

Využití virtualizace pro serverové služby

Using virtualization for server services

Jan Bartoň

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Bartoň**
Osobní číslo: **A11473**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Využití virtualizace pro serverové služby**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární řešení.
2. Popište současný stav řešeného problému.
3. Zhodnoťte přínosy a nedostatky současného řešení.
4. Navrhněte vylepšení a popište realizaci.
5. Zhodnoťte přínosy nového řešení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. OLZAK, Thomas. Microsoft virtualization: master Microsoft server, desktop, application, and presentation virtualization. Amsterdam: Elsevier/Syngress, 2010, xx, 486 s. ISBN 978-1-59749-431-1.
2. RUEST, Danielle a Nelson RUEST. Virtualizace: podrobný průvodce. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 408 s. ISBN 978-80-251-2676-9.
3. HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.
4. SOSINSKY, Barrie. Mistrovství – počítačové sítě: [vše, co potřebujete vědět o správě sítí]. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
5. XIAO, Yang, Frank Haizhon LI a Hui CHEN. Handbook of security and networks. New Jersey: World Scientific, c2011, xxi, 551 s. ISBN 978-981-4273-03-9.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Korbel, Ph.D.

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání diplomové práce:

22. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

22. května 2013

Ve Zlíně dne 22. února 2013

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Trendem dneška je virtualizace. Jsou virtualizovány stroje, komponenty i softwarová prostředí. Důvody k nasazení virtualizace jsou rozličné, od úspor na hardwaru a energiích až po zachování kompatibility s nejrůznějšími prostředími. Dalším závažným důvodem se jeví nástup cloud computingu.

Snem správce jsou systémy, které nepotřebují neustálou údržbu.

Představme si serverovnu, ve které pro každou novou službu přikupovali nový server. Za pár let již měli serverů tolik, že jen jejich údržba začala představovat pořádnou položku rozpočtu. Teď ale nastal čas vyřadit starý hardware a tu hromadu serverů zvirtualizovat a naskládat... ..do jediného clusteru.

Klíčová slova: Virtualizace, VMware, host, hostitel, diskové pole, cluster, vMotion

ABSTRACT

Virtualization is a today's trend. Machines, components and software environment are being virtualized. There are various reasons for virtualization, from hardware and energy savings to maintaining compatibility with a variety of environments. Another significant reason is the onset of cloud computing.

The systems which do not require permanent maintenance are the administrator's dream.

Let's imagine a server room, in which a new server is bought for every new service. After a few years we would have so many servers, that only their maintenance would cause a gaping hole in the budget. But now it is time to throw out the old hardware, virtualize the pile of servers and put it... ..into a single cluster.

Keywords: Virtualization, VMware, guest, host, disk array, cluster, vMotion

Poděkování:

Rád bych poděkoval všem, kteří přispěli k vytvoření této práce svými podněty a radami, především pak panu Ing. Jiřímu Korbelovi za odborné a konstruktivní připomínky.

Motto:

„Proč nám skvělá technika, která šetří práci a usnadňuje život, dosud přinesla tak málo štěstí? Odpověď je prostá: protože jsme se ji nenaučili rozumně užívat.“

Albert Einstein

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1. TEORIE VIRTUALIZACE, VIRTUALIZACE JAKO POJEM ...	11
1.1 UŽÍVANÁ TERMINOLOGIE.....	11
1.2 VIRTUALIZACE.....	11
1.2.1 EMULACE	11
1.2.2 PLNÁ VIRTUALIZACE (FULL VIRTUALISATION)	11
1.2.3 PARAVIRTUALIZACE.....	12
1.2.4 VIRTUALIZACE NA ÚROVNI OPERAČNÍHO SYSTÉMU.....	12
1.2.5 APLIKAČNÍ VIRTUALIZACE	13
1.3 VIRTUALIZACE TYPE 1 – BARE METAL	13
1.4 VIRTUALIZACE TYPE 2 – HOSTED.....	13
2. DŮVODY PRO VIRTUALIZACI, PUE	15
2.1 KONSOLIDACE	15
2.2 PROSTOR.....	16
2.3 CHLAZENÍ.....	16
2.4 PUE – POWER USAGE EFFECTIVENESS	17
2.5 KOOMEYHO ZÁKON	19
2.6 VEDENÍ DATOVÝCH, NAPÁJECÍCH KABELŮ A VZDUCHOTECHNIKY	19
3. OBECNÉ ZÁSADY A POŽADAVKY NA HARDWARE	21
3.1 ČÍM VÍCE JADER, TÍM LÉPE.....	21
3.2 MAXIMUM PAMĚTI	21
3.3 REDUNDANCE.....	21
3.4 DISKOVÁ POLE	22
3.5 SÍŤOVÁ KONEKTIVITA.....	23
3.6 ZÁLOŽNÍ ZDROJE	23
4. NÁSTROJE, KTERÉ MOHOU USNADNIT ODHADY	24
4.1 TTCP	24
4.2 OPTIMAX NET TEST	25
4.3 CRYSTALDISKMARK	26
4.4 CPU.....	26
5. ZABEZPEČENÍ VIRTUÁLNÍCH SYSTÉMŮ.....	28
II. PRAKTICKÁ ČÁST.....	29
6. VIRTUALIZACE SERVERŮ	30
6.1 SITUACE ŠKOLY	30
6.1.1 ŠKOLNÍ RESTAURACE	30
6.1.2 DŮVODY A ZAMÝŠLENÉ CÍLE KONSOLIDACE	31
6.2 PROVEDITELNOST.....	32

6.2.1	UVAŽOVANÉ SOFTWAREVÉ MOŽNOSTI.....	33
6.2.2	KLÍČOVÉ FAKTORY VÝBĚRU.....	34
6.3	HARDWAROVÁ A SOFTWAREVÁ KONFIGURACE CLUSTERU	34
6.3.1	KONFIGURACE SERVERŮ	35
6.3.2	FREE NAS.....	36
7.	MIGRACE KROK ZA KROKEM	38
7.1	PŘED MIGRACÍ	38
7.2	KONVERZE FYZICKÝCH STROJŮ.....	38
7.2.1	ZMENŠENÍ DATOVÉHO OBJEMU VIRTUÁLNÍ STANICE	42
7.2.2	KONVERTOVANÝ STROJ.....	42
8.	INSTALACE A KONFIGURACE HOSTITELŮ	43
8.1	KONFIGURACE CLUSTERU Z PROSTŘEDÍ VMWARE VSPHERE CLIENT.....	45
8.2	DISKOVÉ POLE.....	46
9.	VMWARE VCENTER.....	48
9.1	MIGRACE ZA CHODU	49
9.2	DRS (DISTRIBUTED RESOURCE SCHEDULER).....	50
9.3	HIGH AVAILABILITY A FAULT TOLERANCE.....	50
10.	ZKUŠENOSTI Z PROVOZU	51
10.1	POZITIVNÍ ZKUŠENOSTI:	51
10.2	NEVÝHODY, PROVOZEM ODHALENÉ SLABINY:	51
	ZÁVĚR.....	53
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	54
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	55
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ	57
	SEZNAM TABULEK	58
	SEZNAM PŘÍLOH.....	59

ÚVOD

Problematika virtualizace v oblasti informačních technologií je velmi letitá. Přestože by se mohlo zdát, že tento pojem se objevuje teprve v posledních letech, faktem je, že virtualizace ve výpočetní technice má kořeny již v 60. letech minulého století. Jakási aura novosti kolem tohoto výrazu dnes v médiích skutečně existuje. Není to však tím, že by téma virtualizace bylo nové, ale spíše je to možno přisuzovat důrazu na ekonomičnost provozu serverů a vzniku silného konkurenčního prostředí v tomto segmentu trhu s informačními technologiemi. Nový model přístupu ke zdrojům dle zásady „zpoplatnění využití“ společně s rychlým síťovým přístupem a shromažďováním různorodých typů dat představuje základní pilíře cloud computingu. Zároveň se virtualizace dostává do sféry zájmu menších firem a náročnějších domácích uživatelů, a to převážně díky uvolněným virtualizačním prostředím velkých hráčů na tomto poli.

Tento text je míněn jako usnadnění orientace v dnes nabízených metodách podnikové serverové virtualizace a popis praktické implementace jednoho z nich v rozsahu, který může představovat komplexní řešení pro malou firmu, anebo základní stavební kámen pro datacentrum.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. TEORIE VIRTUALIZACE, VIRTUALIZACE JAKO POJEM

1.1 Užívaná terminologie

Anglické pojmy *host* a *guest* je třeba řádně vysvětlit. Český překlad těchto výrazů *hostitel* a *host* může být bez patřičného kontextu velmi matoucí vzhledem k tomu, že stejný výraz **host** má v jazyce českém a anglickém ve vztahu k virtualizaci naprosto protichůdný význam. Rád bych proto předeslal, že v této práci hodlám nadále používat výhradně českou terminologii těchto výrazů a výraz **host** vždy bude představovat hostovaný, virtualizovaný počítač a výraz **hostitel** vždy bude označovat stroj, na kterém fyzicky běží virtualizační software.

1.2 Virtualizace

Kombinací vhodného hardwaru a softwaru bývá vytvářen virtuální stroj, který představuje simulované prostředí, v němž běží požadovaný hostovaný software. Velmi často je na simulovaném prostředí hosta provozován celý operační systém, časté je i nasazování více virtuálních strojů na jednom fyzickém hostiteli.

1.2.1 Emulace

Označuje proces, kdy virtualizujeme kompletní hardware tak, aby byl umožněn bezproblémový běh nijak neupraveného hostova OS. To zahrnuje například možnost běhu hosta na odlišných procesorech nebo simulaci jiného běžně nedostupného hardwaru. Výraz emulace je běžně chápán jako nadřazený výrazu virtualizace, neboť představuje její dokonalou formu. V praxi se s emulací nejčastěji setkáme u tzv. emulátorů – neboli virtualizačních platforem umožňujících běh programů, které byly původně určeny pro zcela jinou platformu.

1.2.2 Plná virtualizace (full virtualisation)

Je chápána tak, že běžící operační systém nemůže žádným způsobem poznat, že nemá přístup k fyzickému hardware, protože veškerý hardware je virtualizován. Operační systém ani aplikace díky tomu nepotřebují žádné modifikace. Plné oddělení fyzické vrstvy má řadu výhod, například plnou konfigurovatelnost virtuálního prostředí (velikost paměti, typ procesoru, typ a kapacita disku, síťové karty, komunikační porty). Největší výhodou je pak naprostá nezávislost na konkrétním technickém vybavení, veškeré změny i kompletní

výměny hardwaru nemají na virtuální prostředí vliv. Tento fakt podstatně usnadňuje servisní zásahy na fyzických serverech. Umožňuje také flexibilní navýšení výkonu v případě potřeby. Výkonnostní charakteristiky virtuálních počítačů jsou však konkrétní konfigurací fyzických komponent přirozeně ovlivněny. Právě výkon plně virtualizovaných systémů je však možno označit za jedinou podstatnou slabinu, či nevýhodu.

Protože dochází k úplnému oddělení fyzické a programové vrstvy, je prakticky nemožné dosáhnout plného výkonu fyzického stroje na stroji virtualizovaném, byť by byl jediným hostem. Softwarová vrstva vložená mezi hostovaný systém a hardware hostitele bude vždy představovat jisté zpomalení. To bývá obecně tím menší, čím podobnější jsou si fyzické a virtualizované prostředí.

1.2.3 Paravirtualizace

Představuje kompromis mezi plnou virtualizací a přímým fyzickým provozem. Je možná v případech, kdy se alespoň některé komponenty virtuálního a fyzického počítače shodují.

Při paravirtualizaci je prováděna pouze částečná abstrakce na úrovni virtuálního počítače. Virtualizace v tomto případě není úplná, některé vlastnosti (např. procesoru) mohou být omezeny a operační systém může rozpoznat, že běží ve virtuálním prostředí. Výhodou je zrychlení práce s využitím přímého přístupu k některým komponentám základního fyzického prostředí.

Modifikace operačních systémů, které bývají podmínkou paravirtualizace, jsou zřejmě největší překážkou pro její nasazení. Výrobci procesorů se však snaží přímo implementovat podporu virtualizace a rozšiřují funkce procesorů (např. zavedením další úrovně ochrany ring -1 a zavedením dalších speciálních instrukcí pro tuto úroveň). Operační systémy ve virtuálních počítačích díky tomu není třeba modifikovat a přitom mohou vykonávat instrukce přímo fyzickým procesorem.

1.2.4 Virtualizace na úrovni operačního systému

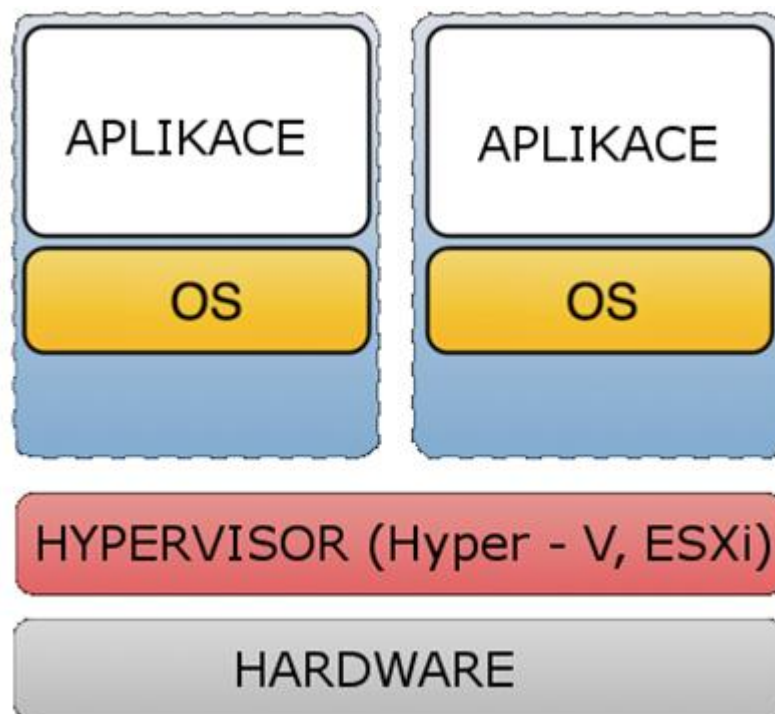
Prostředí hostova OS sdílí tento systém, respektive jeho jádro s hostitelem. Hostova běžící aplikace jej však vnímá jako samostatný operační systém. Takto funguje např. Linux-VServer, Virtuozzo (pro Linux nebo Windows), či OpenVZ.

1.2.5 Aplikační virtualizace

Oproti softwaru nativně nainstalovanému přímo na systému existují i aplikace, běžící na daném stroji, které sice používají místní zdroje, ale zároveň běží ve zvláštním virtuálním stroji. Toto virtuální prostředí obsahuje komponenty nutné ke spuštění, jako jsou prvky uživatelského rozhraní, globální objekty, položky registrů a jiné. Toto virtuální prostředí představuje vrstvu mezi aplikací a OS, která zabraňuje konfliktům mezi aplikacemi nebo mezi aplikací a OS. Takto pracuje například velmi známá Java Virtual Machine.

1.3 Virtualizace Type 1 – Bare metal

Jednoznačně nejpoužívanější metodou pro podnikové nasazení je virtualizace prvního typu, neboli nasazení virtualizačního prostředí přímo na hardware hostitele. Toto řešení přináší nejvyšší možný výkon, je historicky nejstarší a jeho moderní implementace můžeme najít v produktech, jako je Oracle VM Server, Citrix XenServer, VMware ESX/ESXi, KVM a Microsoft Hyper-V hypervisor.



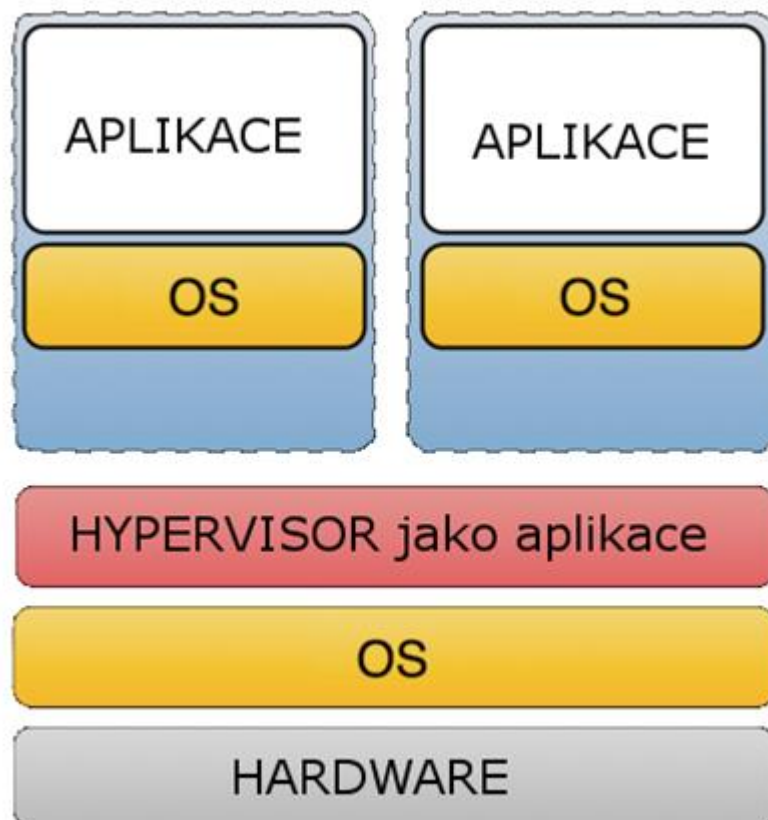
Obr. 1: Schéma bare metal virtualizace

1.4 Virtualizace Type 2 – Hosted

Stroj s nainstalovaným hypervisorem přímo nad hardwarem se stává nepoužitelným pro roli fyzické pracovní stanice. Na rozdíl od virtualizace prvního typu se typ 2 provozuje

jako hypervisor nad plnohodnotným operačním systémem. To má výhodu v použitelnosti stanice na běžnou práci s mateřským operačním systémem a zároveň jako serveru pro další OS. Praktická využitelnost tkví hlavně v možnosti snadno přecházet mezi operačními systémy v rámci jedné stanice, jejíž výkon je ovšem logicky omezen režii onoho základního OS, na kterém je virtualizační prostředí instalováno.

Rozdělení na dva typy virtualizace nemusí být vždy jednoznačně definováno, například v případě, že Kernel-based Virtual Machine (KVM) je implementována jako modul kernelu pro Linux, chová se nad Linuxem jako Bare metal (typ 1). Přes tuto funkcionalitu zůstává Linux stále plnohodnotným OS, proto by měla tato implementace zároveň odpovídat typu 1. Tento problém může nabývat na významu v případě, že vybíráme řešení pro konkrétní platformu a nejsme si jisti předpokládanými výkonovými charakteristikami virtuálních OS.



Obr. 2: Schéma hosted virtualizace

2. DŮVODY PRO VIRTUALIZACI, PUE

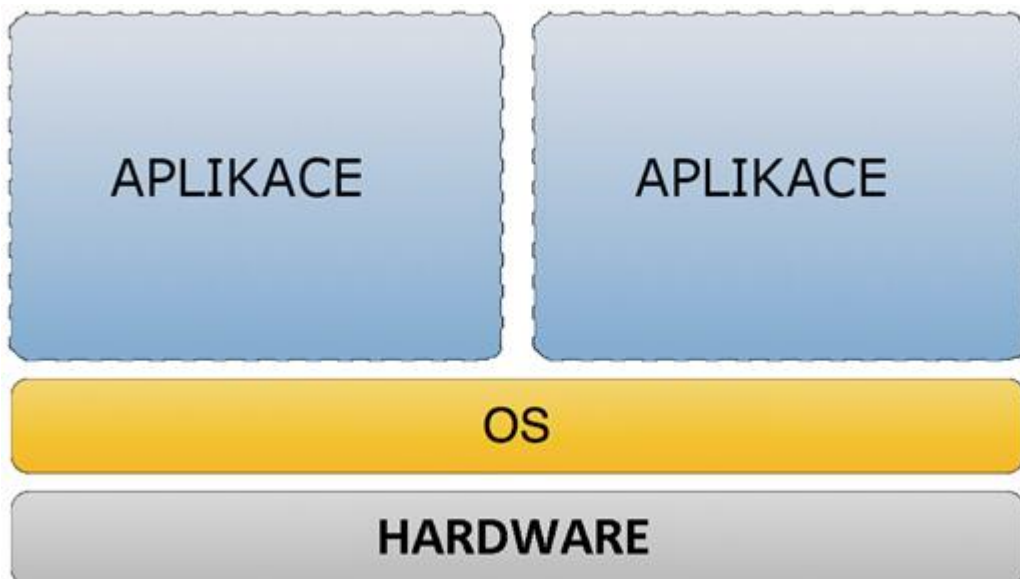
Žádná jiná technologie nenašla tak obrovské uplatnění tak rychle v moderních datacentrech jako virtualizace. Nejčastější důvody pro její nasazení jsou ekonomické, ale motivace může mít i ekologický charakter.

Thomas Olzak, autor publikace Microsoft virtualization, zdůvodňuje potřebu nasazení virtualizace takto:

In the twenty-first century, IT managers began to realize that traditional methods of manipulating desktop and laptop systems were no longer effective in dealing with changes in business requirements, user demands regarding technology implementations, and blackhat hackers transitioning from fun and games to an organised crime business model. Demands for the rapid turnaround of application instalation or upgrade requests, the need to quickly apply security patches to operating systems and applications, and many other management headaches are driving a new approach to endpoint and server processing and management – virtualization. [1]

2.1 Konsolidace

Klasický model užití výpočetní techniky představuje vhodné řešení tehdy, kdy na konkrétním hardwaru provozujeme jediný operační systém a veškerý aplikační ekosystém je tímto možno pokrýt.



Obr. 3: Klasický model užití serveru

Mezi výhody takového řešení pak bezesporu patří rychlost, která je omezena pouze režii vlastního OS, hardwarovou konfigurací a vlastní aplikací. Problém představují oba póly výkonového spektra.

1) Nedostatek výkonu

Pokud je hardware nedostatečně dimenzován, použití aplikací je nekomfortní, může být omezeno, případně zcela znemožněno. Přesouvání aplikací na rychlejší hardware, případně upgrade hardware za chodu, je v tomto případě vyloučeno, náprava situace vždy vyžaduje odstavení systému.

2) Přebytek výkonu

Naddimenzovaný hardware by se mohl zdát jako řešení respektující budoucí požadavky. Nelze však bagatelizovat provozní náklady, které provází hardware po celou dobu jeho funkce. Tyto náklady se významně zvyšují u zařízení s nonstop provozem.

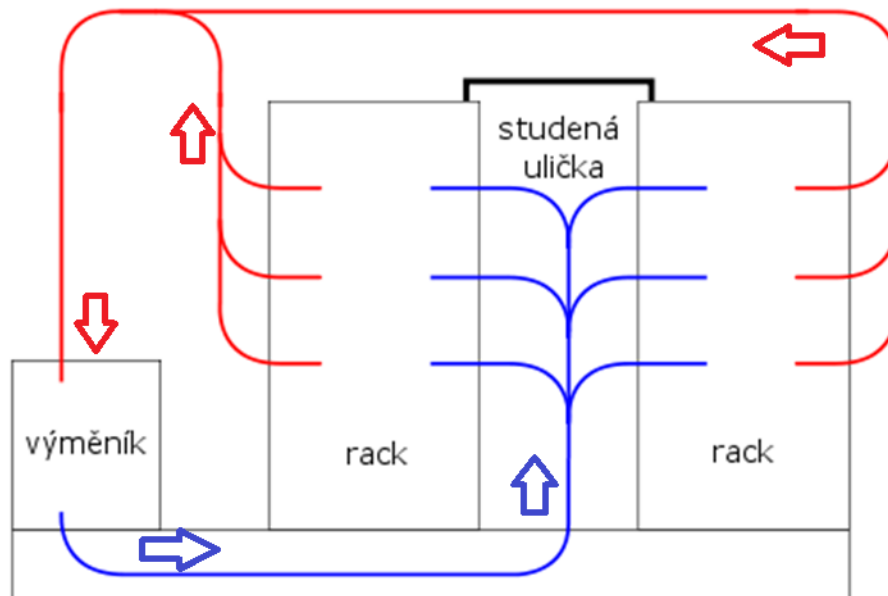
2.2 Prostor

V oblasti serverových služeb je prostorové řešení místností, kde je hardware umístěn, velice důležité. Hraje klíčovou roli pro dostupnost kvůli servisním zásahům, podoba hardwaru určuje způsob manipulace s komponentami, ovlivňuje možnosti čištění, upgradu, výměny komponent i rozšiřování hardwarového parku. Faktorem ovlivňujícím efektivitu a celkové náklady je také hustota komponent, kde se ve velkých organizacích dnes již neseznamujeme s jinými, než rackovými formami serverů. Dispozice prostor a alokace hardwaru a jeho konkrétní podoba také významně ovlivňuje možnosti aplikace úsporných chladičích technologií, aplikaci redundance zdrojů elektrické energie a jejich zálohu.

2.3 Chlazení

Spotřeba energie v datacentrech je důležitou položkou. Její významnou část tvoří energie spotřebovaná na chlazení hardwarových komponent, především pak CPU a GPU. V domácím prostředí nám při nevhodně zvoleném chladiči tuto skutečnost připomíná zvuk rotujícího ventilátoru. V případě nasazení desítek, stovek i tisíců těchto „horkých“ komponent je však třeba odvod tepla řešit co nejefektivněji. Ve vhodných zeměpisných oblastech je například možno nasadit tzv. freecooling, neboli volné chlazení. Tato technika spočívá ve využití přirozeně studeného vzduchu v obdobích s nízkými venkovními

teplotami na částečné nebo i úplné pokrytí potřeby chlazení. Tyto technologie úzce souvisí s prostorovým řešením sálů s výpočetní technikou. Vhodnou úpravou izolovaných studených zón pak vznikají tzv. uzavřené studené uličky, které dále zvyšují efektivitu odvodu tepla.



Obr. 4: Schéma využití uzavřeného prostoru studených uliček

2.4 PUE – power usage effectiveness

Power usage effectiveness, neboli efektivita užití energie je jednoduchá a přitom velmi efektivní metoda pro měření efektivity energetické bilance datacenter. Výpočet je založen na podílu celkové energie spotřebované datacentrem a energie spotřebované výhradně IT hardwarem.

$$PUE = \frac{\text{celková spotřebovaná energie datacentra}}{\text{energie spotřebovaná IT hardwarem}}$$

Výsledný poměr tedy říká, kolik (elektrické) energie navíc představované doplňkovými a podpůrnými technologiemi je potřeba na každý watt IT hardwarem. Hodnota 2 by znamenala, že na každý 1 watt efektivní energie připadne další jeden watt vynaložený na chlazení, osvětlení, zabezpečení, generátory a další nutné potřeby datacentra. Logická je tedy snaha snižovat PUE až k hodnotě 1, což by znamenalo stav, kdy žádné doplňkové energie není třeba.

Faktor PUE můžeme snižovat omezováním energie nutné pro provoz doplňkové infrastruktury. Příkladem této snahy je použití úsporných technologií v osvětlení nebo chlazení (freecooling).

Dalšího snižování PUE můžeme docílit redukcí ztrát v systému napájení. Jednoduše řečeno – hardware by měl být využíván co nejefektivněji, jinak jej napájíme zbytečně. Dotčeny jsou zde veškeré transformátory, napájecí zdroje, generátory, UPS, dokonce kabeláž vedení elektrické energie, zkrátka všechna místa, kde může docházet k energetickým ztrátám.

Existuje nespočet aplikací s rozdílnými požadavky na výkon, dokonce požadavky jednotlivých aplikací na výkon infrastruktury se mohou v čase výrazně měnit. Docílit vysoké variability výkonu za použití různých metod powersavingu je určitě možné. Je třeba mít na zřeteli:

- Nepoužívané servery
 - o Dlouhodobě nepoužívaný hardware podle stavu a možností odstavit či znovuužít k jiným účelům
 - o Nárazově používané servery vypínat
 - o Zvolit vhodnou metodiku měření míry vytiženosti serverů (disky, CPU, paměť, síťový provoz)
- Neefektivní servery
 - o Při zachování spotřeby elektrické energie jsou novější komponenty výkonnější. Míra efektivity by také měla ovlivnit cyklus obměny hardwaru
- Virtualizace serverů
 - o Na jednom fyzickém stroji s mnoha procesorovými jádry může běžet celá řada virtuálních serverů
 - o Adekvátně individuálním potřebám virtuálních strojů může být řízen výkon komponent, které používají – což má významný vliv na energetickou efektivitu celého systému
 - o V případě většího množství hostitelů lze automatizovat migraci virtuálních strojů z nevytižených serverů a tyto následně vypínat.

PUE není jediným a ani všespasitelným pojmem. Je zapotřebí vidět tento údaj v kontextu s dalšími důležitými faktory, například rentabilitou nového hardware, cenou práce administrátorů systémů a mnoha jinými.

2.5 Koomeyho zákon

Notoricky známé empirické pravidlo, které roku 1965 vyslovil Gordon Moore, hovoří o počtu tranzistorů, které mohou být umístěny na integrovaný obvod. Toto se při zachování stejné ceny zhruba každých 18 měsíců zdvojnásobí. Tato slova je možno doplnit další větou, kterou vyřkl Jonathan Koomey. V původním výroku hovořil o energii v bateriích:

„At a fixed computing load, the amount of battery you need will fall by a factor of two every year and a half“ [2]

Nicméně praktický efekt Moorova a Koomeyho zákona lze jednoduše shrnout takto:

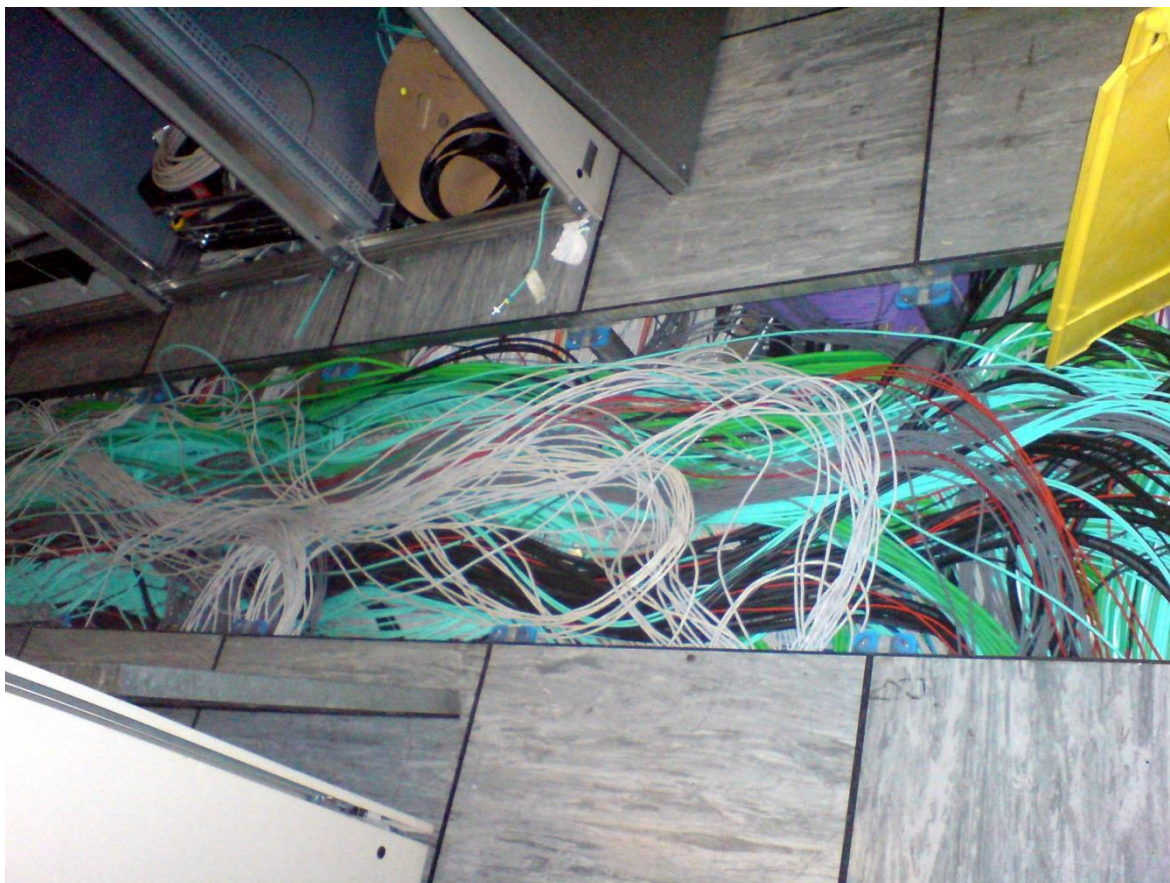
Nejen že se každých 18 měsíců zdvojnásobí výpočetní kapacita procesorů, ale také klesne na polovinu jejich energetická náročnost (zdvojnásobí se jejich efektivita).

Jako zajímavost potvrzující praktický efekt Koomeyho zákona je možné uvést nedávné vypnutí prvního superpočítače na světě, který překonával výkonovou hranici 1 petaFLOPS. Důvodem byla obrovská spotřeba elektrické energie ve srovnání se stejně výkonnými modernějšími superpočítači.

[<http://www.lanl.gov/newsroom/news-releases/2013/March/03.29-end-of-roadrunner.php>]

2.6 Vedení datových, napájecích kabelů a vzduchotechniky

V principu je možné efektivně vést kabely mnoha způsoby. Praxe však ukazuje, že zdaleka nejvýhodnějším způsobem je dnes zdvojená podlaha, která poskytuje dostatek prostoru pro vedení veškeré kabeláže i ventilačních cest, navíc zachovává možnost relativně snadné manipulace s těmito vedeními. Při plánování datacenter by měly být zdvojené podlahy předem uvažovány pro nutnost řešit přechod mezi výškou vstupních dveří a výškou podlahy. Ta většinou bývá variabilní mezi 100 a 1000mm, rozměr jednoho podlahového dílu je 600 × 600mm. Optimální je kombinace podlahového vedení s užitím studených a teplých uliček. Toto uzavření studených a teplých sekcí vede k zefektivnění chlazení, neboť nedochází k promíchávání teplého a studeného vzduchu. Strop je pak výborným místem pro vedení automatických zhašecích systémů a samozřejmě osvětlení.



Obr. 5: Příklad vedení kabeláže zdvojenou podlahou

3. OBECNÉ ZÁSADY A POŽADAVKY NA HARDWARE

Letitý axiom o serveru tím rychlejším, čím rychlejší je jeho CPU, dnes platí už jen v případě náročných jednovláknových úloh. Procesorové jádro může být v serverech dlouhou dobu bez zátěže, a když už je zatíženo, pak ho velmi často „brzdí“ další komponenty, jako například disk či síť. Samotný procesorový výkon tak v mnoha případech nebývá pro serverové aplikace kriticky důležitý.

3.1 Čím více jader, tím lépe.

Množství jader, potřebné pro běh virtualizovaného systému je závislé na jeho předpokládaném aplikačním využití. Drtivá většina běžně virtualizovaných serverů dnes však nijak závratný procesorový výkon nepožaduje. Díky tomu je možno na jeden fyzický stroj vybavený vícejádrovými procesory nasadit větší množství virtuálních stanic, které se o jejich výkon „podělí“. Množství fyzicky dostupných jader pak ovlivňuje maximální množství provozovatelných virtuálních strojů.

3.2 Maximum paměti

I přes vyšší cenu velkokapacitních modulů RAM je vhodné na operační paměti nešetřit. I při statické alokaci činící např. 4GB RAM na jeden virtuální stroj je při pouhých pěti virtuálních strojích už zapotřebí 20GB RAM, nehledě na režii virtualizačního softwaru. Operační paměť přitom zajišťuje potřebnou rychlost samotných systémů a také rychlost při práci s často potřebnými daty a není tedy žádoucí swapovat na pevný disk.

3.3 Redundance

Důležitým bodem při plánování je zajištění redundance hardwaru minimálně na takové úrovni, aby byl vždy zajištěn chod kritických aplikací. To pro rozsáhlé implementace může představovat i větší množství serverů. Naštěstí v případě virtuálních systémů může být k dočasnému provozu využito i vzdálených fyzických serverů. Délka výpadku pak je naprosto minimální, případně k němu vůbec nedojde. To závisí na konkrétní implementaci a nastavení, příkladem je tzv. high availability neboli clusterování či také fail-clusterování serverů. Stejně jako při zálohování platí, že klíčové redundantní komponenty by měly být fyzicky co nejlépe odděleny (jiná místnost, patro, budova, jiné město). Takto je možné se chránit i před rozsáhlými požáry, či přírodními katastrofami.

Další typické využití redundance spočívá v zajištění minimalizace výpadků pro případy běžné údržby. Výměna vadných komponent či jejich upgrade by neměla v žádném případě omezit provoz datacentra. Fatální je například situace, kdy pro provoz virtuálních stanic právě servisovaného fyzického serveru není zajištěno například dostatečné množství RAM nebo dostatek výpočetního výkonu na serveru náhradním. V takovém případě ztrácí provozovatel jednu z největších výhod virtualizace – a tou je redukce výpadků.

3.4 Disková pole

Reálné nasazení virtualizační platformy by rozhodně mělo počítat s nasazením sdíleného diskového pole. Samotné fyzické servery se sice také chovají jako sila, na kterých lze virtuální stroje fyzicky uložit, ale tato je těžké chránit před poškozením hardwaru. Navíc je v takovém případě daleko složitější udržovat a rozšiřovat virtualizovanou infrastrukturu. Toto se týká prakticky všech vážně míněných implementací, výjimkou mohou být jen ta nejmenší nasazení.

Disková pole samotná obsahují mechanismy, které umožňují výměnu vadných disků za chodu. Podle použité technologie mohou být i velmi výkonná. Zde je záhodno poznamenat, že surový výkon diskového pole může být silně degradován například nedostatečnou propustností sítě. Při plánování nasazení virtualizované infrastruktury je tedy nezbytné se podrobně seznámit se všemi charakteristikami uvažovaného hardware a software. Často například postačí obyčejné SATA disky ve spolehlivém a zároveň výkonném raidu (např. RAID 6 nebo ještě lépe 10), pro situace, kde se počítá s velkou transakční zátěží disků, jsou pak k dispozici SSD, případně pole tvořená SAS disky. Je však praxí ověřeno, že tato rychlá úložiště je pak již nezbytné připojovat k rychlé 10 Gbit/s síti, protože 1 Gbit/s je zde již úzkým místem.

Vysvětlení (týká se obvyklých, či průměrných údajů výrobců disků):

Typický harddisk 3.5“ 7200 rpm dnes dosahuje rychlosti sekvenčního čtení 100 MB/s a více. Ve srovnání s tím maximální propustnost 1Gbps LAN odpovídá teoretickým 125MB/s, v praxi je to vzhledem k režii jen výjimečně více, než polovina (60MB/s). Pokud mám tedy „stihnout“ odebrat data načtená sekvenčně z násobně rychlejšího diskového pole, je tzv. bottleneckem, neboli úzkým místem rozhodně 1 Gb/s síť.

Přesto samozřejmě v praxi dochází k obrovskému poklesu reálného výkonu disků a diskových polí. Je to dáno typickým složením I/O požadavků na disky, mezi které patří

sekvenční čtení jen z malé části. Daleko častější je čtení a zápis s neustálým vyhledáváním (seekem).

3.5 Síťová konektivita

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, 10Gb/s síťové připojení by znamenalo signifikantní výhodu pro zvyšování výkonnostního potenciálu celé virtualizované platformy. Při zavádění nových řešení je vhodné tuto technologii nasadit, při konsolidaci starších technologií je zde stále ještě možnost agregovat několik 1Gb/s metalických linek, což představuje významnou úsporu finančních prostředků. Toto je však závislé na typu provozovaných aplikací a vyváženost diskového a síťového I/O trafficu. Rovnováhu systému s předem známými „úzkými místy“ je třeba mít na zřeteli v první řadě.

3.6 Záložní zdroje

Prerušení napájecího napětí serveru může způsobit velké problémy. Pro mnoho aplikačních programů i samotný síťový operační systém představuje náhlé ukončení práce (bez uložení dat) nedefinovaný stav, jehož následkem může být nutnost nové instalace systému nebo programu (nemluvě o ztrátě dat aplikačních programů). [3]

I v případě virtualizovaných serverů je nutné hardware, který je hostí, zajistit proti výpadkům napájení. Výhodou konsolidovaných sítí je právě menší množství odebírané energie a z toho plynoucí menší náklady na zařízení UPS. Stejně jako v případě klasických serverů je nutné zajistit spolupráci systémů s UPS a v případě dlouhodobého výpadku nastavit, aby záložní zdroj ještě před vybitím baterií inicioval jejich automatické vypnutí. Toto je k dispozici pouze u modelů s komunikačním rozhraním (nejčastěji LAN nebo USB).

4. NÁSTROJE, KTERÉ MOHOU USNADNIT ODHADY

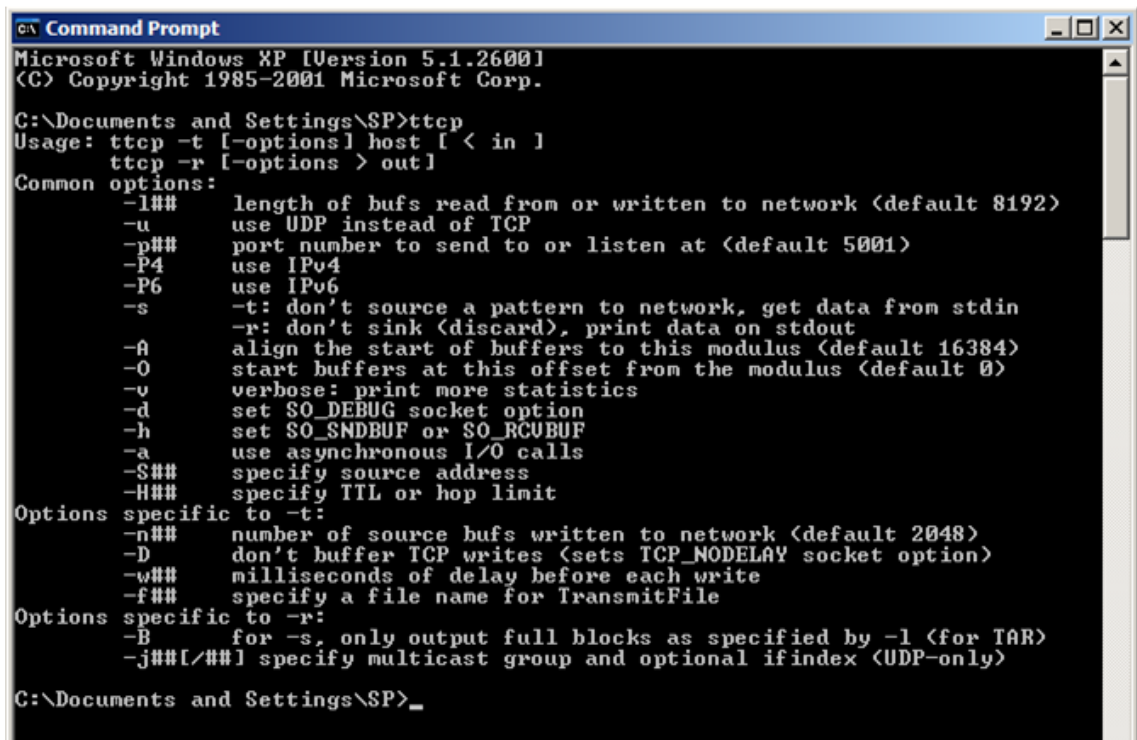
Teoretické údaje a údaje výrobců udávané na zařízeních se od výsledků, dosahovaných v praktické implementaci často liší. Protože faktorů, které mají na změnu výkonových charakteristik vliv, je mnoho, vyplatí se před konkrétní implementací sesbírat relevantní data přímo z prostředí, kde bude virtualizace realizována. Nejdůležitějšími údaji jsou:

- Množství dat, která jsou čtena a zapisována při práci disků (či diskových polí)
- Množství dat protékající klíčovými místy sítě
- Zátěž procesoru v užívaných serverech

Tyto údaje nejsou jednoduše specifikovatelné a navíc jsou v čase velmi proměnlivé. Běžné vytížení se od vytížení „ve špičce“ může diametrálně lišit. Každá virtualizační technologie by tedy měla již dopředu počítat se scénářem, který řeší, co dělat, když „dojde“ výkon, paměť, konektivita, I/O disku... Nehledě na to, že promýšlením takovýchto scénářů zároveň řešíme situace, kdy v systému dojde k chybám, které jej vytíží na maximum, případně je cíleně přetěžován útočníkem (např. DDOS). Znalosti výpočetních a přenosových kapacit systémů tedy bezesporu hrají obrovskou roli.

4.1 TTCP

Tento nástroj pracuje s příkazovým řádkem, měří výkon TCP a UDP spojení mezi dvěma systémy. Původně byl vyvinut pro operační systém BSD v r. 1984. Program i jeho zdrojové kódy jsou volně šiřitelné.



```

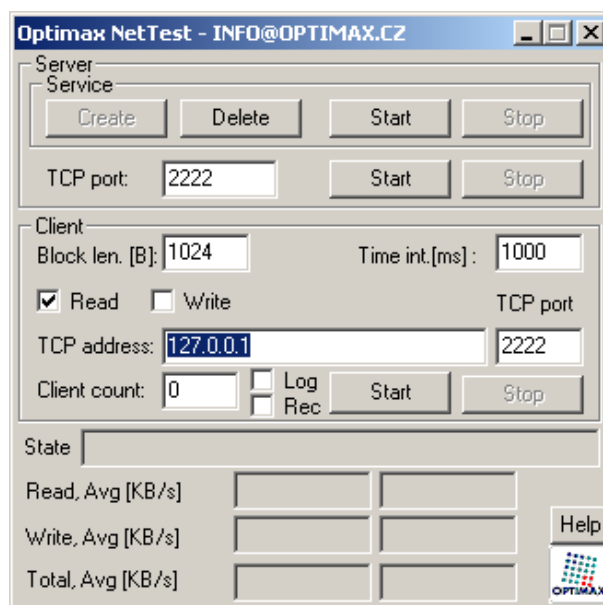
C:\Documents and Settings\SP>ttcp
Usage: ttcp -t [-options] host [ < in ]
      ttcp -r [-options > out]
Common options:
  -l### length of bufs read from or written to network (default 8192)
  -u     use UDP instead of TCP
  -p###  port number to send to or listen at (default 5001)
  -P4    use IPv4
  -P6    use IPv6
  -s     -t: don't source a pattern to network, get data from stdin
        -r: don't sink (discard), print data on stdout
  -A     align the start of buffers to this modulus (default 16384)
  -O     start buffers at this offset from the modulus (default 0)
  -v     verbose: print more statistics
  -d     set $O_DEBUG socket option
  -h     set $O_SNDBUF or $O_RCVBUF
  -a     use asynchronous I/O calls
  -S###  specify source address
  -H###  specify TTL or hop limit
Options specific to -t:
  -n###  number of source bufs written to network (default 2048)
  -D     don't buffer TCP writes (sets TCP_NODELAY socket option)
  -w###  milliseconds of delay before each write
  -f###  specify a file name for TransmitFile
Options specific to -r:
  -B     for -s, only output full blocks as specified by -l (for TAR)
  -j###[/###] specify multicast group and optional ifindex (UDP-only)
C:\Documents and Settings\SP>_

```

Obr. 6: Příkazový řádek se syntaxí parametrů programu ttcp

4.2 Optimax Net Test

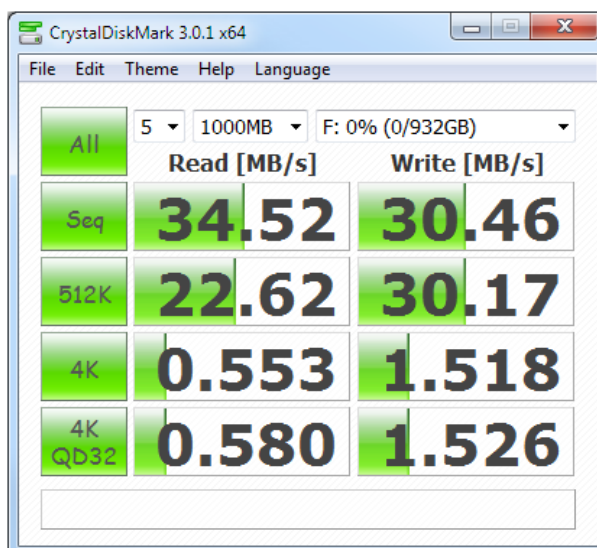
Je freewarový nástroj s grafickým rozhraním pro OS Windows, program lze spustit v režimu serveru a z jiného stroje jako klienta. Mezi těmito dvěma instancemi pak probíhá měření na libovolném portu. Pro svou jednoduchost a uživatelskou přívětivost je program velice používaný. Veškeré naměřené hodnoty je možno logovat.



Obr. 7: Prostředí programu Optimax Net Test

4.3 CrystalDiskMark

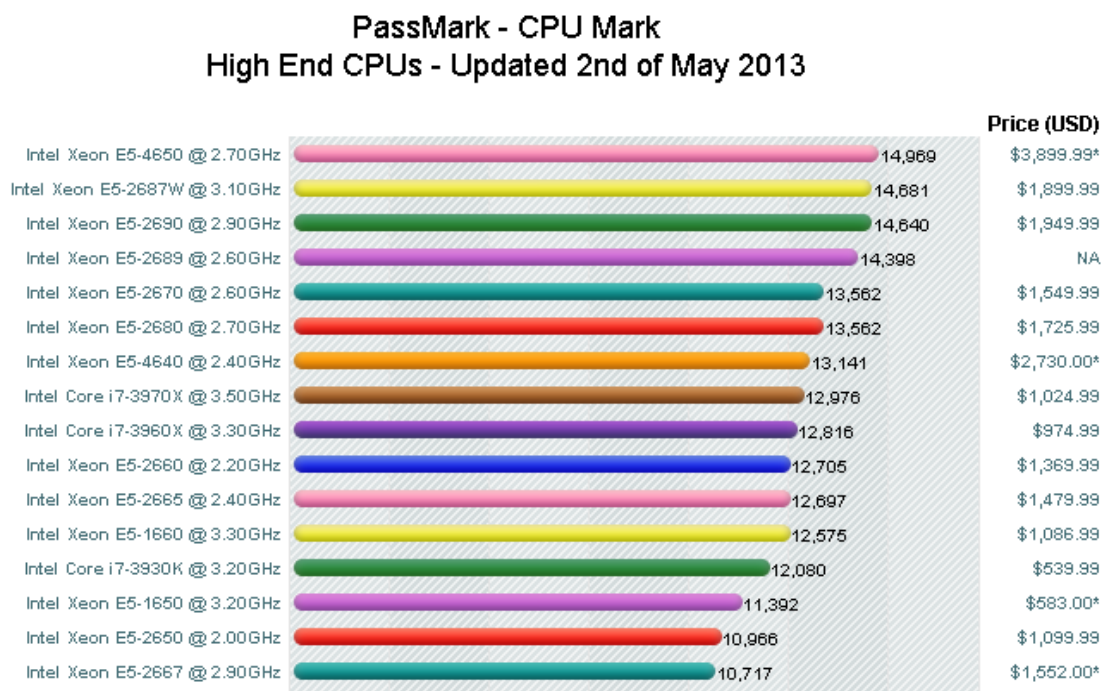
Jedná se o jednoduchou freewarovou utilitu pro OS Windows, jejíž funkcí je zjistit rychlost zápisu a čtení ze zvoleného disku. Jsou využívány různě velké testovací soubory a je také možno testovat sekvenční i náhodný zápis a čtení. Vše funguje i pro namapované síťové disky a disková pole.



Obr. 8: Prostředí programu CrystalDiskMark

4.4 CPU

Výkon procesoru je komplexní veličina, kterou není snadné definovat. Konkrétní typy procesorů mají různý výkon nejen díky různému typu a uspořádání vnitřních součástí, ale také se různí výkon v závislosti na typu počítané úlohy. Dnes se dá spolehlivě říci pouze to, že na běžně užívané aplikace je výkon soudobých procesorů více než dostatečný, oblastí, která se vždy vymykala je počítačová grafika a oblasti od ní odvozené, které však řeší GPU. Další oblastí s možným významným požadavkem na výkon CPU jsou databáze, kde mají vliv faktory jako počet databází, velikost dat, indexů, množství paralelně přístupujících klientů, v neposlední řadě samozřejmě typy tabulek a typ prováděných dotazů. Toto by se mělo projevit v požadavcích na hardware již při návrhu databáze. Výkon procesorů pak lze posuzovat a vzájemně srovnávat podle řady testů, výsledky těch nejznámějších jsou například na <http://www.cpubenchmark.net>



Obr. 9: Náhled webu CPUbenchmark s porovnáním výkonu procesorů

5. ZABEZPEČENÍ VIRTUÁLNÍCH SYSTÉMŮ

Kniha Handbook of security and networks poskytuje výstižnou definici:

Security in computer world determines the ability of the systém to manage, protect and distribute sensitive information. [4]

Zabezpečení počítačových systémů je téměř totožné pro stroje reálné a virtualizované. U virtualizačních platforem navíc přibývá starost se zranitelností hostitele, neboť kompromitací hostitele je automaticky kompromitován veškerý arzenál hostovaných virtuálních strojů. Dále je nutné vzít v potaz, že i virtuální stroje jsou jen málokdy izolované od okolních sítí. A nejrůznější malware ani jiné druhy nebezpečí se jim proto nevyhýbají. Přestože lze virtuální stroj pomocí snapshotů velice snadno „vrátit v čase“, je nezbytné dívat se na něj z hlediska zabezpečení jako na každou jinou fyzickou pracovní stanici.

Zabezpečení samotných virtualizačních platforem bychom mohli definovat stejně jako u běžných serverů, jen s myšlenkou, že jednomu stroji fyzickému svěřujeme funkcionalitu všech hostovaných systémů. Je to kromě zabezpečení fyzického (proti neoprávněné manipulaci, poškození, odcizení, ochrana před výpadky a výkyvy elektrické energie) také zabezpečení softwarové v podobě aktualizací platformy, použitých nástrojů a pluginů.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6. VIRTUALIZACE SERVERŮ

Tato část je zaměřena na praktické aspekty virtualizace serverů nasazených na základní škole. Konkrétní případy budou popsány včetně zkušeností s implementací a zhodnocením reálného přínosu, výhod i negativních efektů konsolidace.

6.1 Situace školy

Problematika pořizování hardware pro základní školu je rozsáhlá a není předmětem této práce. Pro ilustraci situace však postačí fakt, že většina počítačového vybavení slouží šest a více let. Na druhé straně s rozmachem technologií využitelných pro výuku (interaktivní a multimediální hardware a software) dochází k neustálému zvyšování nároků na funkčnost jednotlivých zařízení, ale i serverů a sítě jako celku. Stejně tak raketově stoupla IT vzdělanost učitelů a s ní i ochota a potřeba plně využívat potenciál zakoupeného vybavení. Chybějící finanční prostředky bývají získávány prostřednictvím grantových projektů, tyto zdroje jsou však nestabilní a zakoupený hardware má často svou funkci povinně vázanu účelem projektu.

6.1.1 Školní restaurace

Kromě informačních technologií pro výuku existuje ještě řada výpočetní techniky používaná na administrativu školy a také zajištění chodu školní jídelny. Historicky za myšlenku nasazení virtualizace může nasazení nové verze stravovacího systému s podporou objednávek stravy přes internet. Stravovací server byl reprezentován běžnou kancelářskou sestavou a tato nebyla dimenzována na chod bez přerušení. Docházelo k výpadkům, které bohužel vygradovaly v potřebě vícenásobné reinstalace celého operačního systému a znovunastavení stravovacího software na jiném hardware. Nastavení stravovacího systému bylo řešeno externí firmou a pokaždé draze účtováno. Vzhledem k těmto faktům bylo rozhodnuto zkušebně celý server školní restaurace virtualizovat a dočasně jej provozovat na jiné kancelářské sestavě. Toto řešení překvapivě stabilně fungovalo, přestože byla zvolena implementace staršího virtualizačního software VMware Server 2.0. Při pozdější koupi výkonnější kancelářské sestavy byl server velmi jednoduše přesunut na nový hardware a myšlenka konsolidace školních serverů nabrala reálné obrysy.

6.1.2 Důvody a zamýšlené cíle konsolidace

Jeden výkonný server a čtyři nevyhovující či dosluhující hardwarové sestavy. To byl výchozí stav klíčových školou provozovaných systémů. Jednalo se o:

- Server školní jídelny
- Doménový řadič
- Webservice
- Mailserver
- Fileserver
- Shareserver pro ukládání cestovních profilů a domovských složek doménových uživatelů

Serverovna sestávala z několika nekonzistentních strojů s různým výkonem, snahou bylo zajistit provoz důležitých serverů i v případě hardwarového výpadku některého z nich. Toto vyústilo ve virtualizaci doménového řadiče a jídelnového serveru. Praxe ukázala, že jejich virtualizovaný provoz je sice možný, ale toto nesystémové řešení bez redundantní virtualizační platformy má svá rizika:

- Dlouhé odstávky při údržbě hardwaru
- Složitě zálohování a obnovování celých virtuálních strojů
- Nedostatečný výkon ve špičkách způsobený typem užití (hosted) virtualizace (na operačním systému Windows server 2003 byla provozovaná aplikace VMware Server 2.0)

Cílem konsolidace tak bylo stanoven:

- Zajistit redundanci na takové úrovni, aby byl provoz systémů i v případě výpadku jednoho ze serverů možný
- Zvýšit výkon virtuálních systémů zavedením „Bare metal“ virtualizace
- Zajistit rychlou a bezpečnou práci s daty pro všechny užívané servery zavedením centrálního diskového pole
- Snížit spotřebu elektrické energie odstavením dosluhujících strojů
- Umožnit budoucí rozšíření serverového síla

6.2 Proveditelnost

První věcí, kterou byste měli pro přípravu fyzických serverů udělat, je analyzovat své IT prostředí, abyste zjistili, jestli některé oblasti nepotřebují před přechodem k virtualizaci vylepšit. V ideálním případě jsou všechny fyzické servery novější a obsahují správné procesory – tedy procesory umožňující hardwarovou virtualizaci. [5]

Bylo ověřeno, že pouhou změnou softwarové konfigurace nelze docílit požadovaných cílů konsolidace serverovny. Jediný výkonný server by sice umožňoval provoz všech virtuálních stanic, ovšem v případě jeho výpadku by byla situace fatální. Nákup serveru stejného typu k zajištění redundance by vzhledem k jeho tříletému stáří také nebyl vhodným řešením.

Při neomezených finančních prostředcích by optimální postup představoval tento hardwarový nákup:

- Tři nové fyzické servery (dva s load balancingem a třetí redundantní)
- Dvě výkonná disková pole (každé z nich schopné samostatně zvládnout požadovaný tok dat)
- 10Gbps switch + odpovídající síťové karty pro všechny servery

Pro získání odhadu těchto prvotních požadavků byla provedena konzultace se dvěma nezávislými místními firmami s vlastními datacentry. Navrhované řešení nebylo s ohledem na omezený rozpočet možné, proto byl výběr omezen.

Bylo navrženo zakoupit:

- Dva servery Dell Poweredge T110 II (16GB RAM, CPU 4jádrový Xeon)
- 1Gbps switch + odpovídající síťové karty pro tři servery

K této sestavě byl jako diskové pole navržen bývalý hlavní server. Ten je vybaven diskovým řadičem Dell Perc 4, který je schopen toto pole provozovat na potřebné výkonové úrovni. Jako záloha tohoto diskového prostoru pak mohou dočasně sloužit pevné disky obou nově zakoupených serverů. Do budoucna představovalo kvalitní diskové pole první z dalších zamýšlených investičních kroků.

Toto řešení bylo vybráno po několika konzultacích se zástupci odborných firem a po dohodě s místním odborníkem na serverovou virtualizaci. Podobná funkční sestava byla

předvedena včetně nasazení virtualizačního software VMware ESXi a shledána pro naše záměry vyhovující.

6.2.1 Uvažované softwarové možnosti

Virtualizační technologie na trhu dnes zahrnují několik silných hráčů. Původní uvažované platformy zahrnovaly firmy Citrix, Microsoft a VMware. V naprosté většině vlastností se jejich produkty překrývají, výčet funkcí je obrovský, viz srovnání v příloze I.

Každý výrobce ve svých srovnávacích studiích logicky zmiňuje především klady svého řešení. U VMware jsou to především pokročilé migrační technologie a komfort správy přes vCetner, Microsoft zase nasadil nižší cenu a alokaci monstrózního množství operační paměti. Virtualizační software firmy Citrix byl z uvažovaných návrhů řešení vypuštěn pro naprostý nedostatek místních odborníků pro tuto konkrétní platformu. Pro názornost byla ze zbývajících uvažovaných řešení sestavena tabulka s klíčovými rozdíly.

	Microsoft	VMware
Základ řešení zdarma	ano, Hyper-V server 2008	ano, ESX, ESXi
Max RAM	1TB	128GB
Diskový prostor	pevný	variabilní
Migrace za chodu	ne	ano
Upgrade SAN za chodu	ne	ano
Konverze fyzických stanic	ne	ano

Tab. 1: Srovnání VMware ESXi a Microsoft Hyper-V

Rozdíly v ceně virtualizačních technologií hovořily ve prospěch Microsoftu. Základní virtualizace u obou platforem je zdarma. Podpora pokročilých technologií migrace, zálohování, loadbalancingu, powersavingu a jiných vyžadovala již platbu za licence. Licenční poplatky v našem případě vycházely pro obě uvažovaná řešení relativně srovnatelně. Oba systémy bylo také možno nainstalovat v „trial“ režimu pro otestování jejich plné funkcionality.

6.2.2 Klíčové faktory výběru

Protože obě uvažovaná řešení nabízela za podobnou cenu produkty podobných vlastností, finální výběr se uskutečnil s preferencí následujících faktorů:

- Dostupnost technické podpory v místě realizace
- Výhoda migrace stanic bez přerušení provozu
- Komfort tvorby virtuální stanice z fyzické
- Snadná rozšiřitelnost diskového pole za chodu

S produkty VMware byly navíc již předchozí dobré zkušenosti. Produkt byl dlouhodobě využíván k soukromým studijním účelům a krátkodobě v ostrém provozu virtuálního serveru školní jídelny. V neposlední řadě k výběru přispěla i pověst VMware jako technologického leadera na poli virtualizačních technologií.

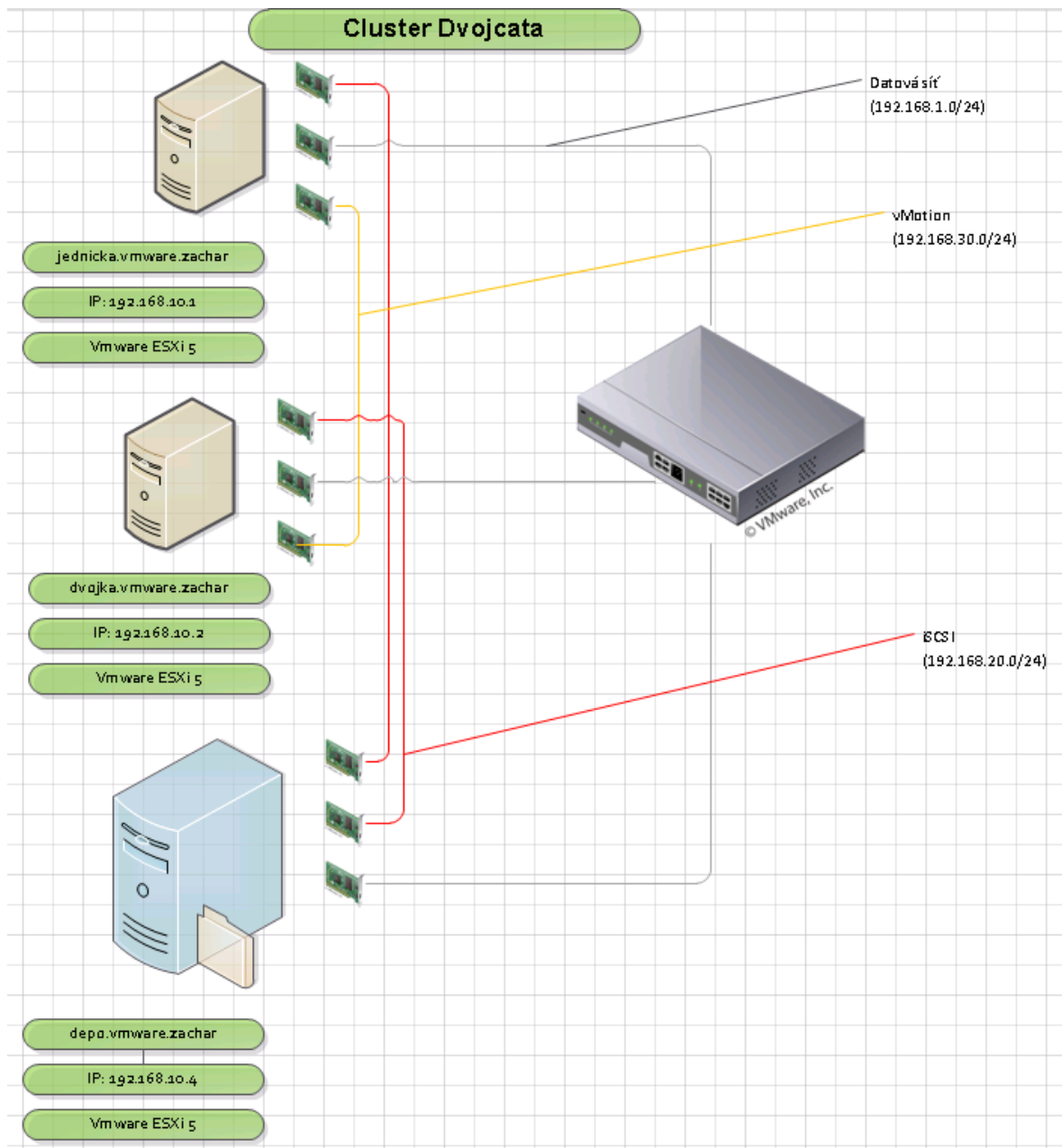
Poznámka: V době výběru virtualizační platformy ještě nebyla možnost zakoupit Microsoft Hyper-V Server 2012, který již cenově deleko razantněji hovoří ve prospěch Microsoftu a funkčně jej téměř dohání.

6.3 Hardwarová a softwarová konfigurace clusteru

Jak již bylo naznačeno v kapitole o požadavcích na hardware, existují úzká místa, na která je třeba brát zřetel. V našem případě byly použity metalické 1Gbps spoje mezi jednotlivými komponentami. Jedna dráha pro celý server by ovšem kapacitně nestačila a po nastudování problematiky bylo rozhodnuto vybavit každý fyzický stroj třemi 1Gbps adaptéry. Tyto datové spoje budou sloužit pro propojení těchto sítí:

- Lokální datová síť (komunikace všech síťových stanic s virtuálními)
- vMotion (migrace virtuálních stanic mezi členy clusteru za chodu)
- iSCSI (spojení mezi servery a diskovým polem)
- Síť pro management clusteru (byla sdružena do stejného fyzického adaptéru s lokální datovou sítí)

Tyto spoje mezi servery, switchem a diskovým polem byly realizovány tak, jak je zakresleno na schématu.



Obr. 10: Schéma propojení síťové konektivity clusteru s diskovým polem a switchem

6.3.1 Konfigurace serverů

Dell Poweredge T110 v2 nabízí pro provoz virtualizovaných systémů dostatečný výkon. To je dáno procesorem Intel Xeon (4 jádra taktované na 3.5GHz) a také dostatečnou operační pamětí (16GB RAM). Z důvodu ukládání dat na externí diskové pole jsou servery vybaveny pouze 7200 rpm SATA diskem (500GB), lokální disk plně postačuje na dočasné ukládání migrovaných nebo nepoužívaných virtuálních strojů. Cluster těchto serverů byl pojmenován „Dvojcata“ a jednotlivé stroje „Jednicka“ a „Dvojka“. Starý server ve funkci diskového pole byl nazván „Depo“ a hostí pouze FreeNAS (viz Obr. 10).

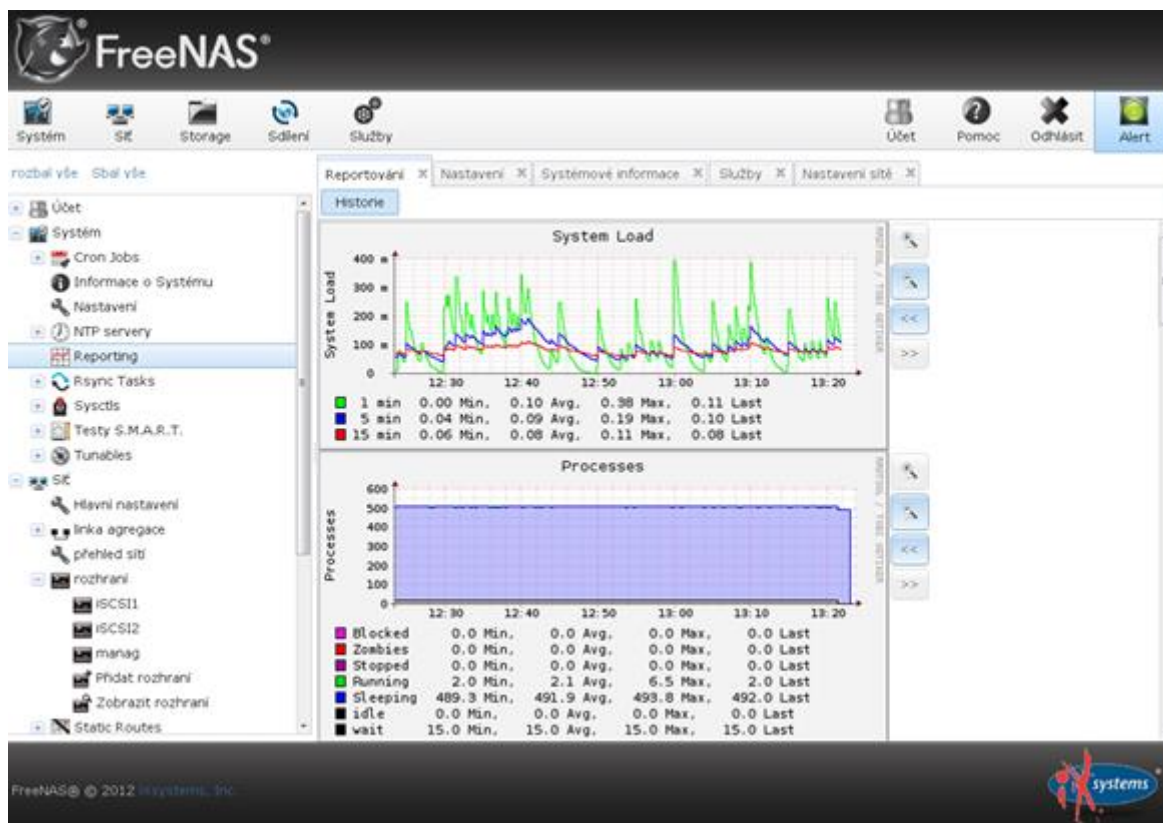
6.3.2 Free NAS

Z hotových bezplatných řešení síťových úložišť je považováno za naprostou špičku. FreeNAS byl původně vyvíjen jediným programátorem Oliverem Cochard-Labbém, od r. 2011 FreeNAS vyvíjí společnost iXsystems (a je prakticky celý přepsán).

Zjednodušeně řečeno – FreeNAS je schopen z libovolného počítače vytvořit síťové úložiště NAS (network area storage). Výkon takového řešení je však samozřejmě ovlivněn použitým hardwarem. V případě rychlých RAIDových řadičů je ovšem zcela na úrovni současných komerčních řešení.

Nevýhodou FreeNASu je především to, že je postaven na operačním systému FreeBSD, což vede k určitému omezení množiny použitelného hardware. Díky komerčnímu využití firmou iXsystems však jde vývoj stále kupředu, a naprostá většina nových řadičů je tedy podporována.

FreeNAS používá souborový systém ZFS, nad ním pak nabízí naprostou většinu protokolů pro sdílení souborů, včetně iSCSI. Toto propojení je také využito mezi VMware a diskovým polem.



Obr. 11: Webové rozhraní FreeNAS

Poznámka: Ve schématech a dalších obrazových materiálech jsou uvedené rozsahy z testovacího provozu clusteru. Tyto hodnoty jsou jen orientační, uvedení současných reálných hodnot a síťových adres by mohlo sloužit ke kompromitaci systému.

7. MIGRACE KROK ZA KROKEM

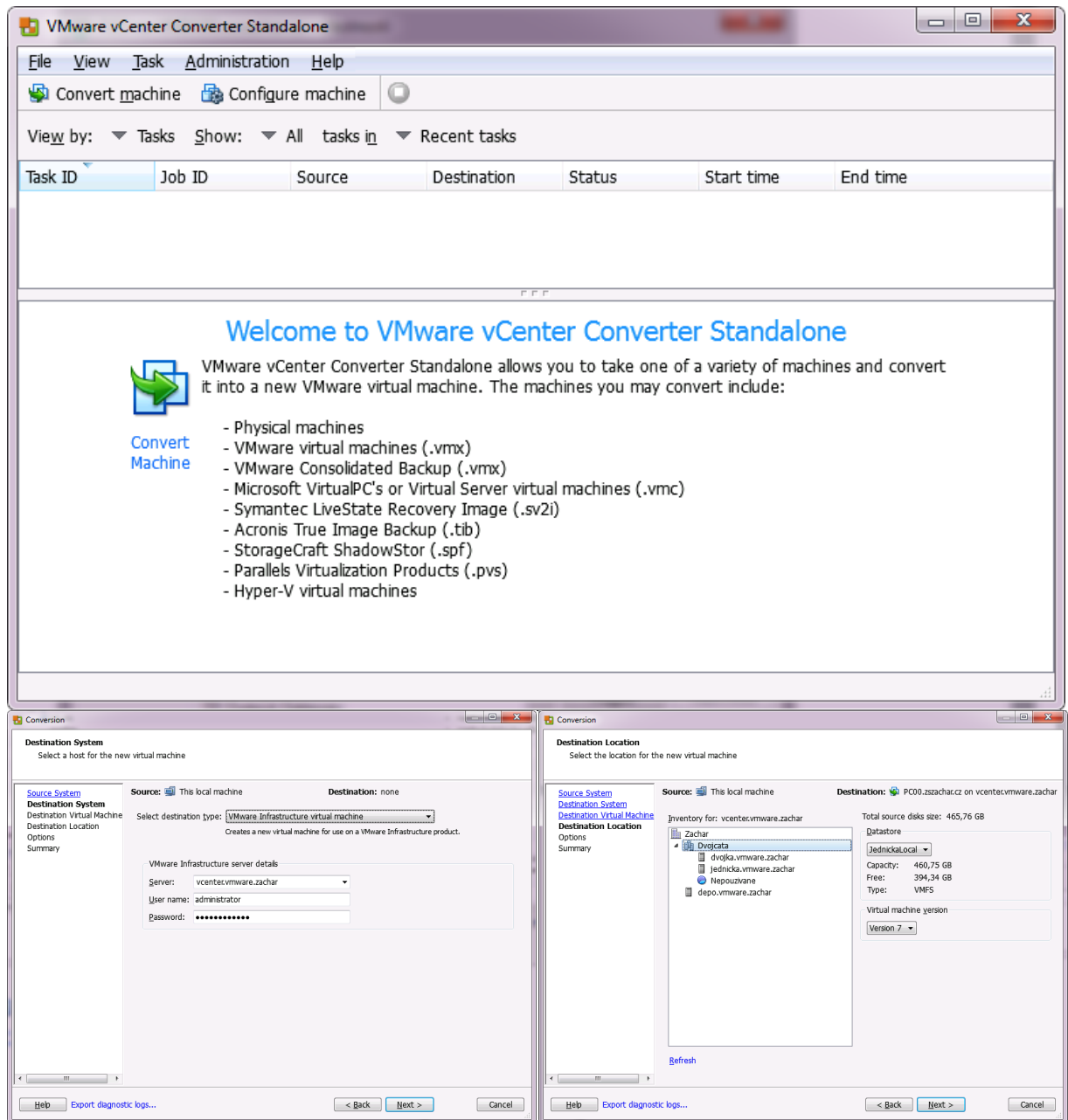
V této kapitole je popsán proces migrace fyzických i virtuálních strojů do nového prostředí. Migrace představovala významný krok a její celkový přínos byl obrovský nejen co se „user experience“ týče, ale také pro správce systému. Správný administrátor má neustálý přehled o datech produkovaných jeho sítí. Překvapivě se předpoklady o objemech dat a datových tocích po podrobném vyhodnocení velmi lišily od skutečnosti. Například bylo sice správně předpokládáno vysoké vytížení zdrojového disku i sítě při přehrávání výukových videí z jejich centrálního úložiště, většina uživatelů však preferovala ukládání těchto videomateriálů do svých osobních složek, které byly provozovány na jiném, pomalejším hardware, a jejich vícečetné přehrávání vedlo ke zpomalení práce s osobními dokumenty.

7.1 Před migrací

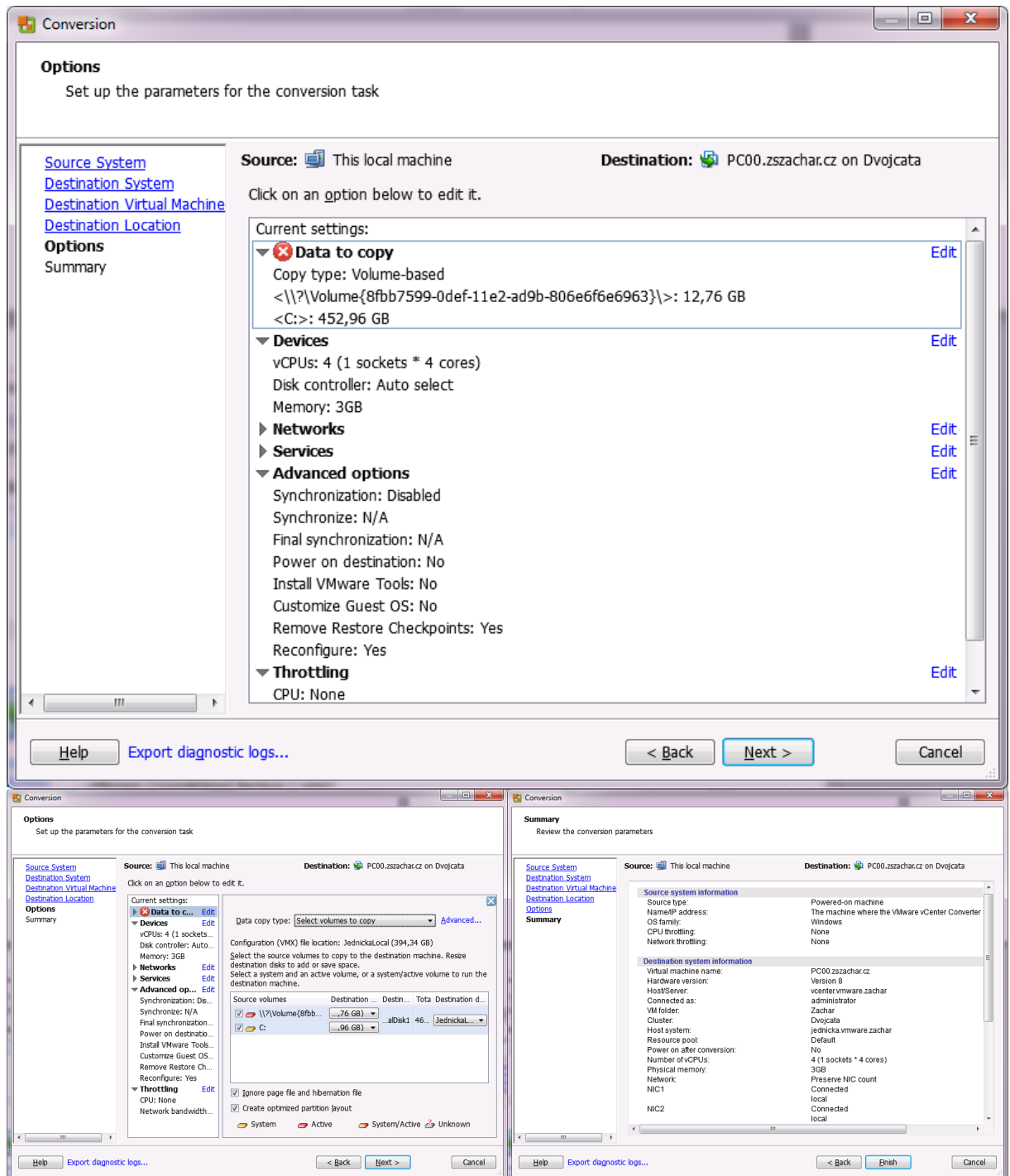
Před samotnou migrací je nutno zajistit zálohu všech dat, která mohou být operací ovlivněna. Z celkového množství 3TB dat byla část promazána, část archivována a největší část přesunuta na různá síťová úložiště. Neboť nebyly k dispozici žádné zvláštní prostředky, bylo vyčleněno několik standardních kancelářských PC, jejichž větší 500GB disky zvládly tato data pojmout. Členství těchto stanic v doméně a disky se souborovým systémem NTFS pak byly zárukou vytvoření nejen identických dat, ale především dat se zachovanými NTFS právy.

7.2 Konverze fyzických strojů

VMware Vcentre Converter Standalone je unikátní software umožňující konverzi fyzických stanic za chodu na stanice virtuální. Jeho funkcionality jde však ještě dále.



Obr. 12: Rozhraní aplikace vCenter Converter Standalone



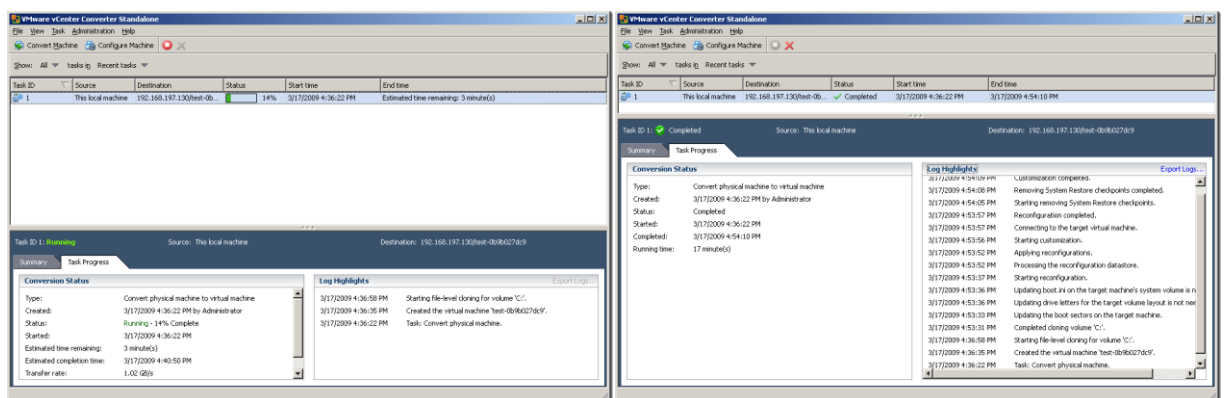
Obr. 13: Nastavení parametrů konvertovaného fyzického stroje

Přehledný průvodce umožňuje velmi detailní konfiguraci celého procesu. Podstatné jsou tyto vlastnosti:

- Možnost konvertovat fyzickou lokální i vzdálenou stanicí
- Možnost konvertovat různé verze virtuálních strojů různých výrobců:
 - o Microsoft Virtual PC

- Microsoft Virtual Server
 - VMware Consolidated Backup
 - Acronis True Image
 - Symantec Backup Exec system Recovery
 - LiveState Recovery
 - Norton Ghost
 - Parallels Desktop for Microsoft Windows and Mac OS x
 - StorageCraft ShadowProtect
- Nastavení parametrů výsledného virtuálního hardware i verzi celého virtuálního stroje

Jednotlivé konverzní úlohy jsou pak postupně prováděny, je tedy možné nastavit konverzi více stanic. Jedná se o zdlouhavý proces, zvláště u stanic s velkými nároky na diskový prostor, proto je výhodné konverzní úlohy naplánovat například přes noc. Celý proces je samozřejmě mnohem lépe a rychleji uskutečnitelný v případě, kdy konvertovaná stanice není aktuálně využívána k jiné práci. Stejně tak je třeba vzít na vědomí, že data vzniklá od chvíle, kdy konverze odstartovala, již na virtuálním stroji nebudou (zázpisy do souborů, databází, e-mailů atd.)



Obr. 14: Náhled průběhu konverze a výpis z logu po jejím dokončení

Po dokončení lze samozřejmě informace o délce trvání, případně problémech v průběhu konverze vyčíst z logu.

7.2.1 Zmenšení datového objemu virtuální stanice

Podstatnou vlastností vCentre Converteru je možnost vypustit z vytvářeného virtuálního stroje některé nepotřebné soubory. U OS Windows se například jedná o všechny soubory spjaté se starými body obnovení, které jsou odmazány. Stanice s Windows mohou být dále modifikovány změnou názvu, domény i sériového čísla.

Způsob vytváření nového virtuálního disku může změnit především velikost cílového virtuálního stroje

- „Thick“ režim – kopíruje celou velikost zdrojového fyzického disku bez ohledu na jeho zaplněnost.
- „Thin“ režim – vytváří disk o velikosti nutné pouze ke zkopírování všech souborů ze zdrojového fyzického disku a je schopen další expanze

7.2.2 Konvertovaný stroj

Pokud nepoužijeme změnu konfigurace se soubory sysprep, zůstávají virtuálnímu stroji tato nastavení:

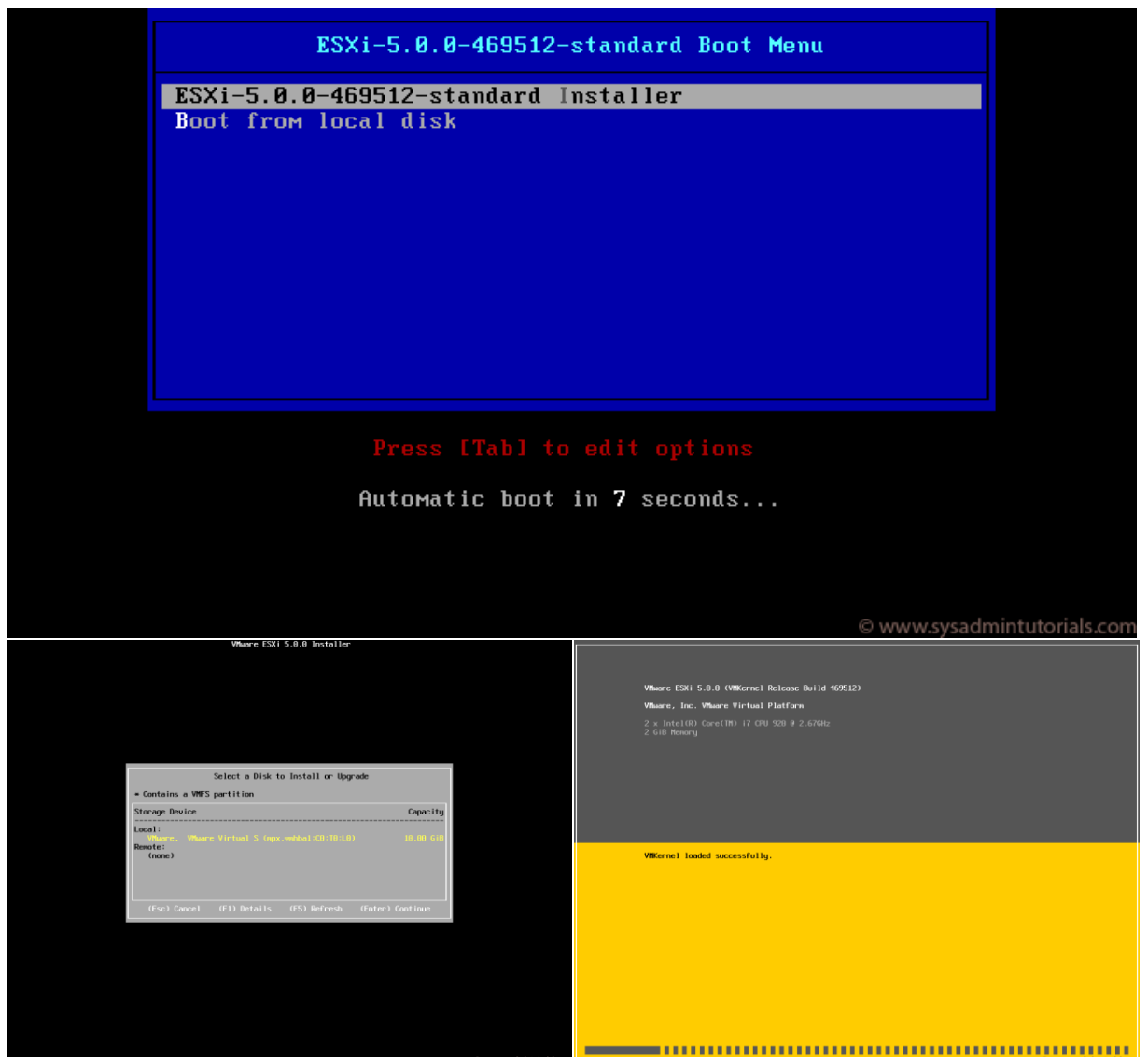
- Jméno, Security ID (SID), uživatelské účty, hesla, profily, nastavení atd.
- Aplikace a datové soubory
- Sériová čísla diskových oddílů

Chování hardwaru - změny:

- Model CPU a jeho sériové číslo se může změnit (dle procesoru hostitele)
- Síťové karty budou mít jiné MAC adresy, pokud byly nastaveny pevné IP adresy, je třeba je znovu nakonfigurovat
- Grafické karty jsou změněny (na VMware SVGA karty)
- Pokud byly při konverzi rekonfigurovány disky, jejich množství a oddíly se mohou lišit
- Model a výrobce disků je přepsán
- Diskový řadič může být jiný

8. INSTALACE A KONFIGURACE HOSTITELŮ

Samotné fyzické propojení serverů se stávající sítí je technicky velmi jednoduchým krokem. Oproti tomu instalace a hlavně konfigurace virtualizačního software je zdlouhavý a náročný proces, kde náročnost spočívá především v nutnosti precizního plánování a výběru vhodného času k realizaci. Celé schéma je vhodné mít předem zakresleno.

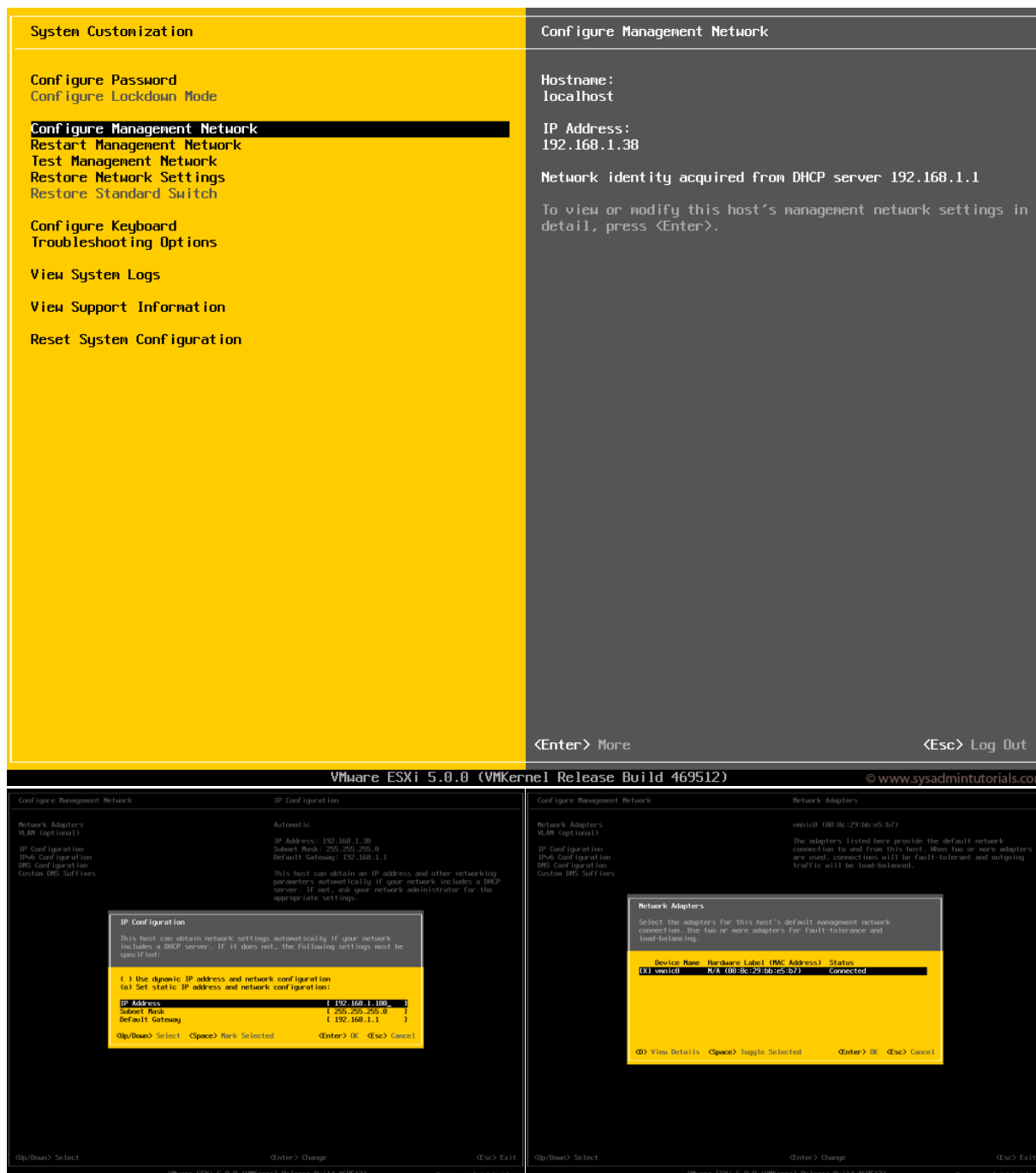


Obr. 15: Instalace ESXi serveru

Servery je třeba nabootovat z instalačního média, v tomto případě byl instalátor na externím USB disku.

Po samotné instalaci vypadá konzola serveru strože, ale poskytuje všechny potřebné konfigurační možnosti. Je třeba nastavit heslo administrátora a správné IP adresy všem síťovým kartám. To může být u různých karet stejného výrobce komplikované, ovšem

fyzické vyjmutí sporného adaptéru a následný start jen s jednou síťovou kartou tento praktický detail řeší.

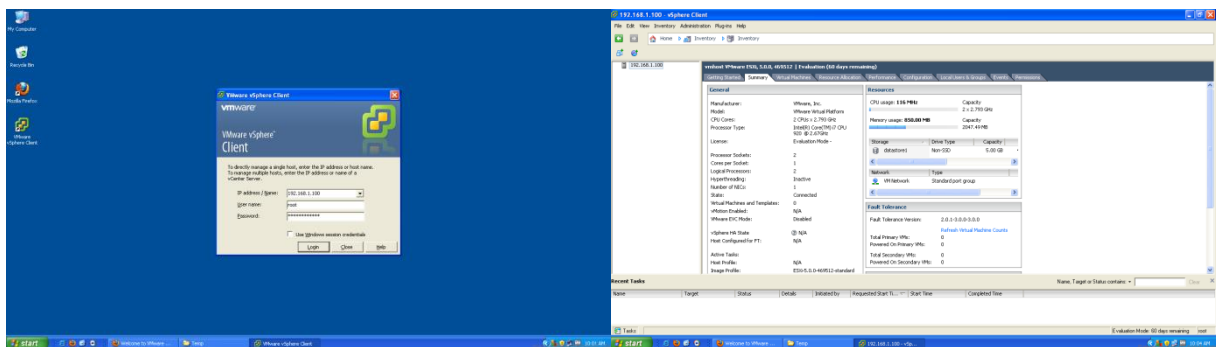


Obr. 16: Konfigurace síťových rozhraní ESXi serveru

Poslední položkou k nastavení je dns přípona. Jméno stanic v clusteru by mělo odpovídat logice domény.

8.1 Konfigurace clusteru z prostředí VMware vSphere Client

Pokračování konfigurace již probíhá na pracovní stanici v doméně s OS Windows. VMware vSphere Client umožňuje připojení ke kterémukoliv z ESXi hostitelů. Stačí znát jeho doménové jméno či IP adresu a administrátorské heslo. Toto konfigurační prostředí v plně grafickém režimu je již naprosto komfortní.



Obr. 17: Prostředí vSphere Clienta

Prostředí vSphere Clienta je samo o sobě bohaté na informace, pro kompletní sadu nástrojů však potřebujeme ještě server vCenter. Ten je nutný právě pro tvorbu clusteru a z toho plynoucích pokročilých funkcí. Zde teprve začíná oblast placených produktů VMware, což je velkou výhodou pro malé firmy, které nevyužijí všechny pokročilé možnosti, ale přesto potřebují konsolidovat hardware. Server vCenter se dá plně provozovat v třicetidenní zkušební verzi, což je pro ověřování praktické funkcionality důležité.

Server vCenter je možno nově provozovat nejen jako aplikaci nad operačním systémem (např. Windows Server), ale i jako samostatnou virtuální stanici, kterou VMware nabízí ke stažení.

Name	State	Status	% CPU	% Memory	Memory Size	CPU Count	NIC Count	Uptime	Last Time Bk...	Alarm Acti...	vSphere HA State
jednicka.vmware.zachar	Connected	Normal	0	35	16372,64 MB	1	3	1 days	Never	Enabled	Running (Master)
dvojka.vmware.zachar	Connected	Normal	2	46	16372,64 MB	1	3	1 days	Never	Enabled	Connected (Slave)
dpo.vmware.zachar	Connected	Normal	1	49	16376,87 MB	2	4	1 days	Never	Enabled	N/A

Obr. 18: Prostředí vCenter s výpisem aktuální zátěže ESXi hostitelů

8.2 Diskové pole

K propojení diskového pole a „Dvojčat“ byl použit režim iSCSI. Tento se běžně používá tam, kde konektivitu k datovým zdrojům nechceme, nebo nemůžeme vést přímo datovým kabelem a místo něj je použito síťové rozhraní.

Naprostu převažující technologií pro budování kabelových místních sítí LAN je dnes Ethernet. Tento standard definuje všesměrové vysílání rámců na médiu fyzické vrstvy spolu se signalizačními metodami linkové vrstvy založenými na metodě naslouchání nosného signálu s vícenásobným přístupem a detekcí kolizí (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Ethernet je kodifikován normou IEEE 802.3. [6]

Největší výhodou iSCSI je propojitelnost nejen v rámci jednoho fyzického datacentra v LAN, ale i ve WAN či napříč internetem. Omezujícím faktorem je zde rychlost sítě, množství iSCSI rozhraní se však dá navyšovat a tím je možno přenosovou kapacitu sítě výkonově sladit s rychlostí diskového pole či polí.

Důležitým faktem je, že iSCSI nepodporuje žádnou kryptografickou metodu ochrany dat, a proto je doporučeno neslučovat běžný síťový provoz s iSCSI vedením z důvodu možného odposlechu. V ideálním případě má iSCSI síť jinou adresaci a není vedena přes switche, které zajišťují ještě jiný síťový provoz, je také možno vyčlenit iSCSI komunikaci vlastní VLAN.

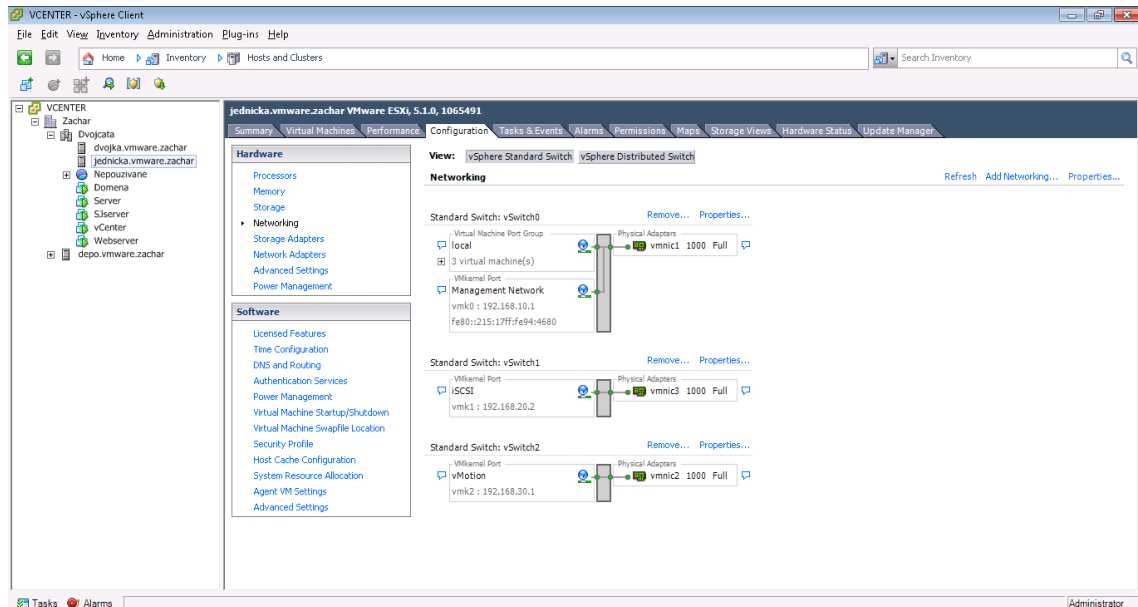
V případě školy byl pro 4 stejné vysokootáčkové pevné disky zvolen RAID 10 (1+0), který je charakterizován vysokým výkonem a zachováním velké míry zabezpečení dat za cenu ztráty poloviny celkové diskové kapacity. Vysoký výkon vyplývá z toho, že není nutno dopočítávat žádná paritní data - je naplno využita rychlost dvou disků (ve stripping módu) a zároveň zajištěna bezpečnost jejich zrcadlením. Server s diskovým polem je osazen ještě několika dalšími disky, které však již netvoří pole, ale slouží jako systémové disky pro ESXi hostitele a FreeNAS.



Obr. 19: FreeNAS – report vytiženosti síťových rozhraní

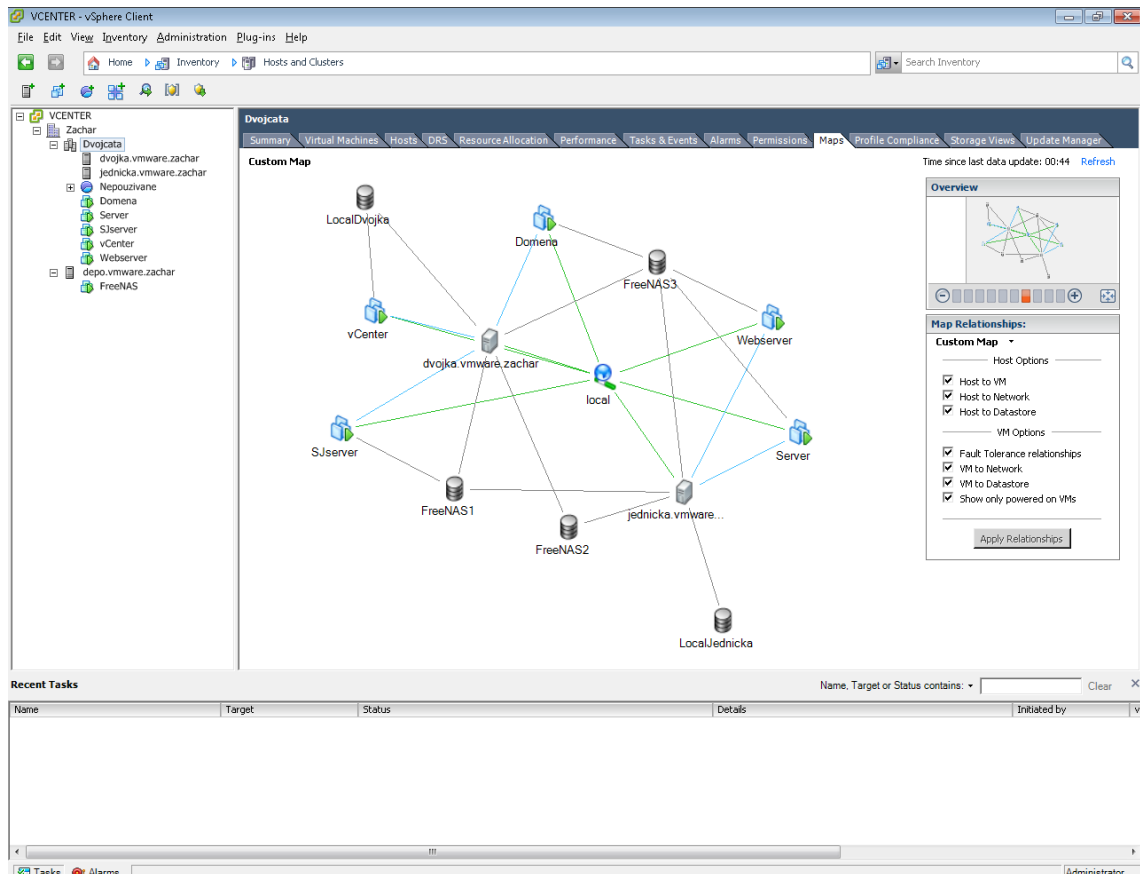
9. VMWARE VCENTER

Po instalaci vCenter se již vSphere klientem nepřipojujeme na samotné ESXi servery, ale přímo na vCenter server, který všechny informace shromažďuje a poskytuje další funkcionalitu.



Obr. 20: vCenter – přehled síťových adaptérů a služeb

VMware vCenter Server představuje vysoce efektivní způsob správy VMware vSphere – bez ohledu na množství virtuálních stanic. Klíčovou výhodou je správa všech hostů, hostitelů i úložišť z jednoho ovládacího panelu. V jediném prostředí jsou zároveň dostupná data z monitoringu výkonu clusterů, veškeré nastavení a momentální stav všech komponent. Zvyšuje se tak množství serverů, které jediný administrátor zvládne spravovat.



Obr. 21: vCenter – mapa komponent clusteru

Pro malou školu nebylo třeba zavádět administrátorské šablony, neboť neplánovala plošné nasazování velkého množství virtuálních strojů. Důležité bylo především zachování funkcionality virtuálních serverů i v případě výpadku hardware a možnost jejich jednoduché a rychlé replikace, zálohy a obnovy.

9.1 Migrace za chodu

Virtualizace (a zvláště prostředí VMware vSphere) umožňuje zajišťovat vysokou dostupnost i kontinuitu činností novými způsoby. [7]

Funkce vMotion zajišťuje migraci běžících virtuálních strojů mezi ESXi servery. Tato schopnost naprosto odstraňuje odstávky při upgradech a pravidelné údržbě. Zároveň díky vMotion můžeme nechat (i plně automaticky) přetížené servery svou zátěž odmigrovat pryč, a to bez přerušení chodu virtuálních strojů.

Aby byla funkcionality vMotion prakticky použitelná, je nutné vyhradit alespoň jeden rychlý komunikační spoj pouze pro tuto činnost. V případě „Dvojčat“ stačí tyto přímo

propojit síťovým kabelem, v případě většího clusteru by již byl nutný dostatečně dimenzovaný aktivní síťový prvek.

Nevýhodou jsou poměrně striktní požadavky na podobnost jednotlivých fyzických strojů clusteru. Je prakticky vyloučeno zprovoznit funkční vMotion na stanicích, které nejsou hardwarově identické.

9.2 DRS (Distributed Resource Scheduler)

Již vysvětlená funkce vMotion je sama o sobě obrovským přínosem. Na rozložení zdrojů clusteru pro jednotlivé virtuální stroje však nemusí dohlížet jen správce systému, ale také automatizovaný DRS. Ten pak může dynamicky reagovat na jakékoliv výkonové disbalance uvnitř clusteru a automatickou migrací výkon okamžitě vyvážit. Funkce se dá velice inteligentně propojit s PowerSaving režimem a ve výsledku pak může být mimo špičku velká část serverového síla úplně vypnutá, aby v případě potřeby nechal DRS naběhnout potřebný hardware a bez jakéhokoliv výpadku konektivity na něj narůstající zátěž pružně rozložil.

DRS lze samozřejmě aplikovat i na úložiště a v závislosti na jejich vytížení nechat automat migrovat i je. Tento proces však bývá většinou velmi náročný na zdroje. Proto jsou prahy, časování, limity a další faktory Storage vMotion plně konfigurovatelné, takže ve výsledku lze celý systém nastavit tak, aby se choval stejně, jakoby byl v rukou té nejsvědomitější lidské obsluhy.

9.3 High Availability a Fault Tolerance

High Availability je způsob, jak sledováním virtuálního stroje zabezpečit jeho neustálou dostupnost a v případě selhání hardwaru nebo operačního systému automaticky restartovat ohrožené aplikace. Jednoduše to znamená, že při výpadku jednoho hostitele je možné v několika minutách nastartovat všechny vyřazené virtuální stroje na hostiteli jiném.

Kdo však provozuje kritické aplikace a chce úplně předejít jejich výpadku, má možnost chránit svůj virtuální stroj funkcí Fault Tolerance (FT). V takovém případě náhradní fyzický hostitel neustále udržuje aktuální zrcadlovou kopii běžícího virtuálního stroje. V případě výpadku primárního hostitele pak okamžitě nastupuje hostitel náhradní. Pro uživatele se tak výpadek vůbec neprojeví, což oblast zabezpečení provozu důležitých aplikací posouvá na zcela novou úroveň.

10. ZKUŠENOSTI Z PROVOZU

Po více než roce provozu se v dostatečné míře projeví snad všechny aspekty chování virtualizovaných systémů. Jednoznačně převládla spokojenost nad způsobem řešení s centrálním datovým úložištěm a dvěma clusterovanými servery.

10.1 Pozitivní zkušenosti:

Servis hardwaru serverů probíhá přesně podle proklamovaných předpokladů. Žádné výpadky migrovaných stanic nebyly zaznamenány

Výkon virtualizovaných stanic je naprosto dostačující, v případě navýšení potřeb jej lze plynule regulovat

Uživatelský komfort práce na virtualizovaných strojích je stejný jako dříve. (Je použita vzdálená plocha)

Komfort práce s clusterem virtuálních stanic je značný. Odpadla například složitá záloha před klíčovými updaty webserveru – jednoduše byl proveden snapshot a při neúspěšné aktualizaci návrat k předchozí verzi.

Finanční úspora při samotném provozu představuje zhruba poloviční množství nákladů na elektrickou energii zajišťující běh všech v současnosti užívaných serverů (6 fyzických – nyní virtuálních strojů běží na třech hostitelích). Starý hardware byl odprodán a UPS zařízení byla použita k zajištění nepřerušitelného napájení clusteru.

Další těžko vyčíslitelné finanční úspory jsou na straně plateb za servis a rekonfiguraci stravovacího systému, tato úspora se však projeví až v dlouhodobějším horizontu.

Nevyčíslitelnou úsporou je také navýšení komfortu a rychlosti správy všech serverů a omezení potřeby fyzických zásahů přímo v serverovně. Administrátor systému se tak může věnovat více uživatelům a to má další pozitivní dopady na frekvenci nutných technických zásahů.

10.2 Nevýhody, provozem odhalené slabiny:

Vliv **odstavení diskového pole** na výkon clusteru je značný. Disky v serverech určené pro dočasný provoz rozhodně nedosahují jeho výkonu. Proto je nákup diskového pole prioritou potřebnou k definitivnímu dokončení virtualizace. Přesto tento fakt neovlivňuje běžný provoz clusteru, ale pouze kvalitu služeb při provádění servisních úkonů na diskovém poli. Ač rychlost práce s daty klesá, funkčnost zůstává, což je oproti předchozímu stavu velký pokrok.

Virtualizace serveru školní jídelny vedla ještě k dalšímu efektu. Bylo nutno vyřešit otázku propojení virtuální stanice s komunikačními rozhraními na fyzické stanici, odkud se uživatel připojuje vzdálenou plochou. Konkrétně se jednalo o USB port (s vloženým flash diskem) a COM port (s čtečkou čipů strážníků). Microsoft RDP klient byl nakonfigurován tak, aby mapoval připojená USB zařízení a ta byla namapována jako síťové disky. COM porty byly přeměrovány freewarovým programem Pira CZ Remote COM Port. Propojení hostovaných strojů s fyzickými komunikačními porty vzdálených stanic bylo tedy úspěšně vyřešeno.

ZÁVĚR

Virtualizace je bezesporu trendem dnešní doby. Není žádným strašákem a úzkoprofilovým zbožím pro hrstku nadšenců. Naopak jde o obrovskou, plně profesionální a vysoce lukrativní oblast trhu s informačními technologiemi. Přínosy jsou nesporné a byly v práci dostatečně popsány. Přesto jsou zde i nevýhody. Tu největší představuje právě ona lehkost, s jakou lze nasadit tisíce virtuálních serverů několika kliknutími myši. Pokud se totiž objeví zranitelnost přímo ve virtualizačním software, nebude ohroženo několik systémů, ale rovnou celé silo. Každý ví, že kompromitovat stanici, k níž máme fyzický přístup, je nejsnadnější. Po zcizení virtuální stanice jsme na tom podobně a přitom jsme se ani nemuseli plížit městem s počítačem v pytlí. Přestože je tento názor podán odlehčeně, nelze brát zcizování a kompromitaci virtuálních strojů na lehkou váhu. To nejcennější již dávno nejsou nablýskané (či naopak zaprášené) stroje, ale právě data, která jim dnes a denně svěřujeme. Mějme to na paměti z pozice těch, co data vytvářejí a především těch, co na ně dohlížejí.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Virtualization is certainly the today's trend. It is not a scarecrow or an unattainable commodity for a few enthusiasts. It is rather a huge, fully professional and highly lucrative market area in information technologies. The benefits are indisputable and they have been thoroughly described in the thesis. However, there are also disadvantages. The biggest of them is the easiness which enables to deploy thousands of virtual servers with several mouse clicks. If the vulnerability appears directly in the virtualization software, not only several systems, but the whole silo is endangered. Everyone knows, that the station which we have a physical access to can be compromised easily. After stealing a virtual station we are in a similar situation and, withal, we do not have to sneak through the town with a computer in a sack. Although my opinion is given with humour, stealing and compromising of virtual machines should not be disregarded. Polished (or, on the contrary dusty) machines are not the most valuable items, the data, which we entrust them every day, are. Let us remember that from the position of those who create data, and especially of those who supervise them.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] OLZAK, Thomas. Microsoft virtualization: master Microsoft server, desktop, application, and presentation virtualization. Amsterdam: Elsevier/Syngress, 2010, xx, 486 s. ISBN 978-1-59749-431-1.
- [2] Annals of the History of Computing, IEEE, March 2011 Volume: 33 Issue:3, pages 46 - 54 ISSN: 1058-6180, 29 March 2010
- [3] HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.
- [4] XIAO, Yang, Frank Haizhon LI a Hui CHEN. Handbook of security and networks. New Jersey: World Scientific, c2011, xxi, 551 s. ISBN 978-981-4273-03-9
- [5] RUEST, Danielle a Nelson RUEST. Virtualizace: podrobný průvodce. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 408 s. ISBN 978-80-251-2676-9.
- [6] SOSINSKY, Barrie. Mistrovství - počítačové sítě: [vše, co potřebujete vědět o správě sítí]. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
- [7] LOWE Scott. Mistrovství - VMware vSphere 5 Kompletní průvodce profesionální virtualizací. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2013, 728 s. ISBN 978-80-251-3774-1.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BSD	Berkeley Software Distribution
CPU	Central processing unit – procesor
DDOS	Distributed Denial of Service
DNS	Domain Name System (Server) systém propojování IP adres a názvů.
FLOPS	počet operací v plovoucí řádové čárce za sekundu
FT	Fault Tolerance – způsob zrcadlení běžícího virtualizovaného systému
GPU	Graphical processing unit – grafický procesor, potažmo celá grafická karta
HA	High Availability – vysoká dostupnost virtuálních strojů
I/O	Input/Output
IP	Internet Protocol, příp. Adresa IP – adresa v počítačové síti.
iSCSI	Internet Small Computer System Interface
IT	Informační technologie, informatika.
KVM	Kernel-based virtual machine
LAN	Local Area Network
MAC	Media Access Control – fyzická adresa síťového zařízení
NTFS	New Technology File System – souborový systém firmy Microsoft
NTP	Network Time Protocol - Protokol pro synchronizaci času v počítačové síti.
OS	Operační systém
PUE	Power usage effectiveness
RAID	Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks
RAM	random-access memory
SAS	Serial Attached SCSI
SATA	Serial Advanced Technology Attachment
SSD	Solid State Drive
SVGA	Super Video Graphics Array
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
UPS	Uninterruptible Power Supply
USB	Universal Serial Bus
WAN	Wide Area Network
ZFS	Zettabyte File System

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Schéma bare metal virtualizace</i>	13
<i>Obr. 2: Schéma hosted virtualizace</i>	14
<i>Obr. 3: Klasický model užití serveru</i>	15
<i>Obr. 4: Schéma využití uzavřeného prostoru studených uliček</i>	17
<i>Obr. 5: Příklad vedení kabeláže zdvojenou podlahou</i>	20
<i>Obr. 6: Příkazový řádek se syntaxí parametrů programu ttcp</i>	25
<i>Obr. 7: Prostředí programu Optimax Net Test.....</i>	25
<i>Obr. 8: Prostředí programu CrystalDiskMark.....</i>	26
<i>Obr. 9: Náhled webu CPUbenchmark s porovnáním výkonu procesorů</i>	27
<i>Obr. 10: Schéma propojení síťové konektivity clusteru s diskovým polem a switchem.....</i>	35
<i>Obr. 11: Webové rozhraní FreeNAS.....</i>	36
<i>Obr. 12: Rozhraní aplikace vCenter Converter Standalone.....</i>	39
<i>Obr. 13: Nastavení parametrů konvertovaného fyzického stroje</i>	40
<i>Obr. 14: Náhled průběhu konverze a výpis z logu po jejím dokončení</i>	41
<i>Obr. 15: Instalace ESXi serveru</i>	43
<i>Obr. 16: Konfigurace síťových rozhraní ESXi serveru</i>	44
<i>Obr. 17: Prostředí vSphere Clienta</i>	45
<i>Obr. 18: Prostředí vCenter s výpisem aktuální zátěže ESXi hostitelů.....</i>	46
<i>Obr. 19: FreeNAS – report vytíženosti síťových rozhraní.....</i>	47
<i>Obr. 20: vCenter – přehled síťových adaptérů a služeb.....</i>	48
<i>Obr. 21: vCenter – mapa komponent clusteru.....</i>	49

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Srovnání VMware ESXi a Microsoft Hyper-V</i>	33
---	----

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA I: Srovnání vlastností virtualizačního SW

PŘÍLOHA I: SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ VIRTUALIZAČNÍCH SW

Version		Vmware vSphere 5	Microsoft Hyper-V 2008	Citrix XenServer 6
Edition		Enterprise Plus	Enterprise	Platinum Edition
Assessment	Maturity	ESX: 2001/2002, ESXi: Dec-2007 (vSphere 5: GA Aug-2011 - ESXi only - NEW!)	Hyper-V Jun 08, Hyper-V Server: Oct 08	Xen - 2003, Citrix XenServer 2007, 5.6SP2 March 2011, v6: Sept 2011
	Market Position	Leader (P1)	Challenger	Leader (P2/3)
Pricing	Virtualization (\$)	Ent+: \$3,495/socket/enables 96GB vRAM (NEW!) + S&S: \$734 (B) or \$874 (Prod), vSphere Desktop: \$65/active desktop	Enterprise: \$3,999/server	\$5000/server+\$3000 (support)
	Management (\$)	\$4,995(S) + \$1,049 (B) or \$1,249 (P), \$1,495(Fnd) + \$545(B) or \$645(P)	SMSE: \$1569/host) or SMSD: \$1310 SMSD/CPU (2 CPU min)	Free (XenCenter)
General	Central Management	Yes (vCenter Server + vCenter appliance - NEW)	Yes (SCVMM/SMSE/SMSD)	Yes (XenCenter), SCVMM (new)
	Virtual and Physical	No	Yes	Limited
Updates and Backup	Hypervisor Upgrades	Yes (Update Manager) - enhanced	Yes	Limited (rolling upgrade wizard - new)
	Integrated Backup	Yes (Data Recovery)	Yes (WSB&DPM)	Yes (VMPR)
Deployment	Automated Host Deployments	Yes (Auto Deploy - NEW and Image Builder - NEW)		No
Other	Security	Yes (ESXi Firewall - NEW) and (vShield Zones)	Yes	Yes
VM Mobility	Live Migration of VMs	Yes vMotion and Metro vMotion	Yes Live Migration (1)	Yes XenMotion (1)
	Automated Live Migration	Yes (DRS) - Storage (NEW), CPU, Mem,	Semi-Integr.(CPU,Mem,3rd party)	Yes (WB) - CPU, Mem, D, N
	Power Management	Yes (DPM)	Limited	Yes
	Storage Migration	Yes (Storage vMotion / DRS-automated - NEW)	Limited (Partially Live)	No (offline only)
HA/DR	Integrated HA (Restart vm)	Yes (VMware HA) - incl Storage heartbeat	Yes	Yes
	VM Lockstep Protection	Yes (Fault Tolerance)	No	No
Host Config	Max Consolidation Ratio	512vm, 2048 vcpu	384 vm, 8 vCPU per core,	75 (up to 130 - see details)
	Max CPU - Host	160 (Logical)	8 (Sockets) 64(Logical)	64 (logical)
	Max Cores per CPU	unlimited	unlimited	unlimited
	Max Memory - Host	2TB	1TB	1TB
VM Config	Max vCPU per VM	32	4(Win) / 4(Linux)	16 (Win) / 32(Linux)
	Max RAM per VM	1TB	64GB	128GB
Memory	Dynamic / Over-Commit	Yes (Memory Ballooning)	No	Yes
Interoperability	Scripting / APIs	CIM / SMASH API, SDKs for web services, Perl, Power CLI etc	Yes (PowerShell, WMI API)	Yes (SDK, API, PowerShell)
Storage	Storage Integration (API)	Yes (VASA - NEW, VAAI and VAMP)	Windows Ecosystem	Integrated StorageLink
	Storage QoS	Yes (SIOC) - incl. NFS - NEW	No	Basic
Networking	Advanced Network Switch	Yes (vDS), NetFlow + Port Mirror + LLDP - NEW	No	Yes (Fail-Save Mode - new)
	Network QOS	Yes (NetIOC), custom Resource Pools + IEEE 802.1p - NEW	No	Yes
Cloud	Private Cloud	vCloud Director (vCD)	VMMSSP (incl.)	

Zdroj: <http://www.virtualizationmatrix.com>