s těmito licencemi budeme muset zaplatit s ohledem na různé verze OS Windows na jednom fyzickém serveru. Druhý z kalkulátorů má podobné funkce, ale rozšiřuje možnosti výpočtů pro více fyzických serverů.

6.4 Bod čtvrtý: virtualizační architektura

Dalším bodem postupu je revize a aktualizace architektury našeho datového centra. Jak již víme z předchozích kapitol, virtuální infrastruktura se skládá z několika vrstev. Např. abychom ochránili virtuální zátěže, budeme chtít provozovat systémy platformy x64 připojené k sdílenému úložišti, zapojené do nějaké formy clusteru s vysokou dostupností. Pokud bychom špatně strukturovali virtualizovanou infrastrukturu, mohli bychom se dostat do potíží. Pokud bychom vytvořili virtuální servery, které poskytují služby virtuálním desktopům, které spouští virtuální aplikace uvnitř virtuálních sítí a jsou spojeny do virtuálního úložiště, lehko se v této virtualizované infrastruktuře ztratíme a nedokážeme si rychle uvědomit, která z vrstev není virtualizovaná. V takových případech nám velice pomůže virtualizace architektury. Jak již bylo zmíněno dříve, lze si architekturu rozdělit do sedmi vrstev, přičemž každé s těchto vrstev bude přidělena určitá role. První vrstvou je vrstva fyzická, která zahrnuje všechny komponenty ve fondu zdrojů. Druhou vrstvou je vrstva úložiště, ta podléhá technologii virtualizace úložiště a poskytuje logické jednotky (LUN). Třetí vrstvou je alokační vrstva. Pokud uvažujeme virtuální služby jakou množinu souborů v určité složce, pak je to právě tato vrstva, která zajišťuje přesunutí této složky na jiného hostitele, pokud vznikne potřeba dalších zdrojů této služby, nebo je potřeba provést na hostiteli údržbu či nějaký druh správy. Je to právě tato alokační vrstva (nebo také sledování umístění nabídky virtuálních služeb), která mění statické datové centrum na dynamické. Dále v této vrstvě vytváříme a přiřazujeme virtuální sítě v závislosti na možnostech použitého hypervisoru. Čtvrtou vrstvou je virtuální vrstva. Na úrovni této vrstvy určujeme, co se bude virtualizovat a také zde budou umístěny zátěže serverů a pracovních stanic. Pátá vrstva řeší správu fyzických a virtuálních zdrojů. Šestou vrstvou

je vrstva osobních počítačů. Poslední vrstvou je vrstva odolnosti proti výpadku. Virtualizační architektura se skládá ze sedmi vrstev postavených jedna na druhou, které jsou základem pro vznik dynamického datového centra.

6.5 Bod pátý: správa datového centra

Jak již bylo zmíněno dříve, na dynamické datové centrum lze pohlížet jako na fond zdrojů a na nabídku virtuálních služeb. Je zapotřebí si uvědomit, že pro tyto různé vrstvy jsou zapotřebí různé úrovně zprávy. Například fond zdrojů zahrnující fyzické servery, síťová zařízení, sdílené úložiště atd. Lidé, kteří spravují tyto zdroje, mají zcela jinou pracovní náplň, než lidé spravující virtuální zátěže. Virtualizační projekt s sebou přináší dalekosáhlé změny od aktivit souvisejících s nabídkou virtuálních služeb až po různé kontexty zabezpečení. Hostitelské servery mohou například spadat pod vysoce zabezpečené infrastruktury, neboť spravovat tyto servery by měli pouze správci. Naopak nabídky virtuálních služeb mohou být v zabezpečení poněkud volnější, neboť s nimi budou pracovat jak koncoví uživatelé, tak i správci.

7 Příprava testovacího virtuálního prostředí

Nyní jsme se seznámili s postupem, jakým dosáhneme přechodu na virtualizovanou infrastrukturu. Než bychom se pustili do F2V převodu našich serverů, je velice moudré začít s prvními pokusy s virtualizací v laboratorním prostředí. Testování a zkoušení představuje jediný způsob, kterým se lze vyhnout pozdějším problémům. Tato kapitola pojednává o tom, jak vytvořit virtuální laboratoř, jak ji nasadit a použít a jak lze opětovně využít výstupy z laboratoře. Při vytváření virtuální laboratoře je zapotřebí se zaměřit na čtyři základní oblasti (jak udává [1]):

Popis laboratoře – navrhnout správnou strategii, kterou použijeme k vytvoření a implementaci prostředí.

Výstupy laboratoře – jak lze efektivně využít výstupů z laboratoře. Je velmi snadné použít pro jiné projekty nebo testy již vytvořené počítače. Je to možné vzhledem k tomu, že tyto počítače jsou tvořeny množinou souborů někde ve složce. Je tedy možné je kopírovat, přesouvat, atd.

Postupy při správě laboratoře – jak správně postupovat při správě a provozu laboratoře. Do značné míry sem bezesporu spadá správa souborů.

Budoucí plány a plánovaný růst – budoucí využití laboratoře.

Dále je potřeba rozlišit různé úrovně testování. Testování je postupný proces, který od jednodušších testů přechází ke složitějším a komplexnějším. Jak uvádí [1] existuje pět úrovní testování:

- testování jednotky (zjišťování informací, seznámení s funkcemi, jak funguje vytvoření počítačů, obecné seznámení s virtualizačním procesem),
- testování funkčnosti (testování výchozího řešení a automatických mechanismů),
- testování integrace (spojení jednotlivých komponent dohromady),
- testování fází nasazení (příprava na přechod k provoznímu prostředí),
- testování pilotního projektu (test kompletního řešení, prověří technické a logické řešení).

Na podporu tohoto procesu společnost VMware nabízí produkt Stage Manager (koordinační nástroj, který podporuje výše zmíněný proces).

7.1 Nasazení softwaru pro virtuální počítače

Software pro virtuální počítače je ideálním doplňkem laboratoře. Můžeme virtualizovat téměř všechny servery. Vzhledem k tomu, že provozní zátěže vyžadují značně velké množství paměti RAM, laboratorní zátěže si často vystačí např. s 256 MB RAM alokovaných pro virtuální počítač. Musíme počítat s tím, přidáme-li na server další roli, bude zapotřebí více paměti RAM. V této situaci záleží na výkonu hostitelského

systemu, který hostí virtuální zátěže. Pokud bude vybaven dostatečným množstvím zdrojů, nebude pro nás problém spustit libovolnou požadovanou roli serveru.

Práce s klientskými počítači a servery prostřednictvím virtuálních počítačů značně sníží náklady na pořízení laboratoře. Ať vybereme virtualizační technologii od Microsoft, Citrix nebo VMware, vždy máme k dispozici bezplatný nástroj, který opět sníží náklady na laboratoř. Taktéž můžeme získat nástroje pro převod F2V, které nám ušetří spoustu času, neboť jednoduše vybereme počítač určený pro převod a vytvoříme z něj virtuální instanci.

Existuje mnoho operací, které virtualizace umožňuje. Jednou z nich je vytvoření zdrojového počítače. Nainstalujeme první instanci operačního systému do virtuálního počítače, nakonfigurujeme jej, nainstalujeme nejnovější opravy. Poté jej jednoduše zkopírujeme, odstraníme osobní údaje a máme k dispozici univerzální, zdrojový počítač. Ten využijeme k vytvoření počítače s libovolnou rolí, což je mnohem jednodušší než u fyzických protějšků. Další nespornou výhodou je použití služby VSS (Volume Shadow Copy Service). Usnadňuje zálohování a opětovné použití těchto záloh při poruše virtuálního počítače.

7.2 Konfigurace serverů a virtuálních počítačů

Nyní bych uvedl jednotlivé konfigurace systémů pro různé role.

Hostitelský server:

Duální x64 čtyřjádrový SMP (symmetric multiprocessing) server, 512 MB RAM pro hostitelský operační systém, 256 – 512 MB RAM pro každý virtuální počítač běžící na hostiteli, alespoň dva disky pro pole RAID 1 (zrcadlení), tři a více disků pro RAID 5, použití disků s co možná nejvyšší kapacitou – 1 TB a více, většinu kapacity přiřadíme datové jednotce, kde budou uloženy virtuální počítače, přibližně 50 GB pro systémovou jednotku a 50 GB pro VSS (pro stínové kopie), duální síťové karty s rychlostí 1000 Mb/s, využití funkce NIC teaming.

Pracovní stanice techniků:

1 GHz procesor (nejlépe 64bitový), alespoň 2 GB RAM, grafická karta, DVD-ROM, zvuková karta.

Virtuální počítač běžného serveru:

Alespoň 512 MB RAM, OS dle potřeby, nainstalované Service Pack + opravy, počet disků závislý na roli serveru (1 – 3), alespoň jedna síťová karta, CD/DVD.

7.3 Vytvoření laboratorního prostředí

Pokud se rozhodneme začít vytvářet laboratorní prostředí je zapotřebí mít připravené potřebné vybavení. Eventuálně se jedná o externí jednotky, vysoce výkonné osobní počítače. Dále musíme vědět, kterou virtualizační technologii budeme chtít použít

a poté si musíme pořídit virtualizační software. Je vhodné shromažďovat zdrojová instalační média v podobě souborů ISO, neboť tyto soubory fungují jako CD ve virtuálních počítačích. Nyní podle [1] můžeme zahájit přípravu v tomto pořadí:

1. Nainstalujeme virtualizační technologii na pracovní stanici s dostatečným výkonem na vytvoření virtuálních počítačů.
2. Vytvoříme první virtuální počítač a přidělíme mu operační paměť RAM, diskovou kapacitu a síťové karty. Dobrým zvykem je, vytvořit novou složku s názvem počítače a do ní vložit všechny soubory tvořící daný počítač.
3. Připojíme soubor ISO obsahující operační systém k CD/DVD mechanice nového virtuálního počítače.
4. Provedeme instalaci OS.
5. Nastavíme počítač obvyklým způsobem, nainstalujeme potřebné Service Packy a opravy.
6. Pro každou kopii systému Windows starší než Windows Vista zkopírujeme z instalačního CD do složky SysPrep (obvykle umístěné na C:\) soubory: Setupmgr.exe, SysPrep.exe, Facroty.exe, Setupcl.exe. V případě Vista a Windows Server 2008 použijeme nástroj SysPrep který se nachází ve složce Windows\System32\SysPrep. V případě OS Linux použijeme k přípravě počítače vlastní skript.
7. V případě verzi systému Windows starších než Vista vygeneruje soubor .info nástroje SysPrep pomocí programu Setupmgr.exe. V případě Vista s WS08 spustíme nástroj Computer Image Manager. V případě Linuxu opět použijeme vlastní skript.
8. Zkopírujeme celou složku virtuálního počítače, složku a soubory přejmenujeme na „název_počítačeSysPrepped“ a tento nový virtuální počítač otevřeme v nástroji pro práci s virtuálními počítači.
9. Na počítači spustíme nástroj SysPrep.exe a zvolíme možnost „Reseal“. Odstraníme z počítače osobní informace a vypneme jej. Nyní máme k dispozici zdrojový počítač, který můžeme použít k vygenerování dalších kopií.
10. Postup opakujeme, dokud nevytvoříme takovéto počítače se všemi operačními systémy, které se rozhodneme používat.
11. Ke každému z těchto počítačů vytvoříme dokumentaci obsahující informace o jeho výkonu a počítače můžeme zkopírovat na externí zařízení a poskytnout je dále.

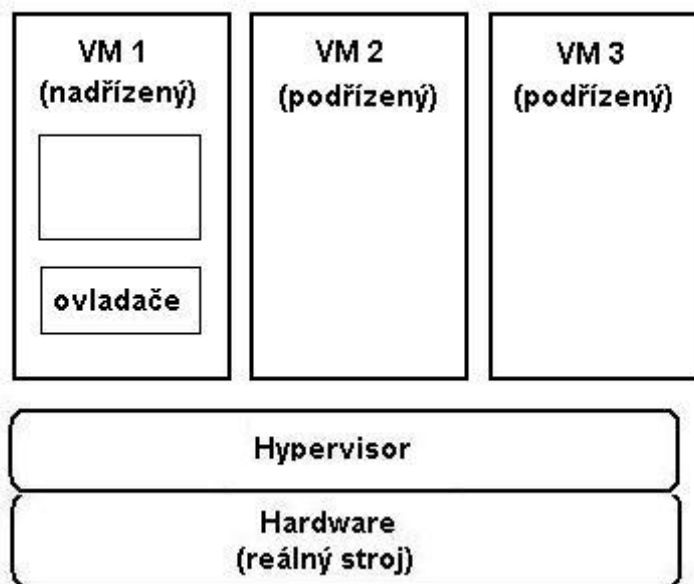
8 Technologie MS Hyper-V

8.1 Uvedení Hyper-V

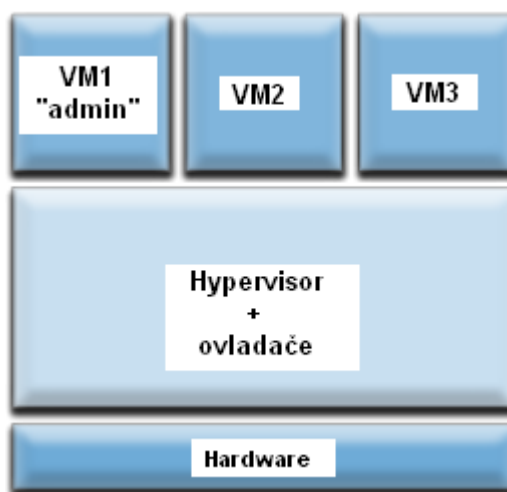
Technologie Hyper-V je virtualizační nástroj od společnosti Microsoft. Již jsem se o něm zmínil v kapitolách 4.1, 5.1, 5.3. Nyní bych tento nástroj popsal poněkud podrobněji. Toto virtualizační řešení je určené pouze pro procesory architektury x64 a je založeno na hardwarové virtualizaci, umožňuje však i paravirtualizaci. Tato technologie je v současnosti nabízena ve dvou rozdílných variantách. První variantou je Microsoft Hyper-V Server R2, který je nabízen zdarma. Je to v podstatě Windows Server 2008 R2 ovšem je nainstalován v tzv. „Core“ režimu (v tomto režimu je nainstalováno pouze jádro operačního systému bez grafického rozhraní a dalších nadstavbových komponent), obsahující pouze roli Hyper-V, bez administrační konzole. V tomto typu instalace nejsou kladené příliš velké nároky na zdroje a systém je stabilnější oproti plné instalaci. Způsobů, jak takto nainstalovaný systém spravovat je hned několik. Můžeme použít příkazovou řádku. Další možností jak spravovat tento systém je z jiného Microsoft Windows Serveru 2008 s nainstalovanou rolí Hyper-V, nebo z klientského počítače s Windows Vista či Windows 7, na kterém je nainstalována služba MMC (*Microsoft Management Console* – což je konzole pro administraci systému). Druhou variantou je pořízení celého systému Windows Server 2008 R2. Ten v sobě obsahuje roli Hyper-V i s administrační konzolí. Jak uvádí literatura [17], Windows Server 2008 R2 lze pořídit ve třech různých variantách a to: Standard (navíc licence na jednu virtuální instanci systému), Enterprise (obsahuje licenci na 4 virtuální instance) a Datacenter (na hostiteli můžeme provozovat neomezený počet virtuálních instancí systému).

8.2 Architektura Hyper-V

Technologie Windows server 2008 R2 využívá model hypervisoru tzv. *mikrokernelu* (neboli mikrojádra). V tomto modelu je mezi hostovaným operačním systémem a hardwarem optimalizovaný hypervisor s základní funkcí dělení na oddíly (neboli *partitioning*). Hypervisor na bázi mikrokernelu nepotřebuje mít ovladače hardwaru přímo v hypervisoru (jako je tomu např. u VMware ESX Serveru, též označován jako *monolitický* hypervisor), ale tyto ovladače jsou umístěny v nadřazeném (rodičovském) oddílu (viz dále). Tento nadřazený oddíl zprostředkovává podřazeným (dětským) oddílům (viz dále) přístup k hardwaru. V podřazených oddílech již tyto ovladače být nemusí. Z podřazených oddílů je přístup k hardwaru vždy zprostředkovaný přes nadřazený oddíl. Dle literatury [1], [18], pokud by došlo k výpadku nadřazeného oddílu, nemohly by podřazené oddíly komunikovat s hardwarem. Obrázek 6 znázorňuje architekturu hypervisoru na bázi mikrojádra, obrázek 7 znázorňuje monolitický hypervisor.



Obrázek 6 - Schéma hypervisoru na bázi mikrojádra, zdroj: vlastní úpravy

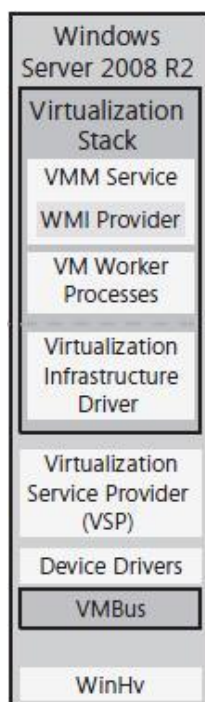


Obrázek 7 - Schéma monolitického hypervisoru, zdroj: vlastní úpravy

8.3 Nadřizeny oddíl (Parent Partition)

Podle literatury [19] je nadřizeny oddíl pro účely virtualizace stejně důležitý jako samotný hypervisor. Obsahuje další součásti, které kromě obsluhy vlastního systému Windows Server 2008 R2 zajišťují i obsluhu podřizeny oddílů. Bez rodičovského oddílu by nemohly běžet virtualizační služby. V tomto oddílu je nainstalován buď Hyper-V Server R2 nebo Windows Server 2008 R2. Tento oddíl je používán pro vytváření a administraci

podřízených oddílů a obsahuje řadu speciálních komponent, které se v podřízených oddílech nenachází. Obrázek 8 znázorňuje jednotlivé části rodičovského oddílu.



Obrázek 8 - Schéma nadřízeného oddílu (popis prvků níže), zdroj: [18]

Virtualization stack

Tato komponenta by se dala označit názvem virtuální skladiště a obsahuje další komponenty potřebné pro přímý přístup k hardwarovému vybavení. Virtualization stack obsahuje tyto komponenty:

VMM (Virtual Machine management Services)

Jak je uvedeno v [18], tato komponenta se stará a řídí stav virtuálních počítačů v podřízených oddílech. Má na starosti například spouštění a vypínání virtuálních počítačů, a práci se snímky (snapshot).

WMI Provider (Windows management Instrumentation)

Tato komponenta dle literatury [20] poskytuje rozhraní pro vzdálenou administraci.

Virtual Machine Worker Process

Název této komponenty lze dle literatury [21] přeložit jako dílčí proces virtuální stanice a v podstatě obsluhuje a reprezentuje jednotlivé virtuální stroje.

Virtualization infrastructure driver

Komponenta, která poskytuje management služeb oddílů, paměti, procesoru pro všechny podřízené oddíly.

Virtualization Service Provider (VPS)

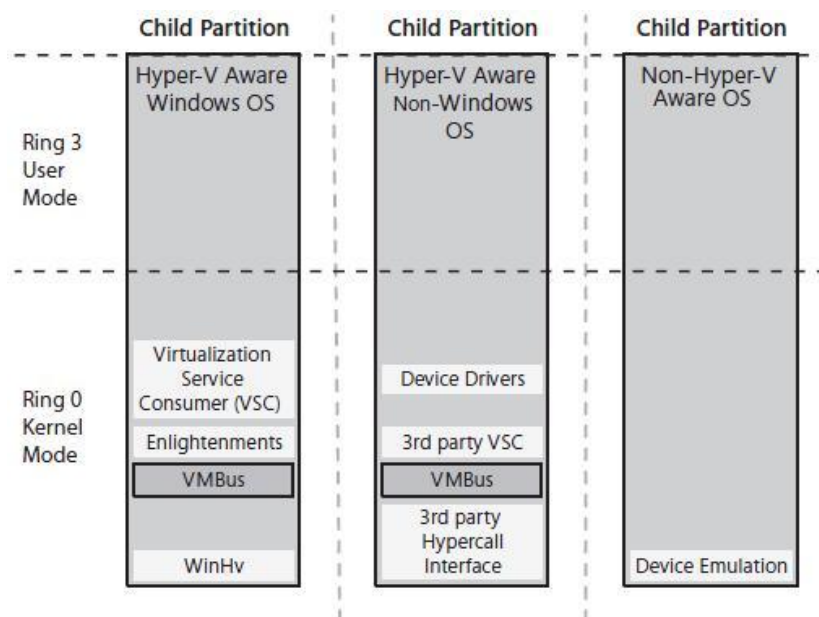
Tato komponenta dle literatury [20] poskytuje komunikační kanál vstupně-výstupních operací s podřízenými oddíly. VPS navazuje komunikaci s tzv. Virtual Service Clientem, který běží v podřízených oddílech. VPS je tedy serverová a VSC klientská část komunikačního kanálu. Komunikace mezi nadřízeným a podřízeným oddílem tak probíhá prostřednictvím tzv. VMBUS.

Virtual Machine Bus (VMBUS)

Tato komponenta dle [18],[20],[21] poskytuje komunikaci (přenos dat) mezi nadřízeným a podřízeným oddílem. V podřízených oddílech, ve kterých neběží operační systém podporující Hyper-V, je tento přenos emulovaný [20].

8.4 Podřízený oddíl (Child partition)

Podřízené oddíly jsou oddíly, ve kterých běží virtuální počítače. Tyto oddíly komunikují s nadřízeným oddílem prostřednictvím VMBUS a volání hardwaru jde přes tento kanál. Existují tři scénáře podřízených oddílů. Za prvé - oddíl s OS Windows, který má podporu Hyper-V. Za druhé - oddíl s OS jiné než Windows, který má podporu Hyper-V a za třetí - oddíl, který nemá podporu Hyper-V a hostí OS Windows nebo jiný. Obrázek 9 tyto scénáře demonstruje.



Obrázek 9 - Schéma podřízeného oddílu (popis níže), zdroj: [18]

Oddíly s OS Windows, podporující technologii Hyper-V

Tyto podřízené oddíly obsahují dvě komponenty. První je VSC (*Virtualization Service Client*), což je komponenta komunikující přes VMBUS s VPS za účelem „využití“ hardwarových prostředků. Druhou komponentou je tzv. „Enlightenments“. Tato komponenta je vlastně plugin, který umožňuje naplno využít podporu Hyper-V, ve virtuálním OS. V tomto se tento typ podřízeného oddílu liší od dvou dalších typů podřízených oddílů. Výhodou tohoto řešení je, že OS přistupuje k hardwaru přímo a ne emulovaně. Přehled OS Windows s podporou Hyper-V je v současné době takovýto: Windows Server 2008, Windows Server 2003, Windows 7, Windows Vista, Windows XP [18],[22].

Oddíly s OS jiným než Windows, podporující Hyper-V

V tomto případě podřízeného oddílu je komponenta VSC od třetích stran. Díky tomu je možné využít výhod Hyper-V u operačních systémů třetích stran. Komunikace komponent VSC a VSP přes kanál VMBUS probíhá stejným způsobem jako v předchozím typu podřízeného oddílu. Výčet podporovaných OS třetích stran je: SUSE Linux Enterprise Server 10 a 11, Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 5.2, 5.3 a 5.4 [18],[22].

Oddíly, které nemají podporu Hyper-V, OS Windows i jiný

V tomto případě podřízeného oddílu je nainstalovaný OS bez podpory Hyper-V. Takovýto OS vůbec neví, že běží ve virtualizovaném prostředí. Veškerý hardware a komunikace s ním bude pro tento typ systému emulován, a proto bude výkon nižší než v předcházejících typech podřízených oddílů.

8.5 Správa Hyper-V

Správa Microsoft Hyper-V lze provést hned několika způsoby. Využívá se při ní automatizace úloh z důvodů minimálních lidských zásahů. Správa těchto virtualizovaných infrastruktur nabízí také rozsáhlý monitoring, který umožňuje předcházet případným problémům. Jak již bylo zmíněno, Hyper-V lze spravovat pomocí několika nástrojů, dle [1],[17],[19].

- Pomocí Microsoft Management Console – správa virtuálních serverů a fyzických počítačů je prováděna pomocí osvědčených a známých nástrojů, které nepotřebují speciální nové znalosti, např. správa služby Active Directory.
- Pomocí Microsoft System Center – v tomto případě se jedná o kompletní sadu nástrojů, která umožňuje kompletní správu virtuálního prostředí a sítě, podstatnou součástí tohoto řešení je Microsoft Virtual Machine Manager.

V následující tabulce č. 2 je vidět přehled toho, co Microsoft Virtual Machine Manager umožňuje a jaké jsou jeho funkce. Zdroj: [1],[17],[19]).

Tabulka 2 - Možnosti a funkce MS Virtual Manager

Funkce	Popis funkce
Konfigurace hostitele	Nastavení hostitele lze automatizovat, včetně globálního nastavení.
Vytvoření virtuálního počítače	VM se vytváří pomocí průvodce v uživatelském rozhraní. VM lze vytvořit pomocí F2V převodu. Převod V2V umožňuje převod VM ve formátu VMDK na VHD. Podpora šablon.
Správa knihoven	Offline práce (ukládání, spravování) s VM.
Umístění a nasazení virtuálních počítačů	Tento nástroj poskytuje informace, kam VM umístit na základě využití a kapacity hostitele, při využití přesunu souboru VM.
Monitoring a generování sestav	Možnosti sestav pro VM i fyzické počítače. Možnost případné optimalizace sestav.
Rychlé zotavení	Možnost vytvářet snímky, je tedy možné rychlé obnovení po výpadku.
Samoobslužné uživatelské rozhraní	Uživatelé mají možnost spravovat VM, správci určují rozsah jejich pravomocí.
Automatizace	Možnost vytvářet skripty pro složitější akce.

9 Microsoft Virtual PC

9.1 Uvedení Microsoft Virtual PC

Jak již bylo zmíněno dříve, program od společnosti Microsoft Virtual PC je typickým představitelem softwarové virtualizace, nepotřebuje tedy přímou podporu virtualizace na procesoru. Tento produkt lze bezplatně stáhnout. Instalace tohoto produktu je velmi snadná, stejně tak jeho počáteční konfigurace. Pod tímto produktem můžeme spouštět hosty obsahující jak OS platformy Windows tak i Linux. Takto vytvoření hosté (VM) se „tváří“ jako opravdové počítače, ovšem jsou závislé na svém fyzickém hostiteli. Každému vytvořenému virtuálnímu stroji je možné přiřadit určité množství paměti RAM nebo diskového prostoru. Po vytvoření virtuálního stroje je tento stroj uložen na pevném disku hostitele, odkud může být spuštěn. Tento program obsahuje mimo jiné snapshoty, které uchovávají aktuální stav počítače a posléze umožní se k tomuto stavu vrátit. Po instalaci více virtuálních strojů je možné mezi těmito stroji rychle přepínat, což je velice flexibilní přístup. Tento produkt je určen především pro virtualizaci desktopů. Lze jej velice zdařile použít pro testování odolnosti systému proti virům a škodlivému softwaru. Pro tyto testovací účely je tento program velice vhodný, jelikož se jedná o samostatný stroj a škodlivý software se nedostane na hostitele. Jak je vidět na Obrázku č. 10, na jednom hostitelském operačním systému (Windows XP) jsou spuštěny dva další (Windows XP, Linux Ubuntu) [23].

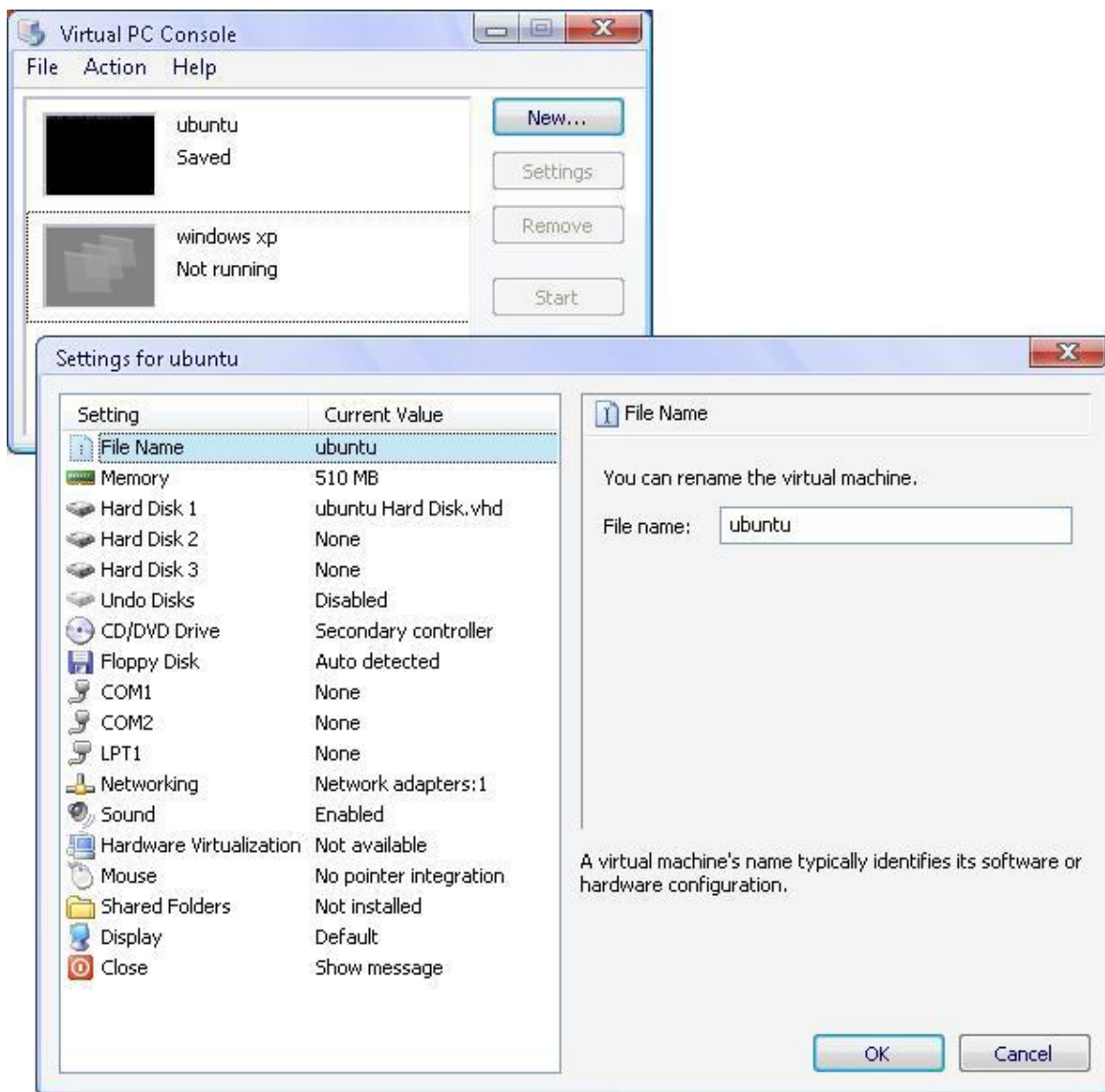


Obrázek 10 - Virtual PC v činnosti, zdroj: vlastní úpravy

9.2 Postupy

Grafické rozhraní

Pomocí grafického rozhraní nástroje Virtual PC můžeme provádět přidávání nových hostů, mazání, nastavování parametrů. V grafickém rozhraní můžeme vidět seznam vytvořených virtuálních počítačů a pomocí tlačítka (Settings) můžeme provádět nastavení jednotlivých parametrů daného VM. Ukázka na Obrázku č. 11.



Obrázek 11 - Grafické rozhraní Virtual PC, zdroj: vlastní úpravy

Přidání hosta

Přidání nového hosta provedeme stiskem tlačítka (New) v grafickém rozhraní. Spustí se průvodce přidáním nového hosta, kde vybereme, zda chceme vytvořit zcela nové nastavení VM, nebo zda chceme využít optimální nastavení. Poté zadáme název

virtuálního PC, dále vybereme OS, který bude nový virtuální PC hostit, dále přidělíme velikost paměti RAM a vytvoříme virtuální pevný disk (možnost použít už existující). Tím je vytvoření nového VM hotové.

Spuštění hosta

Pokud jsme si vytvořili nového hosta, jeho spuštění provedeme v grafickém rozhraní pomocí tlačítka (Start). Spuštěný host se jeví jako další běžná aplikace spuštěná v hostitelském operačním systému.

Nastavení hosta

Jak již bylo zmíněno, nastavení hosta provádíme opět přes grafické rozhraní pomocí tlačítka (Settings). Z nabídky vybíráme jednotlivé oblasti a provádíme nastavení jejich parametrů.

10 Oracle VM VirtualBox

10.1 Představení Oracle VM VirtualBox

Oracle VM VirtualBox (dále jen VirtualBox) je multiplatformní virtualizační řešení pro architekturu x86 a x86-64, které je určeno jak pro domácí, tak pro firemní nasazení. Předností VirtualBoxu je jeho snadná a intuitivní instalace, která probíhá ve všech podporovaných operačních systémech automaticky za pomoci grafického rozhraní.

VirtualBox byl původně vyvíjen firmou innotek GmbH. V roce 2007 byla uvolněna pod licencí GPL verze 2. V roce 2008 koupila firmu Innotek GmbH firma Sun, aby rozšířila svoje portfolio s vizualizačními nástroji. V lednu roku 2010 koupila firma Oracle firmu Sun a VirtualBox byl přejmenován na Oracle VM VirtualBox [24].

VirtualBox lze ovládat pomocí příkazové řádky, nebo grafickým rozhraním. VirtualBox podporuje technologie strojově asistované virtualizace, podporuje také paravirtualizaci. Mezi další vlastnosti VirtualBoxu patří snímkování, podpora šablon nebo klonování. Jednou z dalších vlastností VirtualBoxu je popis hostů ve formátu XML. To umožňuje nezávislost na OS a jednodušší editaci. Hosté, kteří „běží“ na OS MS Windows, GNU/Linux nebo Solaris mají k dispozici speciální programové vybavení (přídavek), který zlepšuje vlastnosti hosta. Konkrétně jde o zlepšení výkonu, grafické rozlišení, integrace myši, atd. Nyní bych uvedl výčet podporovaných hostitelských operačních systémů. Mezi ně patří: MS Windows XP a vyšší, Apple MacOS X, GNU/Linux, Solaris. Mezi podporované operační systémy pro hosta patří: MS Windows – verze 98 a vyšší, GNU/Linux – verze jádra 2.2 a vyšší, Solaris, BSD, IBM OS/2, MacOS X, DOS, Netware, QNX.

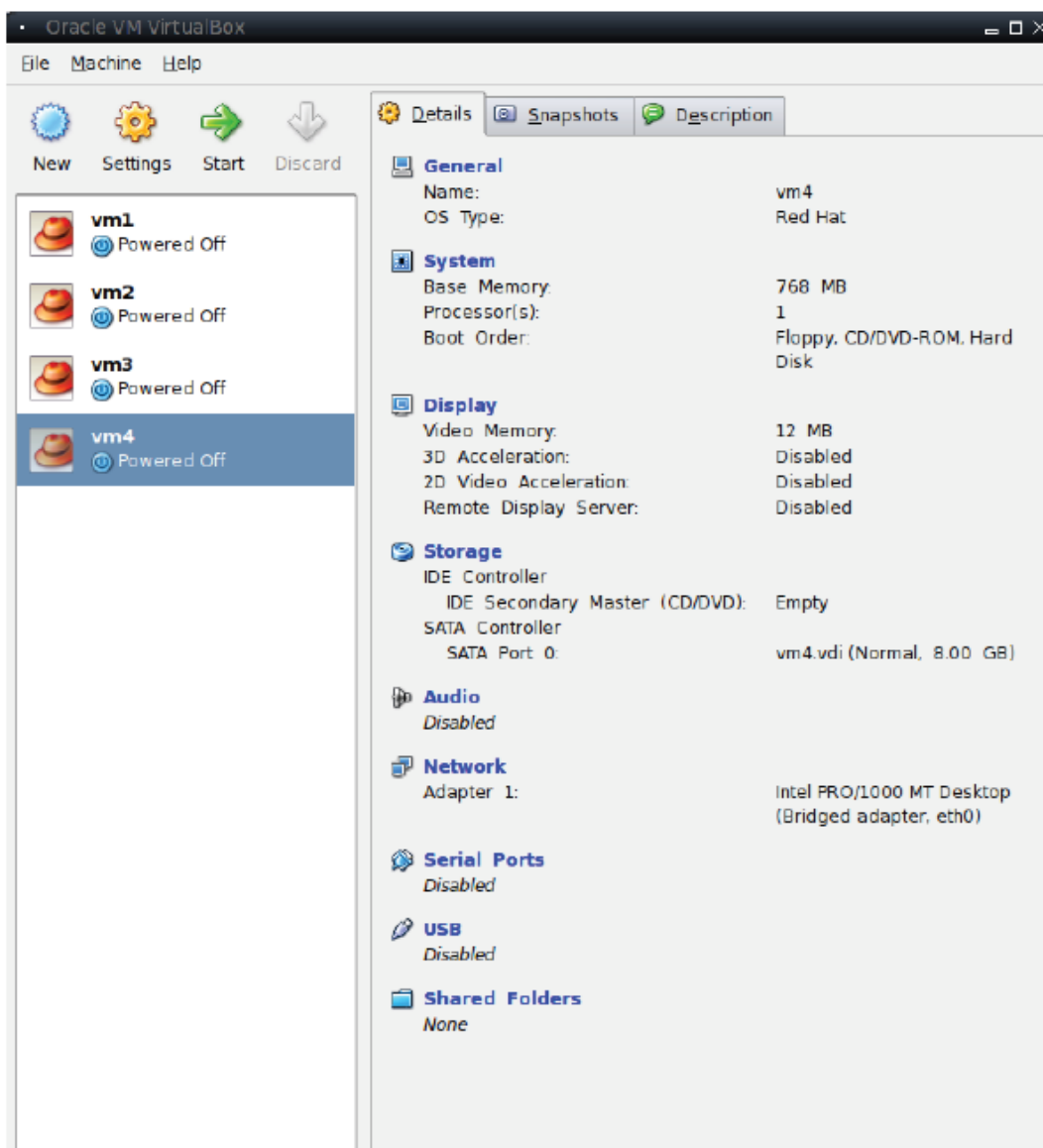
Jak již bylo zmíněno dříve a zároveň vyplývá z charakteru softwarové virtualizace, pro běh VirtualBoxu je nutná existence hostujícího operačního systému. Do něho se provede z předem předpřipraveného instalačního balíčku instalace. Jak uvádí literatura [24], nástroj VirtualBox se v systému skládá ze tří komponent. Grafického rozhraní, služby VBoxCVS a procesu(ů) VirtualBox s parametrem – startvm. Grafické rozhraní se používá k nastavování a ovládání jednotlivých hostů pomocí protokolu COM/XCOM API. Aplikace a jednotlivé hosty je možné spustit bez grafického rozhraní pomocí příkazové řádky. Služba VBoxCVS slouží k monitoringu všech spuštěných hostů a získané informace předává grafickému rozhraní. Proces VirtualBox s parametrem –startvm se v systému vyskytuje tolikrát, kolik je v daný okamžik spuštěných hostů. Z toho vyplývá, co host, to proces v hostujícím operačním systému.

10.2 Postupy

Grafické rozhraní

Grafické rozhraní nástroje VirtualBox je velice podobné jako u nástroje Virtual PC. Poskytuje velice podobné funkce a nastavení. Pomocí grafického rozhraní nástroje

VirtualBox můžeme provádět přidávání nových hostů, mazání, nastavování parametrů, snímkování. V grafickém rozhraní můžeme vidět seznam vytvořených virtuálních počítačů a pomocí tlačítka Settings (Nastavení) můžeme provádět nastavení jednotlivých parametrů daného VM. Dále můžeme provádět import a export hostů. V záložce Details (Detaily) můžeme vidět aktuální nastavení vybraného hosta. Ukázka na obrázku č. 12.

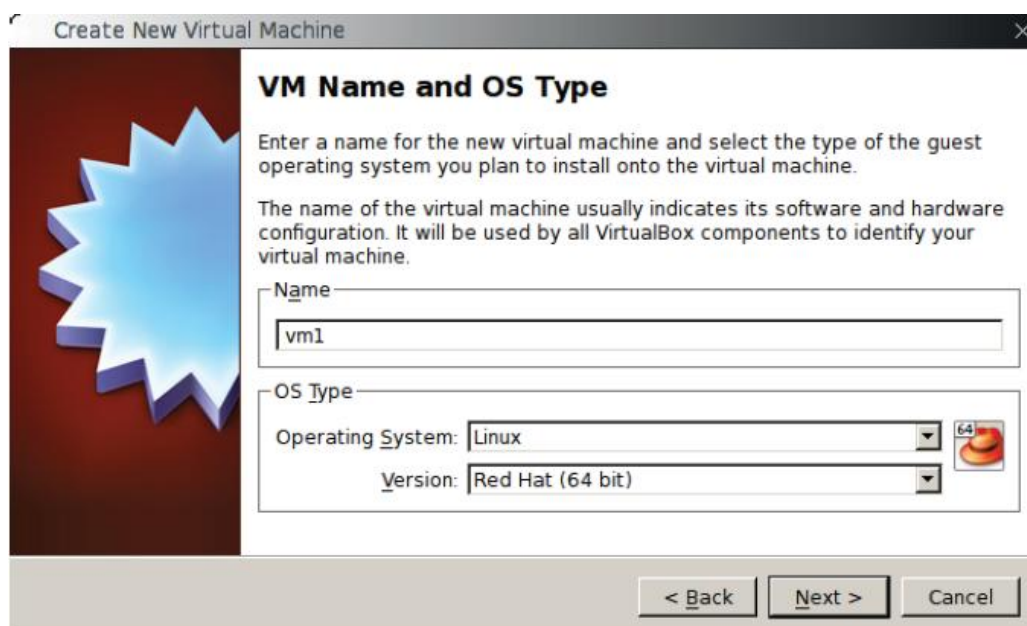


Obrázek 12 - Grafické rozhraní programu VirtualBox, zdroj: vlastní úpravy

Přidání hosta

Přidání nového hosta je taktéž velice podobné, jako tomu bylo u programu Virutal PC. Provádí se pomocí grafického rozhraní stisknutím tlačítka New (Nový). Poté se spustí průvodce přidáním nového hosta, kde si následně vybereme typ operačního systému,

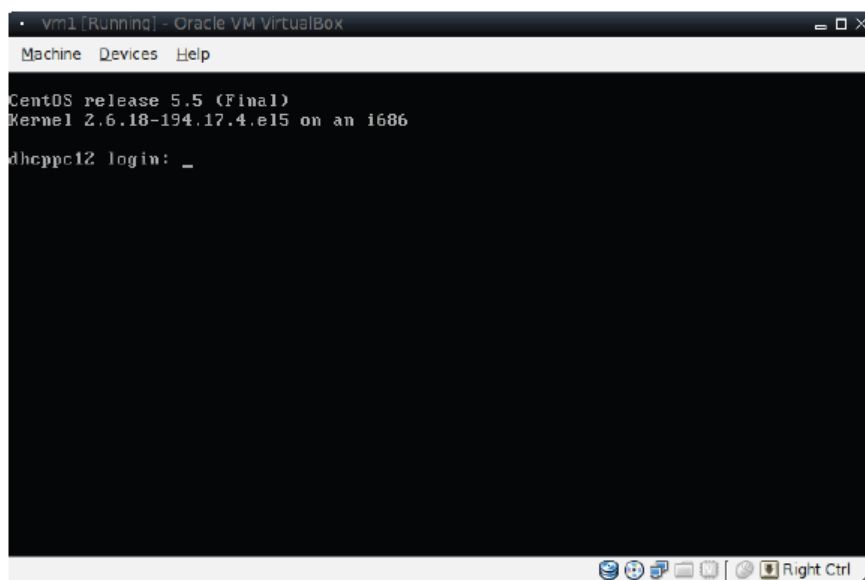
určíme velikost paměti RAM a vytvoříme nový virtuální disk nebo můžeme použít již existující. Ukázka na obrázku č. 13.



Obrázek 13 - Průvodce přidáním nového hosta ve VirtualBoxu, zdroj: vlastní úpravy

Spuštění hosta

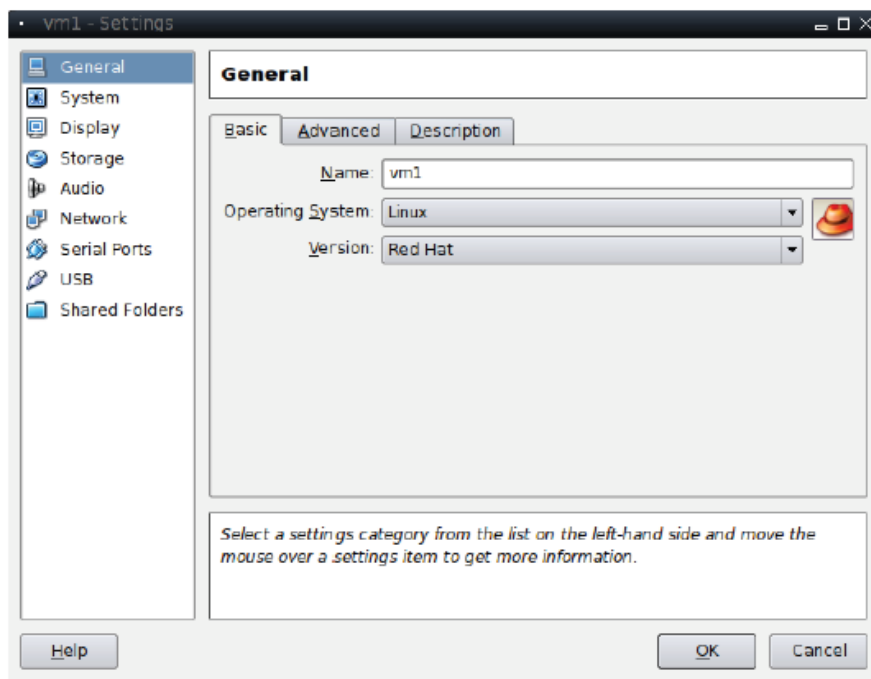
Spuštění hosta provedeme pomocí grafického rozhraní a to tlačítkem Start. Spuštěný host se v hostitelském systému jeví jako běžná aplikace. Ukázka běžícího hosta je na obrázku č. 14.



Obrázek 14 - Ukázka běžícího hosta ve VirtualBoxu, zdroj: vlastní úpravy

Nastavení hosta

Nastavení hosta provádíme opět pomocí grafického rozhraní, kde si z nabídky vybíráme jednotlivé oblasti a provádíme nastavení parametrů – viz obrázek č. 15.



Obrázek 15 - Nastavení hosta ve VirtualBoxu, zdroj: vlastní úpravy

11 Testy vybraných virtualizačních nástrojů

11.1 Testovací konfigurace

11.1.1 Hardwarová konfigurace

1. Základní deska: GIGABYTE M55S-S3, Socket AM2, PCIE
2. Procesor: AMD Athlon 64 X2 5200+, podpora AMD-V
3. Paměť: 2x 2GB DDR2 400MHz
4. Disk: Western Digital, model WD1600JD, kapacita 160GB
5. Grafická karta: ATI Radeon HD 4850 1GB DDR3

11.1.2 Softwarová konfigurace

Na hostitelském PC stejně tak na všech virtuálních PC jsem nainstaloval OS Windows XP Home Edition 32-bit. Všechny virtuální počítače mají přidělený 1GB operační paměti RAM.

Mezi virtualizační nástroje, které jsem se rozhodl otestovat (po dohodě s vedoucím práce) jsem zvolil následující dva: Microsoft Virtual PC 6.0.156.0 2007 a Oracle VM Virtual Box 4.0.6 r71416.

Jako testovací program jsem se rozhodl použít bezplatnou trial (30 denní) verzi benchmark testeru s názvem PerformanceTest 7.0. Ten umožňuje otestovat jednotlivé komponenty počítače a zobrazí přehledný grafický a numerický výsledek. Systém vyhodnocení výsledků je následující. Nad každou komponentou je provedena řada testů, jejichž celkové vyhodnocení dává daný výsledek (rating, body) komponenty. U procesoru se provádí výpočty s celočíselnými čísly (100 000 x). Dále výpočet s čísly s desetinou čárkou (100 000 x). Hledání prvočísel během jedné sekundy. Komprimace dat během jedné sekundy. Test paměti RAM obsahuje tyto testy. Alokace paměti v MB/s. Čtení z paměti v MB/s. Zápis do paměti v MB/s. A nakonec testy prováděné nad pevným diskem. Množství přečtených dat v MB/s souvislého bloku. Množství zapsaných dat v MB/s souvislého bloku.

11.2 Metodika měření

Za pomoci výše zmíněného programu budu postupně provádět testy na hostitelském PC, dále na jednom zpuštěném virtuálním počítači, dále na dvou spuštěných virtuálních počítačích současně. Při běhu testu na hostitelském počítači budou virtuální počítače vypnuté. Při testu na jednom virtuálním počítači bude druhý taktéž vypnut. Každý z testů provedu 3x za sebou, kdy mezi jednotlivými testy provedu restart hostitelského počítače a taktéž virtuálních počítačů. Z naměřených výsledků (bodů) sestavím minimální, průměrnou a maximální hodnotu.

11.3 Výsledky testů

Nyní se pokusím získané výsledky testů co možná nejpřehledněji zanést do tabulek, aby byly patrné jednotlivé rozdíly.

Výsledky hostitelského počítače

Tabulka 3 - Výsledky testu hostitelského počítače

Kritérium	Minimální hod. (body)	Průměrná hod. (body)	Maximální hod. (body)
Celkový výsledek (zohlednění všech subtestů)	905,3	922,1	939,6
Test CPU	1409,5	1425,8	1439,5
Test 2D grafiky	387,7	395,5	405,2
Test 3D grafiky	1312,1	1344,0	1360,4
Test paměti RAM	611,2	623,5	629,5
Test pevného disku HDD	412,2	422,2	431,2
Test mechaniky CD	415,0	419,1	420,9

Tyto výsledky dosáhl hostitelský počítač v klidovém stavu. Slouží jako referenční hodnoty.

Výsledek jednoho spuštěného virtuálního počítače (MS Virtual PC)

Tabulka 4 - Výsledky testu jednoho virtuálního PC (MS Virtual PC)

Kritérium	Minimální hod. (body)	Průměrná hod. (body)	Maximální hod. (body)
Celkový výsledek (zohlednění všech subtestů)	289,2	291,0	295,9
Test CPU	551,0	559,5	569,4
Test 2D grafiky	58,3	60,9	61,3
Test 3D grafiky	-	-	-
Test paměti RAM	317,5	323,7	333,0
Test pevného disku HDD	340,3	351,8	359,2
Test mechaniky CD	239,1	250,1	258,3

Výsledek dvou souběžně spuštěných virtuálních PC (MS Virtual PC)

Tabulka 5 - Výsledky testu na prvním (ze dvou) spuštěném virtuálním počítači (VirtualPC).

Kritérium	Minimální hod. (body)	Průměrná hod. (body)	Maximální hod. (body)
Celkový výsledek (zohlednění všech subtestů)	123,8	127,8	130,9
Test CPU	189,2	193,5	199,5
Test 2D grafiky	26,2	28,1	29,1
Test 3D grafiky	-	-	-
Test paměti RAM	312,0	321,6	332,1
Test pevného disku HDD	312,0	322,8	328,3
Test mechaniky CD	210,3	211,0	213,2

Tabulka 6 - Výsledky testu na druhém (ze dvou) spuštěném virtuálním počítači (VirtualPC).

Kritérium	Minimální hod. (body)	Průměrná hod. (body)	Maximální hod. (body)
Celkový výsledek (zohlednění všech subtestů)	237,7	246,5	247,2
Test CPU	452,1	459,8	460,3
Test 2D grafiky	60,1	61,8	62,6
Test 3D grafiky	-	-	-
Test paměti RAM	257,1	263,6	264,7
Test pevného disku HDD	141,0	143,5	147,2
Test mechaniky CD	197,1	201,3	203,4

Pokud porovnáme výsledky testů obou spuštěných virtuálních počítačů, dojdeme k závěru, že jeden z nich v testu dopadl o něco lépe než ten druhý. Testy byly spuštěny současně, avšak nikdy neběžely naprosto totožně a v každém z testů se jeden s nich opozdil oproti tomu druhému. Zřejmě je to dáno tím, že procesorový čas přidělený jednotlivým virtuálním počítačům není naprosto totožný a proto jednotlivé testy doběhnou v různém čase. Tato skutečnost má jistě za následek to, že po skončení prvního testu má druhý test k dispozici více zdrojů a proto jsou údaje o využití RAM, HDD a CD nepatrně zkresleny. Tento nedostatek jsem se snažil odstranit opakováním stejných testů.

Pokud porovnáme výsledky testů kdy je spuštěn jeden virtuální počítač a kdy jsou spuštěny dva, dojdeme k závěru, že jeden ze dvou spuštěných virtuálních počítačů dosahoval podstatně horších výsledků, než když běží pouze jeden virtuální počítač. Druhý spuštěný virtuální počítač zaostával podstatně více.

Výsledek jednoho spuštěného virtuálního počítače (Oracle VM VirtualBox)

Tabulka 7 - Výsledky testu jednoho virtuálního PC (Oracle VM VirtualBox)

Kritérium	Minimální hod. (body)	Průměrná hod. (body)	Maximální hod. (body)
Celkový výsledek (zohlednění všech subtestů)	528,8	534,7	535,2
Test CPU	689,7	697,6	701,1
Test 2D grafiky	301,2	306,9	309,7
Test 3D grafiky	-	-	-
Test paměti RAM	359,3	364,6	369,2
Test pevného disku HDD	648,7	654,2	661,4
Test mechaniky CD	442,0	453,5	642,6

Po vykonání těchto testů již mohou oba virtualizační nástroje porovnat. Při spuštění jednoho hosta dosahuje nástroj Oracle VM VirtualBox o dost lepších výsledků než jeho konkurent MS Virtual PC. Celkový výsledek testu je přibližně o 100% lepší. Pokud porovnáme testy procesoru, tak Virtual PC zaostává o 138,1 bodů. Dále porovnáme test 2D

grafiky. V tomto směru VirtualBox předčil konkurenta o dost zásadní rozdíl a to o 246 bodů. Při srovnání výsledku testů paměti RAM jsou si oba velmi podobné, ve výsledku testu pevného disku a mechaniky CD opět Virtual PC poměrně zaostává.

Výsledek dvou souběžně spuštěných virtuálních PC (Oracle VM VirtualBox)

Tabulka 8 - Výsledky testu na prvním (ze dvou) spuštěném virtuálním počítači (VirtualBox).

Kritérium	Minimální hod. (body)	Průměrná hod. (body)	Maximální hod. (body)
Celkový výsledek (zohlednění všech subtestů)	478,2	486,7	491,3
Test CPU	693,2	696,3	699,1
Test 2D grafiky	307,5	311,3	312,3
Test 3D grafiky	-	-	-
Test paměti RAM	357,2	365,3	368,0
Test pevného disku HDD	468,3	474,1	481,2
Test mechaniky CD	-	-	-

Tabulka 9 - Výsledky testu na druhém (ze dvou) spuštěném virtuálním počítači (VirtualBox).

Kritérium	Minimální hod. (body)	Průměrná hod. (body)	Maximální hod. (body)
Celkový výsledek (zohlednění všech subtestů)	384,2	390,4	392,3
Test CPU	689,2	693,4	698,1
Test 2D grafiky	110,2	112,6	113,3
Test 3D grafiky	-	-	-
Test paměti RAM	352,3	355,2	357,7
Test pevného disku HDD	375,3	379,0	381,0
Test mechaniky CD	-	-	-

Pro provedení těchto testů mohu konstatovat následující. Virtualizační nástroj Oracle VM VirtualBox dosáhl mnohem lepších výsledků při současném běhu dvou virtuálních počítačů než VirtualPC. Druhý spuštěný stroj dosáhl v celkovém hodnocení o necelých 96,3 bodů méně. Test procesoru vyšel pro oba stroje velmi podobně. Lišil se v řádu jednotek bodů. V testu 2D grafiky druhý stroj značně zaostal o 198,7 bodu. Test paměti RAM dopadl pro oba stroje v podstatě stejně. V hodnocení testu pevného disku zaostal druhý před prvním o 95,1 bodu. Test mechaniky CD se v těchto testech nevykonával, jelikož oba stroje přistupovali k zařízení ve stejný čas. Výsledky byly v řádu jednotek.

11.4 Porovnání testovaných programů

Po provedení testů jsem došel k následujícím závěrům u použitých virtualizačních programů. Oba dva nástroje se velmi lehce instalují a taktéž používají. Jak lze vyčíst z výše uvedených tabulek, nástroj Oracle VM VirtualBox dosáhl o něco lepších výsledků v celkovém srovnání. Pokud se zaměříme na testy, kdy byl spuštěn jen jeden virtuální stroj, nástroj MS VirtualPC zaostal výrazně pouze v 2D grafice. Jinak byly naměřené hodnoty takřka shodné, nebo se lišili v řádu desítek. Z toho lze usoudit, pokud je naším záměrem provozovat jen jeden virtuální stroj, doporučil bych oba. Záleží již na jednotlivci, kterému z nich dá přednost. Pokud se zaměříme na vyhodnocení testů, kdy běžely souběžně dva virtuální stroje, tak zde již MS VirtualPC zaostal značně. Zejména zpomalení druhého stroje bylo velmi patrné a to ve všech testovaných oblastech. Z toho lze usoudit, pokud je naším záměrem provozovat na jednom hostitelském PC více virtuálních strojů, měli bychom dát pravděpodobně přednost nástroji Oracle VM VirtualBox.

12 Závěr

Jak bylo v průběhu celé bakalářské práce několikrát zmíněno, virtualizace je fenomén, který v současné době dobývá svět informačních technologií. Virtualizace se dá uplatnit v mnoha oblastech informačních technologií a přináší sebou mnoho výhod. V této bakalářské práci jsem se snažil poodkrýt tajemství, které je pod slůvkem virtualizace ukryto. Z hlediska odbornosti by práce mohla přiblížit jednotlivá témata mnohem více do hloubky, avšak ústředním tématem bylo představení virtualizace jako takové, poukázat na její možnosti a zaměřit se na stěžejní oblast této práce a to na serverovou virtualizaci. Dále jsem se v práci zaměřil na dva konkrétní produkty, které tuto serverovou virtualizaci realizují. Při vypracovávání práce jsem čerpal informace z mnoha různých zdrojů, ať už knižních nebo internetových, avšak nejvíce informací mi poskytla literatura Virtualizace, Podrobný průvodce od autorů Danielle Ruest a Nelson Ruest. Dále také při porovnávání dvou testovaných produktů (Virtual PC od společnosti Microsoft a VirtualBox od společnosti Oracle) nebylo jednouché objektivně posoudit, který z uvedených je „lepší“ nebo „horší“. Vždy záleží na konkrétní situaci, ve které se nacházíme.

V úvodu práce byla virtualizace představena jako pojem a byla uvedena stručná historie. Dále bylo poukázáno na přínosy, které sebou virtualizace přináší a zmínil jsem se i o negativních stránkách virtualizace. Virtualizace umožňuje naplno využít potenciál hardwaru, snížit spotřebu energie a redukovat počet fyzických počítačů. Dále nám tato technologie dovoluje provozovat různé operační systémy na jednom fyzickém stroji. Další nespornou výhodou je zjednodušená správa, která do značné míry ušetří čas a energii správců IT oddělení. Dále byly v práci popsány základní typy virtualizace. Zde jsem se snažil co možná nejlépe objasnit povahu a rozdíly jednotlivých druhů. Ať už se jednalo o plnou virtualizaci, paravirtualizaci nebo některou z dalších typů. Dále jsem v práci popsal tzv. virtuální architekturu, kde byly postupně popsány oblasti, kterých se virtualizace taktéž týká. Zde se mimo jiné jednalo o serverovou virtualizaci, virtualizaci sítí, úložišť, desktopů a aplikací. V následující kapitole jsem se co možná nejvíce dopodrobna věnoval serverové virtualizaci. Zde jsem se snažil poukázat na zvolení správné technologie a jednotlivé scénáře, kterých se dá pomocí serverové virtualizace dosáhnout. Nechybí zde uvedení základních vlastností jednotlivých hypervisorů, kterým jsem věnoval pozornost. V následující kapitole jsem se snažil uvést jakýsi postup, který by měl usnadnit přechod podniku na virtualizovanou infrastrukturu. Tento postup se skládá z pěti kroků, přičemž každý z nich popisuje určitou, samostatnou etapu tohoto přechodu. V jedné z dalších kapitol práce jsem popsal možnosti, jak připravit testovací prostředí, ve kterém se lze s virtualizační technologií nejlépe seznámit a co možná nejlépe pochopit její základní vlastnosti a možnosti, které přináší. Dále jsem popsal a uvedl základní vlastnosti vybraných virtualizačních nástrojů. Vybral jsem konkrétně Microsoft Hyper-V, Microsoft Virtual PC, Oracle VM VirtualBox. Popsal jsem stručně historii produktu, jeho specifika a pomocí obrázků jsem demonstroval základní operace.

Na základě provedených testů a praktických zkušeností nelze jednoznačně říci, který z uvedených produktů je vhodnější či méně vhodný k realizaci serverové virtualizace. Obecně lze doporučit stažení testovacích verzí nebo verzí, které jsou zdarma a osobně tyto produkty odzkoušet. Každý si tak udělá vlastní posudek na konkrétní produkt a rozhodne se pro nasazení toho či jiného.

V oblasti serverové virtualizace se v době posledních několika let překonalo mnoho pomyslných hranic a virtualizace určitě ještě neodhalila všechny možnosti, které přináší. V blízké budoucnosti se je jistě na co těšit. Tomuto rozmachu do jisté míry přispívá i fakt, že společnost Microsoft se snaží dohnat svého největšího konkurenta na tomto poli, kterým je bezesporu VMware, který lze do jisté míry považovat za monopol v tomto odvětví informačních technologií.

13 Literatura

- [1] RUEST, Danielle; RUEST, Nelson. *Virtualizace - Podrobný průvodce*. Brno: Computer Press, 2010. 395 s. [cit. 2011-02-27], ISBN 978-80-251-2676-9.
- [2] MATYSKA, Luděk. *Techniky virtualizace počítačů. Zpravodaj ÚVT MU* [online]. 2007, č. 2, [cit. 2011-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/545.html>>. ISSN 1212-0901.
- [3] Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2011-02-25]. *Virtualizace*. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Virtualizace>>.
- [4] MATYSKA, Luděk. *Virtualizace výpočetního prostředí. Zpravodaj ÚVT MU* [online]. 2006, č. 2, [cit. 2011-02-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/540.html>>.
- [5] *Strategie ukládání dat* [online]. [cit. 2011-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://h10126.www1.hp.com/bladerunner/pdf/hp-lefthand-p4000-sans-technicalbrochure-cz.pdf>>.
- [6] BREJCHA, Jiří. *Podpora hardwarové virtualizace* [online]. [cit. 2011-03-15]. Dostupné z WWW:< <http://www.jiribrejcha.net/2010/01/podpora-hardwarove-virtualizace-intel-vt-amd-v/> .
- [7] RULE, D., DITTNER, R., *Server virtualization*, Syngress Publishing ,Burlington, 2007, 1.vyd., 931s., ISBN: 978-1-59749-217-1.
- [8] Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2011-03-16]. *Virtuální paměť*. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Virtu%C3%A1ln%C3%AD_pam%C4%9B%C5%A5>.
- [9] Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2011-04-12]. *VLAN*. Dostupné z WWW: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/VLAN>>.
- [10] *VLAN (2) – typologie VLAN* [online]. [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW: < <http://www.svetsiti.cz/view.asp?rubrika=Tutorialy&temaID=237&clanekID=239>>.
- [11] Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2011-04-15]. *VMDK*. Dostupné z WWW: < <http://en.wikipedia.org/wiki/VMDK>>.
- [12] Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2011-04-16]. *VHD (file format)*. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/VHD_%28file_format%29>.
- [13] Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2011-04-16]. *Open Virtualization Format*. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/VHD_%28file_format%29>.

- [14] LÍZAL, V., *Virtualizace - nejdůležitější trend IT současnosti* [online]. VAHAL s.r.o, 2009, [cit. 2011-04-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.vahal.cz/cz/podpora/technicke-okenko/virtualizace.html>>.
- [15] *Microsoft, Virtualizace serverů* [online]. [cit. 2011-03-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/cze/virtualizace/produkty/server.aspx>>.
- [16] System On Line, *Kompletní řešení virtualizace desktopů* [online]. [cit. 2011-04-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.systemonline.cz/virtualizace/komplexni-reseni-virtualizace-desktopu-z.htm>>.
- [17] *Microsoft Hyper-V R2* [online]. Microsoft Corporation, [cit. 2011-03-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/hyper-v-server/en/us/default.aspx>>.
- [18] TULLOCH, M., *Understating Microsoft Virtualization Solutions from the Desktop to the Datacenters*, Microsoft Press, Washington 2010, 2.vyd, 408s., CN: 2010920178.
- [19] Hyper-V. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 11 May 2007 , last modified on 20 April 2011 [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Hyper-V>>.
- [20] KAŠIČKA, Ondřej. *Virtualizace serverových operačních systémů*. Hradec Králové, 2010. 48 s. Bakalářská práce. Univerzita Hradec Králové.
- [21] ŽÁČEK, Jaroslav. *Virtualizace serverového prostředí*. Hradec Králové, 2010. 56 s. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové.
- [22] *Virtualization with Hyper-V: Supported Guest Operating Systems* [on-line], Microsoft database, 2010 [cit. 2011-03-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/windowsserver2008/en/us/hyperv-supported-guest-os.aspx>>.
- [23] Windows Virtual PC. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 5 September 2003, last modified on 1 April 2011 [cit. 2011-05-06]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Virtual_PC>.
- [24] KNAP, Jan, *Srovnání volně šiřitelných virtualizačních technologií*. Hradec Králové, 2010. 45 s. Bakalářská práce. Univerzita Hradec Králové.