

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta ekonomicko-správní**

**VMware a jeho využití v instituci veřejné správy**

**Bakalářská práce**

2009

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Ústav systémového inženýrství a informatiky  
Akademický rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David BAKRLÍK**  
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Informační a bezpečnostní systémy**  
Název tématu: **VMware a jeho využití v instituci veřejné správy**

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

Popis základních principů virtualizace  
Sestavení přehledu produktů sloužících k realizaci virtuálních strojů  
Shromáždění požadavků na výsledné řešení  
Vytvoření návrhu  
Ekonomické zhodnocení

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

**ESX Server 3.0 and VirtualCenter 2.0. U.S.A. [s.n.] 2006. 481 s.**  
**Manage, Automate and Optimize your IT Infrastructure [online]. 2008.**  
**Dostupný z WWW: <<http://www.vmware.com/products/vi/vc/>>.**  
**Server Virtualization Products [online]. 2008. Dostupný z WWW:**  
**<[http://www.vmware.com/products/server\\_virtualization.html](http://www.vmware.com/products/server_virtualization.html)>.**  
**Virtual machines, virtualization, server consolidation, virtual in-**  
**frastructure, vmware, vm, vmware [online]. 2008. Dostupný z WWW:**  
**<<http://www.vmware.com/products/vi/>>.**



Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Oldřich Horák**

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce:

**6. října 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce:

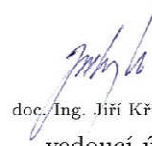
**1. května 2009**



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.



doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 6. října 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré prameny, 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 Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 24. 8. 2009

David Bakrlík

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce  
Ing. Oldřichu Horákovi za všechny rady a připomínky při zpracování bakalářské práce.

## **SOUHRN**

Tato bakalářská práce popisuje využití virtualizace v rámci úřadu veřejné správy. Práce se však nevěnuje pouze tomuto tématu, ale jsou v ni představeny základní druhy virtualizace a virtualizačních platform. Další informace jsou zaměřeny na návrh řešení, a jeho ekonomické zhodnocení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Virtualizace, VMware, vSphere, Magistrát města Pardubic

## **TITLE**

VMware and its use in the institution of public administration

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis describes the use of virtualization within the Office of Public Administration. Work is not only dedicated to this subject, but it is presented in the basic types virtualization and virtualization platforms. Further information are focused on design, and its economic evaluation.

## **KEYWORDS**

Virtualization, VMware, vSphere, Municipality of Pardubice

## Obsah

1.	Úvod .....	8
2.	Cíle práce a metodika .....	9
3.	Historie virtualizace.....	10
3.1.	Co je to virtualizace?.....	11
3.2.	Základní druhy virtualizace.....	11
3.2.1.	Virtualizační architektury .....	12
4.	Virtualizační platformy .....	14
4.1.	VMware Virtual Infrastructure .....	14
4.2.	Microsoft Hyper-V .....	16
4.3.	Citrix XenServer .....	17
5.	VMware a jeho vlastnosti.....	21
5.1.	Popis serverových produktů VMware.....	21
5.2.	Důležité vlastnosti.....	22
5.3.	Nástroj pro správu .....	23
6.	VMware Virtual Infrastructure v instituci veřejné správy .....	25
6.1.	Charakteristika instituce.....	25
6.2.	Aktuální stav hardware .....	25
6.3.	Aktuální stav software.....	29
6.4.	Výhody virtualizace .....	30
6.5.	Nevýhody virtualizace .....	33
7.	Návrh řešení.....	34
7.1.	Ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení.....	38
8.	Závěr.....	40
9.	Seznam literatury.....	42
	Příloha 1 – Porovnávané kritéria .....	46
	Příloha 2 – Certifikát ze školení VMware.....	50
	Příloha 3 – Souhlas tajemníka Magistrátu města Pardubic .....	51

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1 - Architektura VMware GSX serveru .....	14
Obrázek 2 – Architektura VMware ESX serveru.....	15
Obrázek 3 – Hyper-V architektura .....	17
Obrázek 4 – XenServer architektura .....	18
Obrázek 5 - Graf hodnocení virtualizačních platform.....	19
Obrázek 6 - Varianty vSphere .....	21
Obrázek 7 - Detailní rozdělení služeb VMware vSphere.....	22
Obrázek 8 – VCenter Server .....	23
Obrázek 9 - Tower server .....	26
Obrázek 10 - Rackmount server .....	26
Obrázek 11 - Blade server .....	26
Obrázek 12 - Blade enclosure .....	27
Obrázek 13 - Zatížení procesorů a pamětí ESX 3 serveru .....	28
Obrázek 14 - Nastavení virtuálních switchů ESX serveru .....	29
Obrázek 15 - Konzole pro přiřazení hardwaru virtuálního serveru.....	31
Obrázek 16 - Instalace serverů ze šablony .....	32

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Zastoupení fyzických serverů .....	25
Tabulka 2 - Hardwarová konfigurace ESX 3 serveru .....	28
Tabulka 3 - Naměřené hodnoty při restartu serverů.....	30
Tabulka 4 - Časový plán integrace vSphere serveru .....	36
Tabulka 5 - Seznam serverů a jejich rolí.....	37
Tabulka 6 - Časový harmonogram druhé části návrhu.....	38
Tabulka 7 - Náklady na realizaci první části řešení .....	38
Tabulka 8 - Náklady na pořízené hardware.....	39



## 1. Úvod

Informační systémy, které se dnes používají, jak v komerčních institucích, tak i v institucích veřejné správy, musí splňovat velké množství kritérií. Bezpečnost, stabilita, dostupnost, funkčnost a spolehlivost informačních systémů. Bezproblémová funkčnost těchto systémů nezáleží jenom na správcích informačních systémů, ale i z velké části na zvolené hardwarové a softwarové implementaci.

Dle dostupné literatury a i zkušeností administrátorů informačních systémů je zřejmé, že fyzické servery při běžném provozním zatížení nevyužívají plně možnosti svých hardwarových prostředků. Pokud by se zatížení hardware serverů pohybovalo v rozmezí mezi 10% - 20%, bylo by teoreticky možné provozovat více serverů na jednom hardware. Tím by se snížily náklady na hardware, elektrickou energii, kapacitu místností, kde jsou umístěné servery, jejich chlazení a další náklady spojené s provozem informačních systémů.

Řešení, která pomohou výše uvedené požadavky realizovat je jistě více. Cílem této práce je představit virtualizaci, jako jedno z možných řešení.

Každá instituce by měla mít za cíl minimalizovat náklady na pořízení a provoz informačního systému, proto začíná být virtualizace ať už na úrovni hardware nebo na úrovni software, virtuálních aplikací či virtualizace operačních systémů, stále žádanější.

Cílem této bakalářské práce je tedy popsat základní principy virtualizace a představit produkty na českém trhu, které je možné využít k virtualizaci serverového prostředí. Hlavním výstupem práce, je pak ukázat využitelnost virtualizace v instituci veřejné správy a to konkrétně na příkladu Magistrátu města Pardubic. Výsledkem bude materiál, který usnadní manažerům a specialistům v oblasti IT rozhodování, jaký přínos by do jejich instituce měla virtualizace serverového prostředí přinést.

## 2. Cíle práce a metodika

Hlavním cílem práce je vytvoření návrhu využitelnosti virtualizace serverového prostředí v instituci veřejné správy. Posoudit, zda nasazení virtualizační platformy VMware je pro konkrétní úřad Magistrát města Pardubic ekonomicky výhodné, tedy zda přinese úsporu nákladů na provoz informačního systému.

Dílčím cílem této práce je zmapování trhu s produkty poskytujícími virtualizaci a popis základních principů virtualizace.

K naplnění cílů je třeba splnit následující body:

- popis základních principů virtualizace
- představit produkty sloužící k virtualizaci
- shromáždit požadavky na výsledné řešení
- navrhnout vhodné konkrétní řešení pro Magistrát města Pardubic

V teoretické části byly použity metody:

- kompilace
- studium literatury
- analýza administrátorských dokumentací
- porovnávání poznatků (komparace)
- citace
- deskripce

V praktické části byly použity metody:

- rozhovory (se specialisty na virtualizaci)
- pozorování (chování fyzických a virtuálních serverů)
- měření

### 3. Historie virtualizace

Pojem virtualizace se poprvé objevuje v roce 1960, jako způsob lepšího využití velkého sálového hardwaru. První firma, která představila virtualizaci, byla firma IBM, která pro tento účel vyvinula softwarovou vrstvu mezi virtualizovaný operační systém a fyzický hardware.[18]

Další produkt, který je považován za vyvrcholení virtualizace firmy IBM, byl operační systém vyvinutý v následujících letech pod označením VM/370. Operační systém VM/370 optimalizoval použití mainframe<sup>1</sup> prostřednictvím virtualizace, která umožňovala na jednom fyzickém hardware spustit více operačních systémů. Tato technologie využívala zmiňovanou softwarovou vrstvu vyvinutou v předchozích letech. [6]

Kolem roku 1980 začal rozvoj osobních počítačů založených na technologii x86<sup>2</sup> a do popředí začal vstupovat model klient-server<sup>3</sup>. V následujících letech se tento model s růstem x86 serverů a osobních počítačů stává standardem IT infrastruktur. Jak se později ukázalo i tato technologie měla své provozní nedostatky. Zejména pak nízké využití infrastruktury je jedním z prvních nedostatků řešení. U x86 serverů je průměrně využito 10% až 15% celkové kapacity. Dostupnost aplikací běžících na jednom serveru, je navzájem ovlivňována. Zvyšují se náklady na fyzickou infrastrukturu a tím i náklady na jejich správu. Z výše uvedeného plyne zásadní nedostatek, kterým je pro koncového uživatele nedostupnost aplikace umístěné na serveru.[18]

V roce 1999 přichází společnost VMware s řešením plné virtualizace na x86 hardware, které odstraňuje nedostatky výpočetního modelu klient-server. VMware transformoval x86 systémy do sdílených univerzálních hardwarových infrastruktur, které jsou izolovány od hardware. Výsledkem rozvinutí adaptivních virtuálních technik je vysoká výkonnost virtuálního počítače, který je plně kompatibilní s hostitelským hardware. VMware je průkopníkem této techniky a dnes je nesporným vůdcem ve virtualizačních technologiích.[18]

V průběhu roku 2001 vydal VMware svoje první dva produkty serverové virtualizace. VMware ESX server a VMware GSX server. O tři roky později vstoupila

---

<sup>1</sup> Mainframe – počítač s velkou výpočetní kapacitou většinou větších rozměru. [7]

<sup>2</sup> X86 - Základní celočíselná sada procesorů pro osobní počítače. [2]

<sup>3</sup> Základní myšlenkou modelu klient-server, je zpracovávat data na centrálním místě. [8]Klientem je osobní počítač a vzdálený počítač pracuje jako server.

na trh virtualizace společnost Microsoft se svým produktem Microsoft Virtual server 2005 a společnost XenSource, kterou v říjnu 2007 koupila společností Citrix Systems.

Následující období v oblasti virtualizace serverů je výzvou pro konkurenční boj těchto tří společností. Některé produkty jsou uvolněny pro volné používání a vznikají produkty nové. VMware vydává v roce 2005 VMware server ESX 3, v roce 2007 VMware server ESX 3,5 a v roce 2009 VMware vSphere 4. Ani společnost Citrix nezůstává pozadu a vznikají nové produkty Citrix Xen server 4, Citrix Xen server 5 a Citrix Xen server 5,5. Microsoft reagoval na nově vznikající produkty novou verzí Microsoft Windows serveru 2008 s podporou Hyper-V a Microsoft Hyper-V serverem.

### **3.1.Co je to virtualizace?**

Pod pojmem virtualizace se v IT světě obvykle rozumí uspořádání, ve kterém je možné k systémovým zdrojům přistupovat jako k množině výkonu bez ohledu na jejich fyzické charakteristiky, pomocí kterých k nim uživatelé obvykle přistupují. Pojem “server” se tak už neomezuje svou fyzickou podobou, ale skupinou dostupných zdrojů. Virtualizace pak umožňuje na jednom fyzickém serveru provozovat pochopitelně více serverů virtuálních.[17]

Dá se tak říci, že primárním cílem virtualizace je schovat technické detaily systému pod virtualizační vrstvu, prostřednictvím které je pak k dispozici pouze jeho “výkon”. [3]

Jsou na trhu firmy, které nazývají virtualizaci kouzlem, ale jde spíše o elegantní a efektivní využití dnes již velmi výkonného hardware tak, aby zákazník dostal, po čem touží, a poskytovatel služeb udržel náklady v rozumných mezích.[17]

### **3.2.Základní druhy virtualizace**

Virtualizace nepředstavuje pouze virtualizaci serverových operačních systémů, ale i virtualizaci různých částí IT infrastruktury. K běžně používané patří síťová virtualizace, která je obecně známa pod pojmem virtualizace datových sítí. Mezi nejnámější patří virtualizace LAN sítě, kde jedna LAN<sup>4</sup> síť je rozdělena na několik VLAN<sup>5</sup> sítí.

---

<sup>4</sup> Lokální síť, které pokrývá malé geografické území.

<sup>5</sup> Virtuální lokální síť. Je to logická síť, která není závislá na fyzické vrstvě.

Další možnosti virtualizace je virtualizace diskových polí. Při virtualizaci diskových polí jsou fyzické disky slučovány do RAID<sup>6</sup> skupin. Disky v RAID skupinách jsou ve výsledku prezentovány jako jeden disk.

Virtualizace zasahuje i do oblasti zálohování. Virtualizace páskových zařízení založená na technologii VLT<sup>7</sup> se stává stále používanější. Největší výhodou je takřka neomezené množství virtuálních pásek, které umožňují zálohovacím aplikacím provádět paralelní zálohy.[13]

K nejrozšířenější virtualizační platformě patří serverová virtualizace, která prochází neustálým vývojem. Důležitým prvkem v serverové virtualizaci je hypervisor.

### **Co je to hypervisor?**

Jednouúčelový „tenký“ operační systém vyvinutý a vyladěný pro virtualizaci. Hypervisor je zodpovědný za rozdělování celkového výpočetního výkonu, management paměti a management I/O operací.[13]

### **3.2.1. Virtualizační architektury**

Virtualizace používá ve své architektuře pro virtualizaci x86 serverů tři hlavní metody, softwarovou emulaci hardwaru, virtualizaci s hardwarovou asistencí a paravirtualizací.

V počátcích serverové virtualizace pracovaly virtualizační produkty nad plnohodnotným operačním systémem, které mají větší nároky na hardwarové prostředky než speciálně upravený operační systém, který byl vyvinutý pro virtualizaci a známe ho pod pojmem hypervisor. Jak již bylo zmíněno, tak hypervisor je zodpovědný za rozdělování celkového výpočetního výkonu, management paměti a management I/O operací.

Pro každý virtuální server zajišťuje komunikaci Virtual Machine Monitor. VMM<sup>8</sup> je samostatná komponenta komunikující s hypervisorem pracujícím přímo nad fyzickým hardwarem právě zmíněnými metodami.

---

<sup>6</sup> Vícenásobné diskové pole nezávislých disků.

<sup>7</sup> Virtuální pásková knihovna.

<sup>8</sup> Virtual Machine Monitor.

## **Softwarová emulace hardwaru**

Výhodou softwarové emulace je absolutní nezávislost na hardwaru a možnost provozovat na virtuálních serverech nezměněné<sup>9</sup> operační systémy. Nevýhodou je výkonnostní režie.[14]

## **Virtualizace s hardwarovou asistencí**

S rostoucími požadavky na virtualizaci se výrobci hardwarových komponent zaměřili na hardwarovou podporu virtualizace na úrovni procesorů, chipsetů, paměti, síťových karet a host bus adaptérů. Pomocí přenechání některých činností hardwarovým komponentám je možné minimalizovat virtualizační režii hypervisorů.[14]

## **Paravirtualizace**

Metoda virtualizace, která vyžaduje zásah do jádra operačního systému provozovaného ve virtuálním prostředí se nazývá paravirtualizace. V jádře paravirtualizovaného operačního systému existují speciální rutiny, které přesměrovávají určité instrukce, které by jinak byly vykonány hardwarem do hypervisoru přes tzv. root partition (často nazývanou Domain0, nebo kontrolní doménou). Výhodou paravirtualizace je obecně nižší výkonnostní režie než u plné softwarové emulace.[14]

Každá z výše uvedených metod má své výhody i nevýhody a většina virtualizačních platforem používá kombinaci více metod.[14]

---

<sup>9</sup> Operační systémy nevyžadují žádnou speciální úpravu.

## 4. Virtualizační platformy

V dnešních moderních datových centrech se serverová virtualizace stává základním kamenem IT infrastruktury. Na českém, ale i celosvětovém trhu jsou tři produkty, které svojí koncepcí virtualizace převyšují ostatní.

K těmto třem lídrům řadíme společnost VMware s virtualizační platformou VMware Virtual Infrastructure 3, společnost Citrix a její Citrix Xen server a v neposlední řadě společnost Microsoft se svým novým produktem Microsoft Hyper-V.

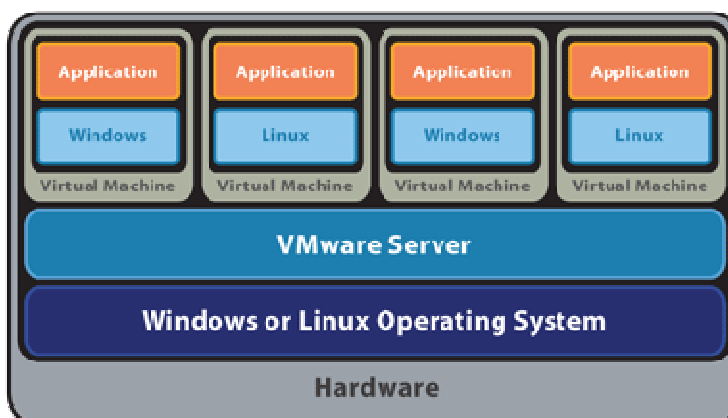
Správná volba této klíčové komponenty datového centra má často vliv na dlouhodobou strategii IT.[14]

Následující porovnání prezentuje hlavní virtualizační platformy.

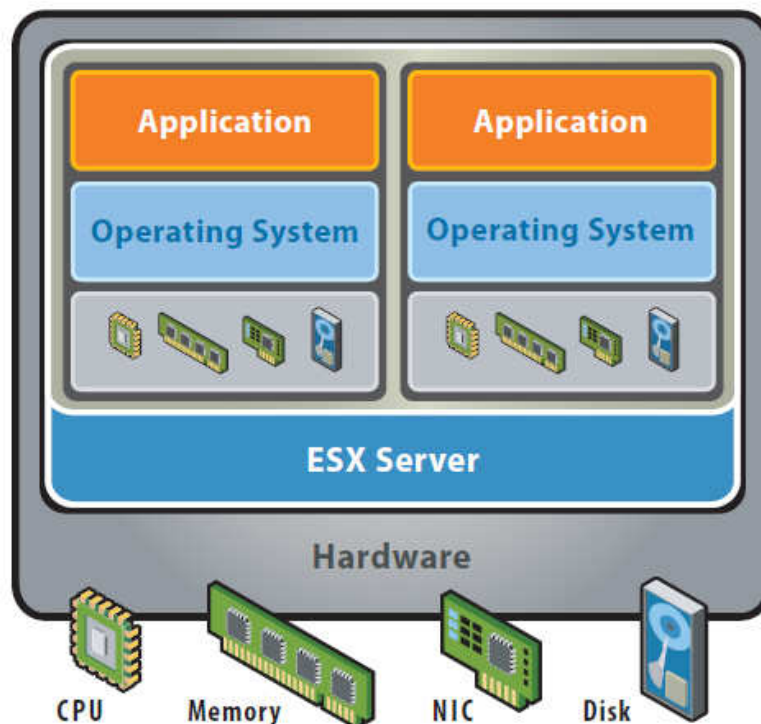
### 4.1. VMware Virtual Infrastructure

VMware je jedním z prvních průkopníků v oblasti serverové virtualizace na platformě x86. Společnost byla založena v roce 1998 a v roce 2004 byl VMware koupen společností EMC Corporation, která je v současnosti jejím největším akcionářem.[14]

Jako svůj první produkt VMware uvedl v roce 1999 na trh produkt pod označením VMware Workstation. VMware Workstation není určen pro serverovou virtualizaci, ale pro virtualizaci na desktopových stanicích. Pro serverovou virtualizaci byly určeny další produkty VMware GSX server a VMware ESX server. Hlavním rozdílem, těchto produktů je v jejich hostitelském operačním systému. VMware GSX využívá běžný operační systém viz obrázek 1 a VMware ESX server pracuje pouze nad hardwarem viz obrázek 2.



Obrázek 1 - Architektura VMware GSX serveru[25]



Obrázek 2 – Architektura VMware ESX serveru [28]

VMware GSX server je dnes poskytován zdarma pod novým názvem VMware server.[14]

VMware ESX server je také uvolněn pro volné použití, ale pouze ve verzi VMware ESX 3i. VMware ESX3i je velmi tenký hypervisor instalovaný na serverový hardware.[20]

Ostatní verze VMware ESX s enterprise vlastnostmi a podporou centrálního managementu se licencují.[14]

VMware nazývá svůj aktuální produktový balík jako “Virtual Infrastructure 3”, což je v podstatě softwarový balík obsahující hypervisor a sadu virtualizačních management nástrojů integrovaných do produktu “VMware Virtual Center”, dnes přejmenovaného na “VMware vCenter”. VMware navíc aktuálně uvolnil novou verzi své virtualizační infrastruktury, kterou přejmenoval na vSphere 4.[14]

Nejrozšířenější produkční prostředí VMware je Virtual infrastructure 3.5, který používá více jak 130000 zákazníků.[26]



Koncem května VMware uvolnil novou virtualizační platformu VMware vSphere 4, která je nástupcem VMware Virtual infrastructure 3.5.[1]

Nová verze vSphere 4 přináší rozšířené funkce a podstatné technologické vylepšení. Vylepšení jsou zejména v oblasti managementu, kde došlo ke zjednodušení správy a výkonnosti velkých prostředí. Dalším výrazným vylepšením jsou aplikační služby, které zaznamenaly výraznou změnu v dostupnosti, bezpečnosti a škálovatelnosti. Ani služby, které zajišťují celkovou infrastrukturu vSphere nezůstaly bez vývoje. Došlo zde ke zlepšení při používání fyzického hardware, datových úložišť a síťové infrastruktury.[26]

## **4.2. Microsoft Hyper-V**

Společnost Microsoft vstoupila na trh virtualizace v roce 2004 s produktem Virtual PC 2004. Tento produkt nebyl od počátku vyvíjen společností Microsoft, ale společností Connectix, kterou Microsoft v roce 2003 koupil.[5]

Produkt Virtual PC 2004 je stejně jako u VMware produkt VMware Workstation určen pro virtualizaci operačních systémů na osobních počítačích s běžnými operačními systémy.[14]

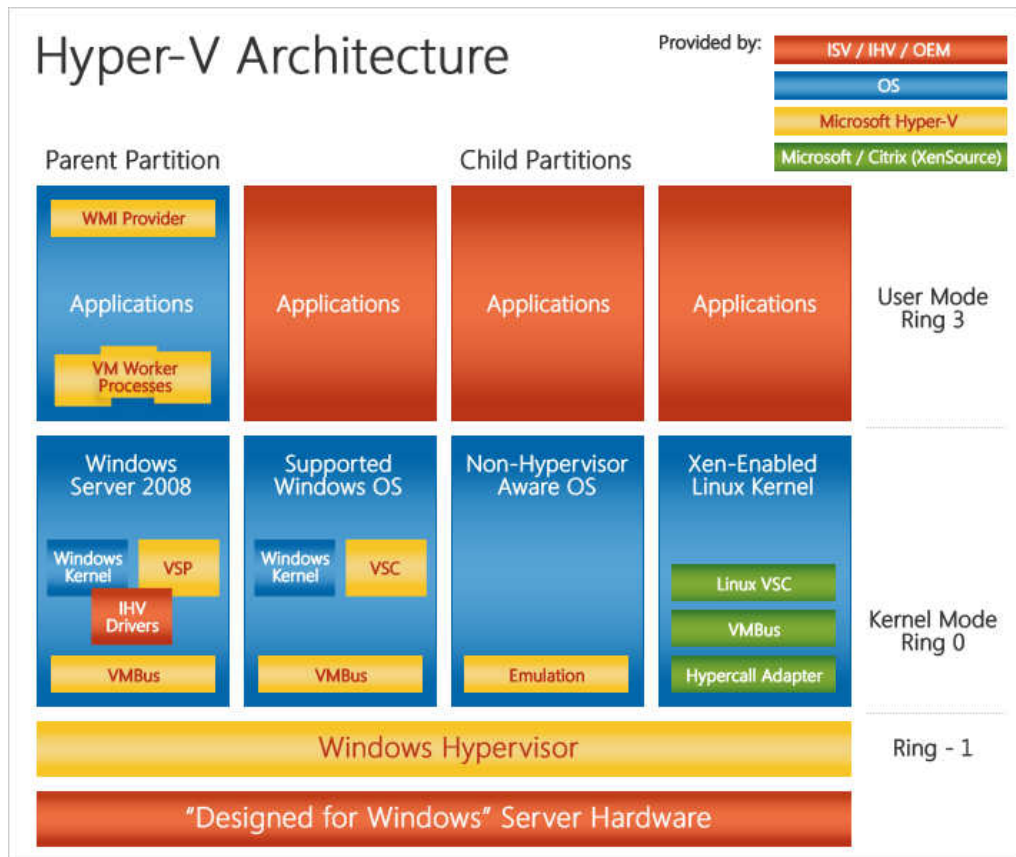
Následně Microsoft soustředil svůj vývoj na serverovou virtualizaci a ve stejném roce jako byl uvolněn Virtual PC 2004 uvolňuje první verzi Virtual serveru pod označením Virtual Server 2005, který se stává konkurentem GSX Serveru od společnosti VMware. Konkurentem se stává, protože je založená na stejné myšlence jako GSX Server a pro svoji funkčnost potřebuje hostitelský operační systém.[14]

I tento server byl později zařazen do kategorie volně dostupných produktů. Management tak reagoval na marketingový tah společnosti VMware. Volnou dostupnost tohoto produktu si mohl dovolit, protože vyvinul nový produkt Hyper-V, který má být plnohodnotným konkurentem enterprise verzím od VMware.[14]

Licenční model virtualizace produktů Microsoftu je odlišný od ostatních společností. Existují zde dva produkty vhodné k nasazení do datových center. Jeden z produktů je Windows Server 2008 s podporou Hyper-V a druhý produkt je Hyper-V Server Core.

Rozdíl v těchto produktech v konečném důsledku není až tak veliký. U Windows Server 2008 s podporou Hyper-V si koncový zákazník může určit, zda bude využívat server se všemi jeho funkcionalitami nebo zda doinstaluje novou funkcionalitu

virtualizace a tímto se ze serveru stává hostitel pro další virtuální servery. Varianta Hyper-V Core, která je znázorněná na obrázku 3, je speciální operační systém určený pouze pro nasazení virtuálního prostředí a nedává uživatelům možnost výběru jako v případě Windows Server 2008 Hyper-V.[16]



Obrázek 3 – Hyper-V architektura[5]

Pro management virtuální infrastruktury Microsoft logicky používá svůj software pro centrální management Microsoft System Center.[14]

### 4.3. Citrix XenServer

Citrix system je lídrem v poskytování aplikací a na trh virtualizace proniká rok po akvizici společnosti XENSource, která se uskutečnila v roce 2007.[14]

Necelý rok po akvizici společnost Citrix uvedla na trh XenServer 5, který je klíčovou součástí Citrix Delivery Center. Citrix delivery Center je kompletní řešení pro virtualizaci datových center podobně jako VMware Virtual Infrastructure společnosti VMware.[27]

Významným krokem bylo představení produktu beta verze XenServer 5.5, která posunuje XenServer mezi enterprise produkty určené pro datové centra.[14]

K otázce licencování management Citrix system přistoupil zajímavým způsobem.

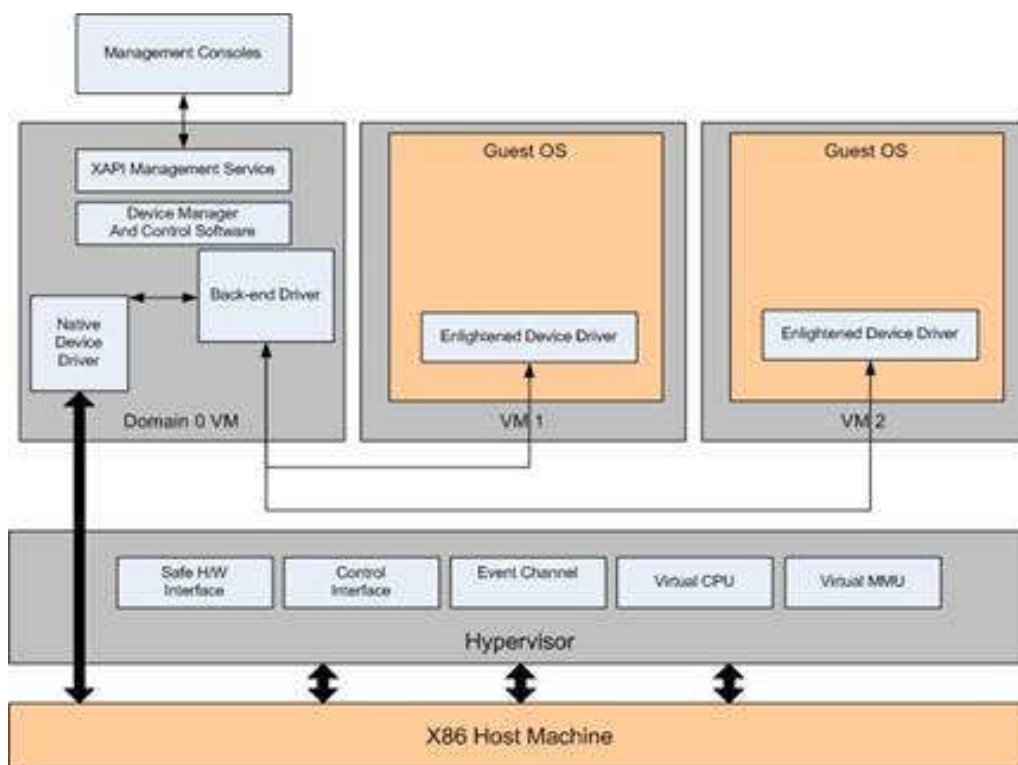
Uvolnil XenServer hypervisor i se základním managementem zdarma a licencuje se až enterprise management software s velkou přidanou hodnotou.[14]

Obrázek č. 4 znázorňuje propracovanost architektury XenServeru.

Platforma XenServer 5.0 je nejpoužívanější technologií v datových centrech, kde má zastoupení společnost Citrix i přes nedostatky, kterých si je společnost vědoma např. open LDAP<sup>10</sup>, zálohování pomocí snapshotu<sup>11</sup>.

Nedostatky byly odstraněny v nové verzi XenServeru 5.5. Oficiální vydání této verze proběhlo v červnu roku 2009.

Další krok správným směrem společnosti Citrix je centrální management podporující více hypervisorů. Centrální management se jmenuje Citrix XenCenter a podporuje nejen hypervisor XenServer, ale i Microsoft Hyper-V.[14]



Obrázek 4 – XenServer architektura[9]

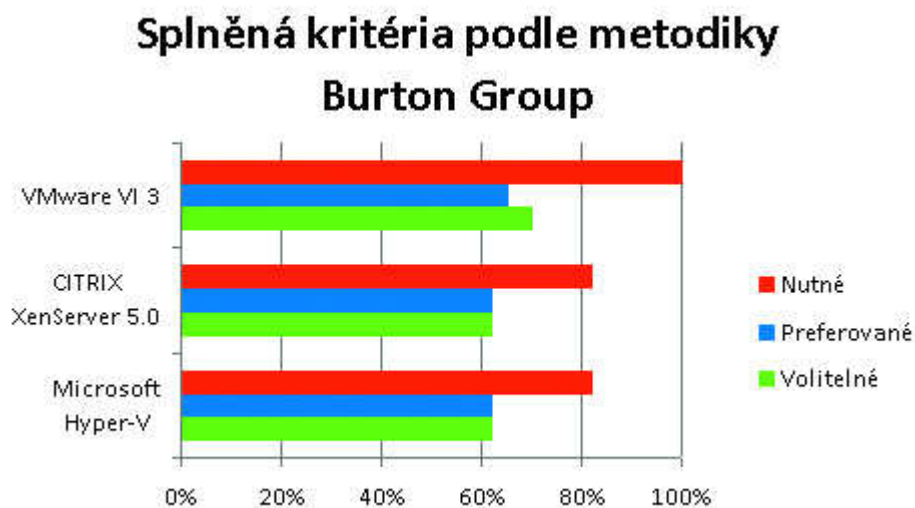
<sup>10</sup> LDAP – protokol pro přístup k adresářovému serveru.

<sup>11</sup> Snapshot – nástroj umožňující rychlé vytvoření zálohy a její obnovení.

## Resumé

U každé z virtualizačních platforem lze nalézt kladné vlastnosti proč právě do IT infrastruktury nasadit konkrétní produkt od konkrétní společnosti. Do značné míry je správný výběr virtualizace ovlivněn stávajícími produkty datového centra a není snadné nalézt univerzální postup výběru. Pro lepší orientaci nám poslouží porovnání od společnosti Burton Group.

Analytická společnost Burton Group hodnotila produkty virtualizace výše zmíněných společností, zda jsou vhodné pro produkční prostředí. Výsledkem je graf na obrázku č. 5. Kritéria, která byla použita pro toto hodnocení, jsou uvedena v příloze č. 1



Obrázek 5 - Graf hodnocení virtualizačních platforem[14]

### Hodnocení:

**VMware Virtual Infrastructure** - splňuje nutná kritéria Burton Group metrik na 100%, preferovaná na 65% a volitelná na 70%. Z tohoto pohledu je tedy platforma VMware ESX 3.5 vhodná do produkčního datového centra.[14]

**Citrix XenServer 5.0** - splňuje nutná kritéria Burton Group metrik na 82 % a preferovaná i volitelná kritéria na 52 %. XenServer 5.0 má nedostatky v oblasti integrace s adresářovými službami (Active Directory, Open LDAP, apod.), podpoře rolí ve správě přístupových práv a absenci frameworku pro LAN-free zálohování pomocí snapshotů virtuálních serverů.[14]

**Hyper-V** - splňuje nutná kritéria Burton Group metrik na 82 % a preferovaná i volitelná kritéria na 52 %.[3] Aby Hyper-V bylo vhodnou enterprise virtualizační platformou, musí Microsoft přidat zejména funkcionalitu živé migrace virtuálních serverů mezi servery fyzickými, hardwarovou asistenci virtualizace paměti, přetěžování paměti (Memory Overcommitment) a možnost definování priorit restartu virtuálních serverů po výpadku v rámci HA clusteru.[14]

## 5. VMware a jeho vlastnosti

Magistrát města Pardubic je organizace provozující informační systém veřejné správy a provozní informační systémy. Je kladen důraz na jejich vysokou dostupnost, stabilitu a bezpečnost což jsou požadavky kladené magistrátem. Protože magistrát není soukromá firma a její rozpočet se zpravidla v průběhu roku nemění, důležitou věcí jsou požadavky minimalizace nákladů na provoz a správu IT. Virtualizace VMware byla vhodnou volbou ke splnění těchto požadavků. Proč byla vybrána virtualizace jako vyhovující řešení? V době výběru virtualizační platformy nabízel pouze VMware řešení, které splňovalo a do dnešní doby splňuje požadavky stanovené magistrátem.

### 5.1. Popis serverových produktů VMware

VMware je software, díky kterému je možné na jednom počítači provozovat několik virtuálních počítačů současně - od desktopů až po velké databázové systémy a umožňuje tak zákazníkům konsolidovat serverové prostředí. Usnadňuje správu, přidělování a poskytování zdrojů serverů, jednoduše a přímočaře vyvíjet distribuované aplikace a rapidně urychlit celý proces vývoje a testování.[19]

V předchozí kapitole jsou popsány základní verze VMware. Z hlediska licencovaného řešení, které má plnou podporu servisní konzole a instalace programů rozšiřujících její funkcionalitu zejména o možnosti zálohování, je možnost vybrat ze čtyř edicí podle požadované funkčnosti viz obrázek č.6. Základní edice je Standard a edice se všemi dostupnými vlastnostmi je Enterprise plus.



Obrázek 6 - Varianty vSphere[23]

## 5.2. Důležité vlastnosti

Klíčové oblasti VMware vSphere 4 tvoří služby infrastruktury a aplikační služby. Základní oblasti jsou dále rozděleny na další podoblasti. Detailní rozdělení je znázorněno na obrázku č. 7.



Obrázek 7 - Detailní rozdělení služeb VMware vSphere[24]

Služby infrastruktury transformují oddělené hardwarové zdroje na sdílenou výpočetní platformu, která je velmi odolná a výpočetně náročným aplikacím poskytuje výkon blížící se nativnímu prostředí. Řešení VMware vSphere 4 poskytuje následující typy služeb infrastruktury.[22]

**VMware vCompute** - Služby infrastruktury, které efektivně virtualizují serverové zdroje a slučují je do logických celků, jež mohou být přesně přidělovány aplikacím.

**VMware vStorage** - Služby infrastruktury, které abstrahují úložné zdroje od složitosti základních hardwarových systémů, a umožňují tak maximálně efektivní využití úložné kapacity ve virtualizovaných prostředích.

**VMware vNetwork** - Služby infrastruktury, které umožňují optimální správu a řízení sítí ve virtuálních prostředích.

Aplikační služby VMware vSphere 4 zpřístupňují vestavěné prvky, kterými lze řídit úroveň aplikačních služeb, jako je dostupnost, zabezpečení a přizpůsobitelnost. Tyto služby lze povolit jednoduchým a jednotným způsobem pro libovolnou aplikaci spuštěnou ve virtuálním stroji VMware. [22]

**Dostupnost** - Služby dostupnosti poskytují aplikacím podle jejich priority a potřeb různé úrovně vysoké dostupnosti. Odpadá přitom potřeba složitého redundantního hardwaru a softwaru pro práci s clustery.

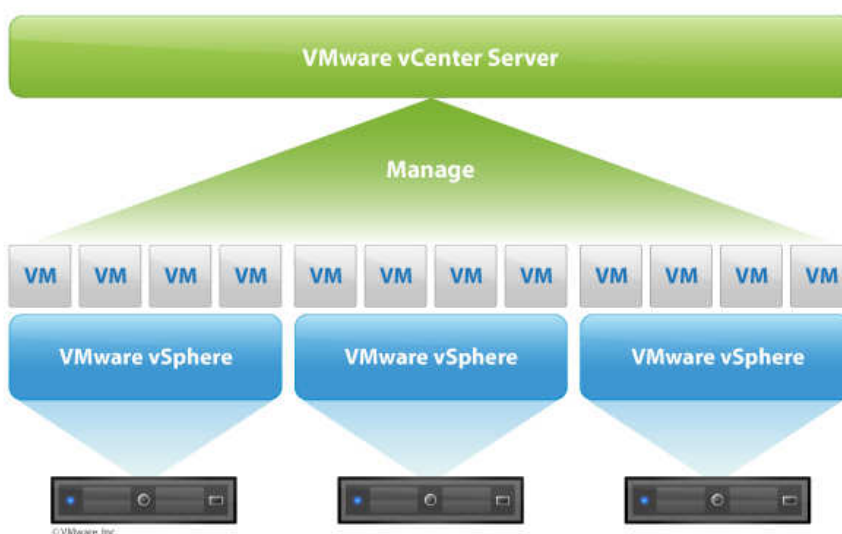
**Zabezpečení** - Služby zabezpečení poskytují aplikacím možnost využívat a vyžadovat bezpečnostní zásady provozně efektivním způsobem.

**Škálovatelnost** - Služby škálovatelnosti umožňují poskytovat každé aplikaci správné množství výpočetních zdrojů v závislosti na jejích potřebách.

Detailní popis je k dispozici na oficiálních stránkách VMware.[23]

### 5.3. Nástroj pro správu

K získání přístupu a konfiguraci prostředí používá VMware systém vCenter Server viz obrázek č. 8. Je to jediný nástroj pro centralizovanou správu vSphere Serverů. VCenter je samostatný licencovaný produkt, který může spravovat až 300 hostitelů a 3000 virtuálních strojů v IT infrastruktuře.[21] Aby se daly využít vlastnosti aplikačních služeb a služeb infrastruktury, je nutností mít tento server nainstalovaný společně s vCenter klientem.



Obrázek 8 – VCenter Server[21]



Pokud je v IT infrastruktuře provozován pouze jeden vSphere Server, není tento centralizovaný nástroj nutný pro jeho správu. Ke správě lze použít tři varianty. První variantou je instalace vCenter klienta<sup>12</sup>, kterým lze nastavit základní konfiguraci vSphere serveru a jeho virtuálních strojů. Další variantou je správa přes webovou konzoly<sup>13</sup>. Web konzole nevyžaduje žádnou instalaci pouze internetový prohlížeč. Poslední variantou je správa pomocí příkazové řádky buď lokálně na serveru nebo vzdáleně za pomoci protokolu SSH<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup> Klient je součástí vSphere serveru.

<sup>13</sup> Web konzole – tenký klient.

<sup>14</sup> SSH – zabezpečený komunikační protokol.

## 6. VMware Virtual Infrastructure v instituci veřejné správy

V této kapitole je představena IT infrastruktura Magistrátu města Pardubic. Popisuje stávající řešení, na kolika serverech je zajištěn provoz a jak je zajištěna jejich správa. Kapitola dále uvádí, jaký přínos měla pro úřad virtualizace, jaké jsou výhody a co je plánováno do budoucna.

### 6.1. Charakteristika instituce

<b>Název</b>	Magistrát města Pardubic
<b>Sídlo</b>	Pernštýnské náměstí 1, 53021 Pardubice
<b>Identifikace</b>	00274046
<b>Právní forma</b>	Veřejná správa a samospráva
<b>Primátor</b>	Ing. Jaroslav Deml
<b>Tajemník</b>	Mgr. Martin Růžička
<b>Internetové stránky</b>	<a href="http://www.pardubice.eu">http://www.pardubice.eu</a>

### 6.2. Aktuální stav hardware

Magistrát města Pardubic má ve své IT infrastruktuře osmnáct fyzických a osmnáct virtuálních serverů. Všechny fyzické servery jsou od společnosti Hewlett-Packard. Jedním z důvodů pořízení serverů od jednoho výrobce byla centrální správa hardwarových komponent, kterou umožňuje produkt HP systems Insight Manager. V serverové farmě, která je rozvíjena od roku 2001 je zastoupení několika typů serverů ve variantách tower<sup>15</sup>, rackmount<sup>16</sup> a BladeServer<sup>17</sup>. Jednotlivé typy a jejich označení je znázorněno v tabulce č. 1.

Označení	Provedení	Počet kusů
HP ProLiant ML 360	Tower	3
HP ProLiant DL 380	Rackmount	9
HP ProLiant BL 460c	BladeServer	3
HP ProLiant BL 480 c	BladeServer	3

Tabulka 1 - Zastoupení fyzických serverů

Servery v provedení tower jsou nejstarší variantou serverů v IT infrastruktuře magistrátu a jejich provedení je vizuálně podobné dnešním osobním počítačům viz obrázek č. 9. Servery jsou umístěné v rack skříně, a protože nemají žádný úchytný

<sup>15</sup> Tower – Samostatně stojící server.

<sup>16</sup> Rackmount – Server se závěsným systémem.

<sup>17</sup> BladeServer – Server do speciální navržené skříně.

system, byly pro ně dokoupeny poličky, na kterých jsou umístěny. Z hlediska prostoru a manipulace není tato varianta příliš vhodná. V rackové skříni, kam lze umístit přibližně dvacet serverů v provedení rackmount jsou pouze tři servery, které zabírají dvě třetiny prostoru.



**Obrázek 9 - Tower server[12]**

Rackmount servery jsou servery se speciálním závěsným systémem. Bok serveru obsahuje část pojízdného systému a jeho protikus v rack skříni. Typy rackmount serverů jsou často doplněny označením 1U, 2U, 3U atd., kde číselná hodnota před písmenem U označuje výšku serveru a počet pozic obsazených v rack skříni. Rackmount servery na magistrátu jsou velikosti 2U a je pro ně vyčleněná samostatná rack skříň. Rackmount server je znázorněn na obrázku č. 10.



**Obrázek 10 - Rackmount server[11]**

Poslední a nejnovější typy serveru magistrátu jsou Blade servery viz obrázek 11.



**Obrázek 11 - Blade server[10]**

Výhodou Blade serverů je jejich velikost, která je 1U a způsob uložení. Komplexním řešením, jejichž součástí jsou i Blade servery, je nazýván BladeSystem. Skládá se ze dvou důležitých komponent. Blade enclosure a Blade serveru. Blade enclosure často nazývaný jako Blade police, což si lze v obecné rovině představit jako serverovnu vybavenou rack skříní, switchy a kabeláží. Součástí Blade enclosure c7000, který má magistrát města začleněný ve své IT infrastruktuře je základní vybavení obsahující síťové karty, redundantní zdroje<sup>18</sup>, fibre channel karty<sup>19</sup> a switche<sup>20</sup>. Konfigurace této police, která je zobrazena na obrázku č. 12, je samozřejmě variabilní s možností doplnění o další hardwarové komponenty.



Obrázek 12 - Blade enclosure[4]

Samotný Blade server se pak pouze vloží do enclosure a v závislosti na jeho integrovaných komponentách se mu přidělí prostředky, která bude z enclosure využívat. Pro správu hardwarových prostředků jednotlivých serverů se používá Onboard administrator. Je to webové rozhraní, které se ve standardu dodává s Blade enclosure. BladeSystem se dá definovat jako určitý druh virtualizace hardwarových prostředků.

Právě na těchto Blade serverech je nainstalováno celé řešení virtualizace magistrátu založené na platformě VMware Virtual Infrastructure 3. Na jednom serveru je nainstalováno prostředí pro centralizovanou správu VirtualCenter a na druhém ESX 3 server. Instalace VirtualCenter není nutností, jak je popsáno v předchozí kapitole, ale přineslo jednu podstatnou výhodu. Výhodou je možnost nastavení bezpečnostních rolí ke správě serverů pomocí uživatelských účtů z Active Directory<sup>21</sup>. Dalším důvodem této instalace bylo plánované pořízení dalšího ESX serveru.

---

<sup>18</sup> Redundantní zdroj – záložní zdroj.

<sup>19</sup> Fibre Channel – komunikační rozhraní pro vysokorychlostní přenos dat.

<sup>20</sup> Switch – aktivní síťový prvek propojující segmenty sítě.

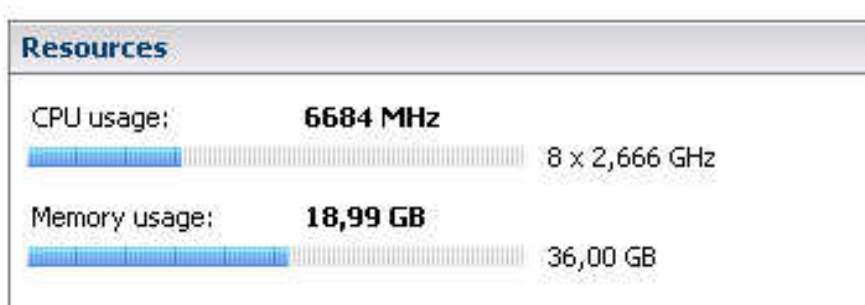
<sup>21</sup> Active Directory – adresářová služba společností Microsoft.

Pro druhý Blade server, který byl určen jako hostitelský server virtuálních strojů, byla zvolena následující konfigurace, která je popsána v tabulce č. 2.

<b>Označení</b>	HP ProLiant BL 480 c
<b>Procesor</b>	2x čtyř jádrový Intel Xeon x5355@2,7 GHz
<b>RAM</b>	36GB
<b>Počet síťových karet</b>	8
<b>Pevné disky</b>	2x72GB

**Tabulka 2 - Hardwarová konfigurace ESX 3 serveru**

Zvolená hardwarová konfigurace byla plánována pro deset produkčních serverů, ale jak se postupem času ukázalo, využití těchto prostředků je dostačující pro mnohem větší počet. V dnešní době je na VMware ESX serveru nainstalováno osmnáct virtuálních strojů, na kterých se vytížení procesorů a paměti pohybuje v polovičních hodnotách jejich maxima. Zatížení procesorů a pamětí je v době nejvyšší zátěže u osmnácti virtuálních serverů zobrazeno na obrázku č. 13.



**Obrázek 13 - Zatížení procesorů a pamětí ESX 3 serveru**

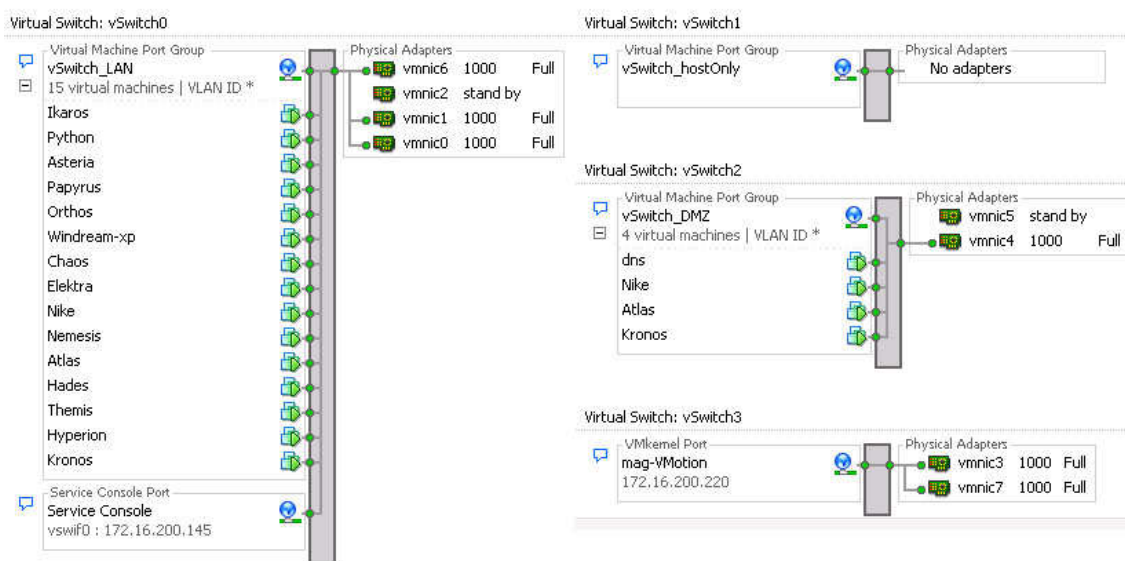
Na obrázků č. 13 je u položky CPU<sup>22</sup> uvedeno číslo 8, které určuje počet virtuálních procesorů. Jedna z vlastností ESX serveru je, že každé jádro procesoru se prezentuje pro virtuální server jako jeden fyzický procesor, bez ohledu na skutečný počet fyzických procesorů.

Pevné disky jsou v konfiguraci RAID 1+0 a je na nich nainstalován systém ESX server. Pro virtuální stoje je vyhrazen LUN<sup>23</sup> na diskovém poli o velikosti 1TB. Aby se zajistila rychlá dostupnost, je diskové pole připojené k ESX serveru fibre channel kartou. Ke komunikaci virtuálních serverů v LAN síti je vyčleněno osm síťových karet. Protože v topologii magistrátní sítě se používají VLAN, je na šesti

<sup>22</sup> CPU – Procesor.

<sup>23</sup> LUN – Virtuální disk složen s několika fyzických disků.

kartách nastaven trunk<sup>24</sup> do vnitřní sítě a na dvou do DMZ<sup>25</sup>. Síťové karty jsou připojené do čtyř vSwitchů<sup>26</sup> ESX serveru. Každý z těchto vSwitchů zajišťuje dostupnost do jiné části sítě. První vSwitch0 je určen pro komunikaci do vnitřních VLAN sítí a proto je k němu připojeno nejvíce síťových karet. Ve druhém vSwitch1 není připojená žádná síťová karta, jelikož je určený pro testovací účely. VSwitch2 je nakonfigurován pro konektivitu do DMZ a v poslední vSwitch3 , který má přidělené dvě síťové karty, je zatím nevyužitý, ale připravený pro přenos serverů mezi ESX servery. Nastavení vSwitch a přiřazení síťových karet je znázorněno na obrázku č. 14.



**Obrázek 14 - Nastavení virtuálních switchů ESX serveru**

Síťové karty, které jsou označeny na obrázku č. 14 ve stavu stand by, jsou záložní a v případě výpadku jiné síťové karty ze stejného vSwitche se aktivují.

### 6.3. Aktuální stav software

Převážná většina aplikací provozovaných magistrátem je určená pro platformu Microsoft, a proto je na 33 serverech nainstalovaný operační systém Windows 2003 server v různých edicích. Aplikace ale nejsou jediným důvodem instalace operačních systémů od společnosti Microsoft. Prvním impulsem byla instalace domény založená na platformě Windows 2003, která umožňuje jednotnou správu uživatelů, osobních počítačů, opravných balíčků a bezpečnostních záplat bez nutnosti nákupu software třetích stran. Dalším důvodem byl výběr poštovního serveru. Byl vybrán poštovní server

<sup>24</sup> Trunk – port zařazený do více VLAN.

<sup>25</sup> DMZ – demilitarizovaná zóna.

<sup>26</sup> vSwitch – virtuální switch.

Microsoft Exchange, který musí být součástí Windows domény. Na zbylých serverech je nainstalován operační systém Linux a na jednom virtuální server ESX 3 server.

Všechny virtuální operační systémy a aplikace na nich nainstalované se v produkčním prostředí prezentují stejně jako by byly provozovány na fyzických serverech. Běžný uživatel nepozná, jestli používaná aplikace je součástí fyzického či virtuálního serveru.

#### 6.4. Výhody virtualizace

Výhody virtualizace serverů je jejich variabilita a rychlost při běžných správcovských zásazích. Nejčastějším úkonem, který vykonává správce operačních systémů je softwarová aktualizace systému, pro zajištění jejich bezpečnosti a aktuálnosti. Opravné a bezpečnostní balíčky, které v dnešní době vycházejí i několikrát do měsíce, často po své instalaci vyžadují restart systému. Zde je první významný rozdíl mezi fyzickým a virtuálním serverem. Při měření restartu serverů, které bylo prováděno na dvou serverech, jenž měly shodné procesory a paměti, kde jeden server byl virtuální a jeden fyzický, byly naměřeny hodnoty znázorněné v tabulce č.3. Oba tyto servery měly nainstalované shodné aplikace. Fyzický server je produkčním serverem pro podporu aplikací životního prostředí a virtuální server byl vytvořen pro testovací účely.

Bylo provedeno dvacet měření<sup>27</sup>, tabulka č. 3 obsahuje průměrně naměřené hodnoty. Test byl proveden na jednoprocessorovém serveru s 1024 GB RAM, pevné disky velikosti 36 GB, na kterých byl nainstalovaný operační systém Windows 2003 server a shodné aplikace.

Pokus č.	Restart fyzického serveru v minutách	Restart Virtuální server v minutách
1.	8, 26	1,03
2.	8, 56	1,01
3.	8, 44	1,03

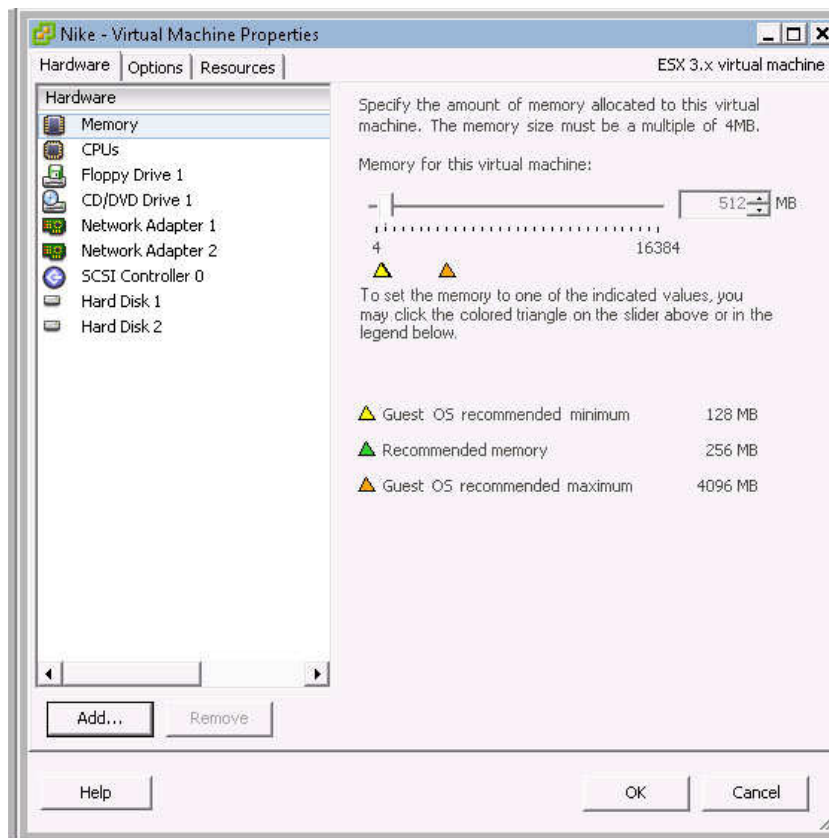
Tabulka 3 - Naměřené hodnoty při restartu serverů

Další výhodou virtualizace je snapshot manager. Je to nástroj, který je schopný v několika minutách vytvořit kopie aktuálního stavu serveru a ve stejném časovém úseku se vrátit k jeho výchozímu stavu. Velké uplatnění má právě u zmiňovaných

<sup>27</sup> Měření bylo provedeno pomocí stopek v PC.

instalací aktualizací systému. Před instalací aktualizací či nového software se na virtuálním serveru vytvoří snapshot, který zajistí v případě neúspěšné instalace návrat k předchozímu stavu před instalací. U fyzických serverů, je toto řešeno zálohou serveru a jeho případnou obnovou. Konečný výsledek je u obou variant shodný, pouze varianta zakomponována ve virtualizačním prostředí je několikanásobně rychlejší. Podkladem tohoto tvrzení je výše uvedené testování. Snapshot, který byl zhotoven na virtuálním serveru, byl vytvořen v časovém úseku devíti minut a plná záloha fyzického serveru v čase padesát dva minut. Obnova serveru byla testována pouze na virtuálním stoji, protože fyzický server nebylo možno využít k tomuto testu z důvodu jeho produkčního nasazení. Virtuální server byl obnoven do původního stavu za necelých jedenáct minut.

Jednou z dalších výhod virtualizace je variabilita v přidávání hardwarových komponent. Přidání dalších pevných disků lze virtuálním serverům přiřadit bez nutnosti jeho odstavení. Přidání hardware fyzického serveru vyžaduje jeho vypnutí, což v ostrém provozu je značně problematické. Přidání hardwaru do virtuálního serveru není složitá operace, provádí se přes grafické rozhraní, které je znázorněno na obrázku č. 15.



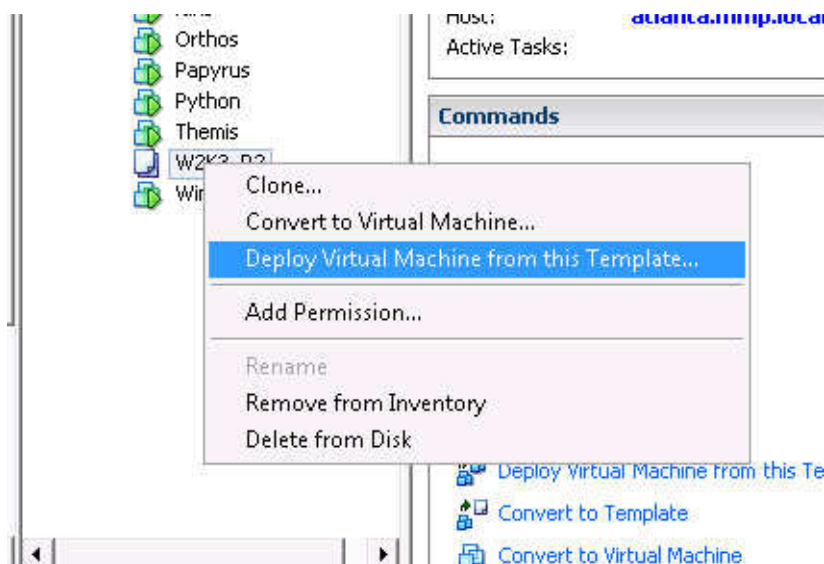
Obrázek 15 - Konzole pro přiřazení hardwaru virtuálního serveru



Každý, kdo měl někdy možnost být u výměny nebo přidání hardware na fyzickém serveru, tuto funkcionalitu ocení. U virtuálních serverů není potřeba zjišťovat, zda zvolená komponenta je kompatibilní s používaným hardwarem, odpadá zde i nutnost vynaložení finančních prostředků na nákup tohoto hardware a jeho odborné montáže. Časový úsek, za který je možné vyměnit či přidat hardware se u virtuálních serveru pohybuje v rámci minut. U fyzických to může trvat i několik dní. Záleží na dostupnosti hardware u dodavatelů.

Úspora prostoru v místnosti určené pro servery je další výhodou virtualizace. Stávající fyzické servery jsou umístěny ve třech rack skříních a kdyby se mělo dokoupit stejný počet fyzických serverů, jako je počet virtuálních, které jsou nainstalovány na jednom Blade serveru velikosti 1U, nebylo by možné už tyto servery kam umístit.

Způsob instalace operačního systému v prostředí VMware je také značným přínosem. Lze provést dvěma způsoby. Jedna varianta je podobná instalaci operačního systému na fyzický server, kde je potřeba projít instalačního průvodce. Druhou rychlejší variantou je instalace z šablon, které si každý správce může připravit dle svých potřeb. Šablona obsahuje už kompletně nainstalovaný server a ve skutečnosti nedochází k žádné instalaci, ale ke kopii této šablony, ze které je vytvořen požadovaný server. Ukázka instalace serveru ze šablony je znázorněna na obrázku č. 16



Obrázek 16 - Instalace serverů ze šablony

Tento druhý způsob přináší jako většina popsaných výhod značnou úsporu času.

## 6.5. Nevýhody virtualizace

Jako většina software má VMware Virtual infrastructure 3 i své nevýhody. Nevýhodou je absence USB portů ve virtuálních serverech. V dnešní době, kdy většina zařízení je připojena přes toto rozhraní, přináší tento nedostatek problémy s připojením externího hardware. Absence USB je již vyřešena v nové verzi vSphere.

Další nevýhodou je hardware, na který lze ESX server nainstalovat. ESX server může být nainstalovaný pouze na hardware certifikovaný společností VMware. Seznam certifikovaného hardware lze nalézt na oficiálních stránkách společnosti VMware.

Ani jedna z těchto nevýhod neovlivnila nasazení virtualizace na Magistrátu města Pardubic. Hardware, který je nakupován pro produkční servery magistrátu, je od společnosti Hewlett-Packard a vlastní certifikace od VMware a USB porty virtuálních serverů zatím nebyly potřebné.

Nevýhoda virtualizace na magistrátu není způsobena nedostatkem software, ale implementací virtuální infrastruktury. VMware je zde zastoupen pouze jedním serverem a při jeho výpadku by byly všechny virtuální servery nedostupné. Aktuální stav virtuálních serverů v IT infrastruktuře magistrátu je zastoupen jednou polovinou všech serverů a tento výpadek by mohl ohrozit chod úřadu i na několik dní. Proto je otázka rozvoje virtualizace jedním z hlavních témat IT oddělení a je potřeba navrhnout nějaké řešení, které by zajistilo dostupnost virtuálních serverů.

## 7. Návrh řešení

Pro návrh nového řešení je nutné definovat všechny požadavky, které mají vést k cílovému stavu. Magistrát se v dnešní době potýká se závažným problémem, který je potřeba co nejrychleji řešit. Problém je z oblasti virtualizace, kdy není zajištěna vysoká dostupnost<sup>28</sup> virtuálních serverů. Proto prioritou navrhovaného řešení je zajištění právě vysoké dostupnosti virtuálních serveru při výpadku ESX serveru. Aby navrhované řešení nebylo pouze krátkodobé oddálení problému, bude návrh řešení obsahovat dvě části. První část bude řešit aktuální, výše popsany problém a druhá část bude výhled do budoucna, především pak nadefinování dlouhodobých priorit ve virtualizaci.

Variant na řešení problémů nedostupnosti lze nalézt jistě mnoho, avšak z hlediska dlouhodobosti je jeví jako nejvýhodnější varianta pořízení dalšího ESX severu a jeho následné začlenění do virtuálního klastru<sup>29</sup>. Pomocí následné konfigurace služeb, pak bude zajištěna vysoká dostupnost. Jak je popsáno v kapitole č. 5, je požadovaná vysoká dostupnost vlastností VMware vCentra. Návrh řešení v podobě zakoupení nového ESX serveru není snadnou záležitostí, je nutné ho naplánovat a rozdělit do několika kroků, které na sebe navzájem navazují.

- Prvním krokem je pořízení hardware. Hardware a jeho komponenty by měly být v ideálním případě shodné s hardwarem, na kterém už jsou provozované virtuální servery, což bývá problematické, pokud se servery pořizují v časové posloupnosti delší jak jeden rok. Výrobci nejsou schopni po delší dobu vyrábět stále stejné konfigurace, trh je nutí inovovat. V případě magistrátu je vhodným výběrem shodný typ serveru a to Blade server ProLiant BL 480.
- Druhým krokem je zakoupení software. Licence má magistrát na produkty VMware dvě. Jedna je na virtuální centrum a druhá je na ESX server. Řešením je tedy zakoupení ještě jedné licence na ESX server. První dva kroky mohou být realizovány souběžně.
- Třetím navazujícím krokem bude samotná instalace ESX serveru. Na nový server bude nainstalována nová verze vSphere 4 serveru. Instalace nové verze není dostačující ke správné funkčnosti serveru. VSphere server se musí

---

<sup>28</sup> Vysoká dostupnost (HA) je definována jako dostupnost 24 hodin, 7 dní v týdnu, 365 dní v roce.

<sup>29</sup> Skupina spolupracujících serverů.

po instalaci správně nakonfigurovat a otestovat. Nejdůležitější podmínkou konfigurace bude správné nastavení a pojmenování vSwitchů. VSwitch je jediný prvek, který musí mít na všech ESX serverech shodné pojmenování. Další důležitou podmínkou je nastavení síťových karet. Síťové karty, které jsou připojené do Switchu, který je určen například pro přístup do vnitřní sítě, musí mít na jiném ESX serveru ve stejné pojmenovaném vSwitchy přístup do toho samého segmentu vnitřní sítě.

- Jako čtvrtý krok bude povýšení stávajícího virtuálního centra na VMware vCenter. Jak bylo popsáno v kapitole č. 5. VMware vCenter server je centrální management pro správu vSphere serveru. VSphere servery samy o sobě neřeší vysokou dostupnost, škálovatelnost a další služby spojené s virtualizací. Je to vCenter server, který se o tyto služby stará. Virtual Center tedy musíme povýšit na vCenter server, protože neumí pracovat s vSphere servery.
- Pátým krokem bude připojení nového vSphere serveru do VMware vCentra a povýšení starého ESX 3 serveru na vSphere včetně jeho virtuálních strojů. Tento krok bude velice zásadní, protože se bude pracovat s produkčními servery a jejich daty. Po přidání vSphere serveru se v konzole objeví dva hostující servery. VSphere server, na kterém nebude prezentován žádný virtuální server a ESX 3 server, na kterém bude všech osmnáct virtuálních serverů. Další postup bude migrace virtuálních serverů<sup>30</sup> na vSphere server. K přesunu virtuálních serverů za běhu je určena služba vMotion. Migraci lze provést několika způsoby, přičemž nejrychlejší způsob je přetažením myši z jednoho serveru na druhý. Než se začnou migrovat virtuální stroje na vSphere server, provede se jejich plná záloha. Po přesunutí všech virtuálních serverů na vSphere server se může provést upgrade ESX 3 serveru. Pro tento účel slouží nástroj upgrade manager od VMware. K dokončení kompletního upgrade je nutné ještě povýšit virtuální stroje. Na povýšení virtuálních strojů není zapotřebí žádný speciální nástroj, protože se provádí z konzole k vCenter serveru.

Pokud budou všechny tyto kroky splněny, zbývá již pouze nakonfigurovat vysokou dostupnost virtuálních serverů. Vysoká dostupnost se v prostředí VMware konfiguruje službou HA, která zajišťuje vysokou dostupnost aplikací provozovaných

---

<sup>30</sup> Migrace – přesun virtuálních počítačů mezi hostujícími servery.

na virtuálních serverech. Služba HA neustále monitoruje všechny servery a při zjištění jejich nedostupnosti restartuje nedostupný virtuální server na jiném hostujícím serveru.

V tabulce č. 4, je sestaven návrh časového plánu integrace nového serveru.

Operace	Časová náročnost
Nákup hardware a software	40 dní
Instalace vSphere serveru	1 hodina
Konfigurace a testování vSphere serveru	10 hodin
Upgrade virtuálního centra	30 minut
Záloha virtuálních serverů	6 hodin
Migrace virtuálních serverů	1 hodina
Upgrade ESX 3 serveru	1 hodina
Upgrade virtuálních serverů	2 hodiny
Konfigurace HA	1 hodina

**Tabulka 4 - Časový plán integrace vSphere serveru**

Druhá část navrhovaného řešení je výhled do budoucna, jak uspořít náklady na provoz IT infrastruktury. Výchozím stavem, který je řešen, je 18 fyzických serverů, které začínají dosahovat hranice cyklu obnovy<sup>31</sup>. Protože obnova serverů by podléhala nákupu nového hardware a prodloužením servisní podpory, je zřejmé, že výhodným řešením je migrace těchto serverů do virtuálního prostředí. Jediné fyzické servery, které zatím není potřeba virtualizovat, jsou Blade servery.

Stejně jako v první části návrhu je potřeba vytvořit posloupnost kroků. Nejprve se bude muset provést analýza aplikací, které běží na fyzických serverech. Výstupem analýzy bude zjištění, zda lze aplikaci provozovat ve virtuální prostředí či nikoli.

- Další důležitou částí bude analýza využití hardwarových prostředků. K této analýze se využije nástroj System Center Essential 2007 od společnosti Microsoft, který umožňuje monitoring fyzického hardware. Tato analýza bude klíčová při konfiguraci hardwarových prostředků na virtuálních serverech.
- Po zpracování těchto analýz se přistoupí k migraci severů. Záloha fyzických serverů není v tomto případě nutností, protože aplikace se budou přenášet na jiné servery. Pokud by aplikace z určitého důvodu nepracovala na virtuálním serveru správně, virtuální stroj se vypne a vyjme z produkčního prostředí a do provozu

<sup>31</sup> Doporučený cyklus obnovy výměny serverů, je dle interní domluvy IT oddělení šest let.

se uvede opět fyzický server. Zálohu je přesto doporučeno provést. Proces migrace bude spočívat ve vytvoření a instalaci virtuálních serverů a v závislosti na typu provozovaných aplikací se zvolí varianta, jakou formou budou aplikace přeneseny. Přenos aplikací bude poslední částí tohoto kroku.

- Po přenesení všech aplikací z fyzických serverů na virtuální, se fyzické servery odeberou z windows domény a odinstalují se operační systémy. Protože již nebudou fyzické servery potřeba, dojde buď k jejich likvidaci a odkupu nebo přenechání společností, které jsou zřizované městem. Rozhodnutí, jaká varianta se zvolí, není v kompetenci oddělení IT, ale vedení města.

V tabulce č. 5 je uveden soupis serverů, které jsou doporučené k migraci na virtuální servery. Soupis je doplněn o role, které v IT infrastruktuře magistrátu mají.

Označení	Provedení	Role serveru
HP ProLiant ML 360	Tower	Řadič domény
HP ProLiant ML 360	Tower	Poštovní server
HP ProLiant ML 360	Tower	Databázový server
HP ProLiant DL 380	Rackmount	Řadič domény
HP ProLiant DL 380	Rackmount	Poštovní server
HP ProLiant DL 380	Rackmount	Print server
HP ProLiant DL 380	Rackmount	Aplikační server
HP ProLiant DL 380	Rackmount	Aplikační server
HP ProLiant DL 380	Rackmount	Aplikační server
HP ProLiant DL 380	Rackmount	Aplikační server
HP ProLiant DL 380	Rackmount	Intranetový server
HP ProLiant DL 380	Rackmount	File server

**Tabulka 5 - Seznam serverů a jejich rolí**

Časový úsek realizace druhé části řešení je otázkou několika měsíců.

Časový harmonogram odhadované realizace je znázorněn v tabulce č. 6.

Operace	Časová náročnost
Analýza aplikací	1 měsíc
Analýza hardware	1 měsíc
Instalace virtuálních serverů a přenos aplikací	3 měsíce
Odebrání z IT infrastruktury	1 týden

Tabulka 6 - Časový harmonogram druhé části návrhu.

Takto zpracované řešení by výrazně ulehčilo správu IT a přináší i úsporu nákladů na provoz IT infrastruktury. Sestavení časového harmonogramu vychází z vlastní zkušenosti administrátora VMware.

### 7.1. Ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení

Navrhované řešení první části nepřinese magistrátu žádnou úsporu přímých nákladů na hardware či provoz. Bude nutno vynaložit investice, na pořízení nového hardware a software. Soupis nákladů na realizaci navrhnutého řešení je uveden v tabulce č. 7.

Položky	Pořizovací cena
HP ProLiant BL 480 c	160000 Kč
vSphere 4 server + podpora	140000 Kč

Tabulka 7 - Náklady na realizaci první části řešení

Dle nabídky distributora budou pořizovací náklady 300000 Kč. Náklady na úsporu lze tedy určit pouze nepřímo. Pokud by ESX server pracoval spolehlivě, může se toto nákladné řešení zdát neefektivní. Kdyby ovšem došlo k výpadku ESX serveru na delší dobu, byl by vážně ohrožen chod úřadu. Pak by musely být vynaloženy náklady, které by jistě byly větší než pořizovací náklady tohoto řešení. Přesnou částku nelze definovat, jelikož by byla závislá na rozpracovaných projektech, které by nemohly být dokončené v termínu, a zcela jistě by bylo požadováno uhrazení sankcí za nedodržené termíny.

V posouzení druhé části navrhovaného řešení lze jako základ hodnocení považovat přesun aplikací ze všech požadovaných serverů. Kdyby nebyla použita varianta virtualizace, musely by se fyzické stroje nahradit novými, protože servery jsou již staršího data a upgrade jednotlivých komponent by byl neefektivní. Jedna z variant je výměna rackmount serverů za novější typy. Tato varianty by však nepřinesla žádnou úsporu ani vylepšení IT infrastruktury. Další variantou je konsolidace

serverů a pořízení menšího množství serverů do Blade enclosure. Varianta konsolidace serverů by uspořila náklady na hardware a spotřebu elektrické energie. Poslední, nejvýhodnější variantou je přemístit aplikace z fyzických serverů na virtuální. Náklady na toto řešení jsou minimální a přínosem bude úspora elektrické energie a času na správu těchto serverů. Náklady na pořízení výše uvedených variant jsou zobrazeny v tabulce č. 8.

Označení	Počet kusů	Náklady na pořízení
Rackmount servery	12	540000 Kč
Blade servery	6	330000 Kč
Virtuální servery	12	0

**Tabulka 8 - Náklady na pořízené hardware**

Ceny serverů, jsou získané z aktuálních internetových ceníků společnosti Hewlett-Packard. Počet Blade serverů byl odhadnut po konzultaci s pracovníky z IT oddělení.

Snížení nákladů na odběr elektrické energie je další úsporou a výhodou. Přesné vyčíslení úspor by nám prozradilo měření spotřeby hardwarových zdrojů na každém serveru. To už však není předmětem této práce. Obecně lze ale konstatovat, že čím více bude hardwarových zdrojů, tím bude spotřeba elektrické energie narůstat. Z tabulky č. 8 je jasné, že minimální úspory navrhovaného řešení za hardware činí 330000 korun.



## 8. Závěr

Hlavním cílem práce bylo vytvoření návrhu využitelnosti virtualizace serverového prostředí pro instituci veřejné správy. Posoudit, zda nasazení virtualizační platformy VMware je pro konkrétní úřad Magistrát města Pardubic ekonomicky výhodný, tedy zda přinese úsporu nákladů na provoz informačního systému.

Dílčím cílem této práce bylo zmapování trhu s produkty poskytujícími virtualizaci a popis základních principů virtualizace.

První kapitola je věnována úvodu. Druhá kapitola se zaměřuje na cíle práce a použitou metodiku.

Ve třetí kapitole je představena historie virtualizace, je zde uveden historický vývoj produktů a společností, které se virtualizací zabývají. Rovněž jsou zde uvedené nejnovější produkty, které se vyskytují na trhu. Dále je vysvětlen pojem virtualizace a popis základních druhů virtualizace. Tato kapitola také představuje základní virtualizační architektury.

Čtvrtá kapitola je zaměřena na virtualizační platformy. Jsou zde představeny tři největší lídři v oblasti virtualizace. Také jsou zde představeny nejpoužívanější produkty určené pro serverovou virtualizaci. Pro snazší orientaci ve virtualizačních platformách je na konci této kapitoly popsáno hodnocení produktů, ke kterému dospěla společnost Burton Group. Analytická společnost hodnotila, který z produktů je nejvhodnější pro produkční prostředí. Nejvhodnějším produktem pro produkční prostředí, byl zvolen VMware ESX server 3.5.

Obsah páté kapitoly je zaměřen na VMware a jeho vlastnosti. Jsou zde představeny klíčové oblasti nového VMware vSphere 4 serveru a nástroj pro jeho správu.

Šestá kapitola je stěžejním bodem celé práce. Popisuje detailně, jaký hardware je používán na Magistrátu města Pardubic. Dále je zde popsán aktuální stav serverových operačních systémů. Výhody a nevýhody virtualizace konkrétní instituce veřejné správy. Z této kapitoly vyplynuly požadavky na vypracování návrhu lepšího využití virtualizace.

Návrh na využití virtualizace a jeho ekonomické zhodnocení je obsahem sedmé kapitoly. Vypracovaný návrh na využití virtualizace je rozdělen na dvě části. První část návrhu je zaměřená na dostupnost virtuálních serverů a druhá část řeší, jakým způsobem

by se mohly uspořit náklady na servery, které již dosluhují a bude nutno je vyměnit. V závěru kapitoly je zhodnoceno jaký ekonomický přínos by měla realizace navrhnutého řešení.

Virtualizace prostředí je zcela správnou volbou pro všechny instituce. Je pouze otázkou, na jaké platformě bude založena. Výběr platformy bude záviset na finančních možnostech instituce a neméně i na zkušenostech IT specialistů. Pokud se instituce rozhodne pro nákup virtualizační platformy, je vhodné investovat do zaškolení administrátorů, kteří zajistí spolehlivost a funkčnost virtuálního prostředí.

## 9. Seznam literatury

- [1] BUCHMAIER, Petr. *VMware vSphere 4.0 byl uvolněn pro veřejnost a ke stažení* [online]. c2005-2009 , 21.5.2009 [cit. 2009-07-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.windowsportal.cz/Home/tabid/36/EntryID/259/Default.aspx>>.
- [2] EAGLE. *Přehled procesorů* [online]. c1998-2009 , 11.7.2005 [cit. 2008-06-09]. Dostupný z WWW: <[http://www.svethardware.cz/art\\_doc-EB2BCE41CDFA426BC12570350059D57A.html](http://www.svethardware.cz/art_doc-EB2BCE41CDFA426BC12570350059D57A.html)>. ISSN 1213-0818.
- [3] HÁJEK, Jan. *Virtualizace - mýtus, kouzlo, hype nebo realita?* [online]. 28. 11. 2007 [cit. 2009-07-01]. Dostupný z WWW: <<http://interval.cz/clanky/virtualizace-mytus-kouzlo-hype-nebo-realita/>>.
- [4] *HP BladeSystem c7000 Enclosure* [online]. c2009 [cit. 2009-08-09]. Text v angličtině. Dostupný z WWW: <<http://h18006.www1.hp.com/products/blades/components/enclosures/class/c7000/>>.
- [5] *Microsoft Acquires Connectix Virtual Machine Technology* [online]. c2009 , Feb. 19, 2003 [cit. 2009-07-05]. Text v angličtině. Dostupný z WWW: <<http://www.microsoft.com/presspass/press/2003/feb03/02-19PartitionPR.msp>>.
- [6] MILBERG, Ken. *A Comparison of UNIX Midrange Virtualization Offerings: IBM, Sun and HP.* [online]. December 2006 [cit. 2009-06-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.ibmssystemsmag.com/aix/enewsletterexclusive/6178p1.aspx>>.
- [7] PETERKA, Jiří. *Mainframe* [online]. [1992] [cit. 2009-06-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.earchiv.cz/a92/a229c120.php3>>.
- [8] PETERKA, Jiří. *Model klient/server* [online]. [1996] [cit. 2009-06-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.earchiv.cz/a96/a609k150.php3>>.
- [9] RABEY, James, LANG , Jennifer. *XenServer* [online]. 1999-2009 , May 02, 2008 [cit. 2009-07-06]. Text v angličtině. Dostupný z WWW: <<http://community.citrix.com/display/adi/XenServer>>.

- [10] *Řada serverů HP ProLiant BL460c G6* [online]. [2009] [cit. 2009-08-08]. Dostupný z WWW: <<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/cz/cs/sm/WF25a/3709945-3709945-3328410-3328419-3328419-3884098.html>>.
- [11] *Řada serverů HP ProLiant DL380 G6* [online]. [2009] [cit. 2009-08-08]. Dostupný z WWW: <<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/cz/cs/sm/WF05a/15351-15351-3328412-241475-241475-3884082.html>>.
- [12] *Server HP ProLiant ML* [online]. c2009 [cit. 2009-08-08]. Dostupný z WWW: <<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/cz/cs/sm/WF10a/15351-15351-241434-241477-241477-459045.html>>.
- [13] ŠINDELÁŘ, Václav. *Virtualizace a storage zařízení*. Connect!:Virtualizace IT na pomoc, červen 2009, roč. XIV, s. 16-17.
- [14] *Tři z nejsilnějších* [online]. c2008 , 20. 6. 2009 [cit. 2009-07-04]. Dostupný z WWW: <<http://connect.zive.cz/serverova-virtualizace>>.
- [15] *Virtualizace s Hyper-V: Funkce* [online]. c2009 [cit. 2009-07-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.microsoft.com/cze/windowsserver2008/hyperv-features.aspx>>.
- [16] *Virtualizace serverů* [online]. c2008 [cit. 2009-07-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.microsoft.com/cze/virtualizace/solution-tech-server.aspx>>.
- [17] *Virtualizace. Budoucnost nebo slepá vývojová větev?* [online]. [2005] , 09.08.07 [cit. 2009-06-13]. Dostupný z WWW: <<http://computerworld.cz/whitepapers/virtualizace-budoucnost-nebo-slepa-vyvojova-vetev-2357>>.
- [18] *Virtualization Basics* [online]. c2009 [cit. 2009-06-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.vmware.com/technology/history.html>>.

- [19] *VMware* [online]. c2005-2007 [cit. 2009-08-01]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.soft-tronik.cz/web/katalog.nsf/LkpProducers/90?Open&webid=&grp=Produkty&sgrp=VMware>>.
- [20] *VMware ESXi<sup>TM</sup>* [online]. c2009 [cit. 2009-07-05]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.vmware.com/products/vi/esx/esx3i.html>>.
- [21] *VMware vCenter<sup>TM</sup> Server : Unify and Simplify Virtualization Management* [online]. c2009 [cit. 2009-08-02]. Text v angličtině. Dostupný z WWW:  
<<https://www.vmware.com/products/vi/vc/>>.
- [22] *VMware vSphere 4* [online]. c2009 [cit. 2009-08-01]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.xanadu.cz/dl/VMW\\_09Q1\\_BRO\\_vSphere\\_CZ\\_A4\\_P4\\_R5.pdf](http://www.xanadu.cz/dl/VMW_09Q1_BRO_vSphere_CZ_A4_P4_R5.pdf)>.
- [23] *VMware vSphere<sup>TM</sup> : For Mid-Size & Enterprise Business* [online]. c2009 [cit. 2009-08-02]. Text v angličtině. Dostupný z WWW:  
<<http://www.vmware.com/products/vsphere/mid-size-and-enterprise-business/features.html>>.
- [24] *VMware vSphere<sup>TM</sup>* [online]. c2009 [cit. 2009-08-01]. Text v angličtině. Dostupný z WWW: <<http://www.vmware.com/products/vsphere/>>.
- [25] *VMware<sup>®</sup> Server 2* [online]. c2008 [cit. 2009-08-02]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.vmware.com/files/pdf/server\\_datasheet.pdf](http://www.vmware.com/files/pdf/server_datasheet.pdf)>.
- [26] *What's New in VMware vSphere 4.0* [online]. [2009] [cit. 2009-07-04]. Text v angličtině. Dostupný z WWW:  
<[http://www.vmware.com/support/vsphere4/doc/vsp\\_40\\_new\\_feat.html](http://www.vmware.com/support/vsphere4/doc/vsp_40_new_feat.html)>.
- [27] *XenServer 5 mění podmínky virtualizace serverů* [online]. c2005-2008 [cit. 2009-07-12]. Dostupný z WWW:  
<<http://premium.prosperita.info/index.php/premium/layout/set/print/content/view/full/2435>>.

- [28] *XpressHost™ - VMware ESX Server* [online]. c1999-2009 [cit. 2009-07-04].  
Dostupný z WWW:  
<[http://www.oriensoft.com/Services/Dedicated\\_Hosting/Virtualization\\_Software/Vmware\\_ESX\\_Server.aspx](http://www.oriensoft.com/Services/Dedicated_Hosting/Virtualization_Software/Vmware_ESX_Server.aspx)>.

## Příloha 1 – Porovnávané kritéria

- Výpočetní výkon
  - Nutné:
    - podpora poměru 1:1 mezi virtuálními procesory (vCPU) a fyzickými procesory (pCPU)
  - Preferované:
    - podpora vCPU a pCPU poměru 4:1
  - Volitelné:
    - podpora vCPU a pCPU poměru 8:1 pro provoz desktopových operačních systémů
- Správa paměti
  - Nutné:
    - Podpora hardwarové asistence paměťové virtualizace INTEL Extended Page Tables (EPT) nebo AMD Rapid Virtualization Indexing (RVI), což je velmi důležité pro výkon vícevláknových enterprise aplikací
  - Preferované:
    - Přetížení paměti (Memory Overcommitment), což zvyšuje efektivitu využití fyzické paměti pomocí deduplikace paměťových stránek a tím zajišťuje i větší konsolidační poměr.
    - Podpora Large Memory Pages jak na úrovni virtuálního serveru, tak i hypervisoru. Tato technologie výrazně zvyšuje výkon databázových systémů ve virtuálním prostředí.
  - Volitelné:
    - Deduplikaci fyzických paměťových stránek (Memory Page Sharing).
- Diskový subsystém
  - Nutné:
    - Podpora Fibre Channel a iSCSI diskových polí
    - Oficiální podpora enterprise zálohovacích systémů
  - Preferované:
    - Nástroje pro tvorbu aplikačně konzistentních snapshotů
    - Automatické vyladování řízení diskových I/O Bufferů a Cache
    - Fibre Channel over Ethernet (FCoE)
    - Active/Active Multipathing

- Volitelné:
  - Obousměrné ověřování k iSCSI targetům protokolem CHAP
  - Podpora NFS pro sdílený diskový prostor
  - Podpora NPIV
  - Manuální ladění řízení diskových I/O Bufferů a Cache
  - API pro propojení hypervisoru s diskovými subsystemy různých výrobců
- Networking
  - Nutné:
    - Teaming a loadbalancing síťových karet
    - Podpora VLAN a VLAN trunkingu (802.1Q)
  - Preferované:
    - Podpora promiskuitního režimu
    - Detekce ztráty síťového spojení
    - Bezpečnostní funkce na úrovni MAC adres
    - Centralizovanou správu virtuálních switchů
    - Integrace firmwaru třetích stran do virtuálních switchů
    - Automatické vyladování řízení síťových I/O Bufferů a Cache
- Vysoká dostupnost
  - Nutné:
    - Automatizovaný rozprostřený restart (failover) virtuálních serverů na zbylé fyzické servery v clusteru
    - Možnost nastavení priorit restartu jednotlivým virtuálním serverům
    - Škálovatelnost clusteru minimálně na osm serverů
  - Preferované:
    - Detekce výpadku operačního systému uvnitř virtuálního serveru
    - Detekce částečného výpadku fyzického uzlu clusteru
    - Redundantní heartbeat síť
  - Volitelné:
    - Integrace s HA softwarem třetích stran (Symantec, SteelEye)



- Paravirtualizace
  - Nutné:
    - Paravirtualizované ovladače pro virtuální servery Windows 2003/2008
  - Preferované:
    - Paravirtualizovaná jádra a ovladače pro linuxové virtuální servery
  - Volitelné:
    - Paravirtualizované ovladače pro virtuální servery Windows 2000/XP/Vista
    - Paravirtualizované ovladače pro virtuální servery Sun Solaris 10
    - Univerzální paravirtualizované ovladače podporované více Hypervisory
- Správa virtuální infrastruktury
  - Nutné:
    - Klientský program nebo webové rozhraní pro management
    - Podpora SNMP trapů pro systémové a definované události
    - Integrace s enterprise management systémy
    - Podpora vysoké dostupnosti management serveru
  - Preferované:
    - Podpora ovládání z příkazové řádky (CLI) a skriptování
    - Podpora OVF virtuálních apliančí a standardní CIM správy
    - Formát virtuálních disků kompatibilní napříč hypervisory
    - Podpora správy minimálně 10.000 virtuálních serverů pomocí centrálního management serveru
  - Volitelné:
    - Podpora dynamického load balancingu virtuálních serverů nad servery fyzickými
- Správa napájení
  - Preferované:
    - Podpora hardwarové optimalizace spotřeby (vypínání/zapínání jader procesorů, přetaktování procesorů – Intel Nehelem Turbo Boost, apod.)
  - Volitelné:
    - Podpora automatizovaného vypínání/zapínání fyzických serverů v rámci jednoho clusteru

- Licencování
  - Preferované:
    - Licencování na fyzický server
  - Volitelné:
    - Licencování na patice fyzických procesorů
    - Licencování na procesorová jádra
    - Licencování na počet běžících virtuálních serverů
- Podpora
  - Nutné:
    - Minimálně tři letá podpora
    - Rozšíření podpory o minimálně jeden rok
    - Veřejně publikované road mapy
  - Preferované:
    - Minimálně šest měsíců přechod mezi jednotlivými verzemi

## Příloha 2 – Certifikát ze školení VMware



# Certificate of Completion

is hereby granted to

**David Bakrlík**

**Statutární město Pardubice**

in recognition of successful participation in  
**VMware Virtual Infrastructure 3: Install and Configure**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Diane Greene".

Diane Greene  
President & CEO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Pavel Horák".

Pavel Horák  
Technical Trainer

### **Příloha 3 – Souhlas tajemníka Magistrátu města Pardubic**

Souhlasím, aby pan David Bakrlík použil informace o IT struktuře Magistrátu města Pardubic, pro svoji Bakalářskou práci na téma VMware a jeho využití v instituci veřejné správy.

Tajemník MmP  
Mgr. Martin Růžička

21/8/09