



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V  
BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF INFORMATICS

## OPTIMALIZACE VIRTUÁLNÍHO PROSTŘEDÍ

OPTIMIZING OF VIRTUALIZATION ENVIRONMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTIN VLČEK

VEDOUČÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2014

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Vlček Martin**

---

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

## **Optimalizace virtuálního prostředí**

v anglickém jazyce:

## **Optimizing of Virtualization Environment**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Cíle práce, metody a postupy zpracování

Teoretická východiska práce

Analýza současného stavu

Vlastní návrhy řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

MILLER, P. F., F. A. VANDOME a J MCBREWSTER. Desktop Virtualization. [s.l.] : VDM Publishing House Ltd., 2009. 82 s. ISBN 61-3027-294-4.

MYŠÍK, J. Hodnocení efektů při zavedení nebo inovaci informačního systému v podniku. 1.vyd. Ostrava, Key Publishing, 2010. 55 s. ISBN 978-80-7418-059-0.

POPESKO, B. Moderní metody řízení nákladů. Praha: Grada, 2009. 240 s. ISBN 978-80-247-2974-9.

RUEST, D. a N. RUEST. Virtualizace: Podrobný průvodce. Brno : Computer Press, 2010. 408 s. ISBN 978-80-251-2676-9.

WOLF, C. a E. M. HALTER. Virtualization : From the Desktop to the Enterprise. 1st edition. [s.l.] : Apress, 2005. 600 s. ISBN 978-1590594957.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

L.S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
Ředitel ústavu

---

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.  
Děkan fakulty

V Brně, dne 02.06.2014

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá problematikou optimalizace virtualizačních nástrojů VMware pro potřeby především manuálního testování software ve společnosti AVG Technologies CZ. Analyzuje současný stav jejich využití a porovnává produktivitu a benefity optimalizované verze. Na závěr zhodnocuje přínos tohoto řešení pro společnost.

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the optimization of VMware virtualization tools needed especially for manual software testing at AVG Technologies CZ. It analyzes the current state of their application and compares the productivity and benefits optimized version. In conclusion evaluates the benefits of this solution for the company.

## **Klíčová slova**

virtualizace, optimalizace, analýza, pracovní stanice, IT, desktop, VMware, testovací prostředí, výkon, snapshot, hypervisor

## **Keywords**

virtualization, optimizing, analysis, workstation, IT, desktop, VMware, testing environment, performance, snapshot, hypervisor

### **Bibliografická citace**

VLČEK, M. *Optimalizace virtuálního prostředí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2014. 58 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 28. května 2014

.....  
Martin Vlček

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Viktoru Ondrákovi Ph.D., za jeho ochotu, cenné rady, připomínky a informace, které mi poskytl během zpracování bakalářské práce.

Taktéž děkuji kolektivu společnosti AVG Technologies CZ za podporu a zázemí pro vytvoření této práce.

# Obsah

Úvod.....	10
1 Cíle práce, metody a postupy zpracování .....	11
2 Teoretická východiska práce .....	12
2.1 Co je to virtualizace?.....	12
2.2 Historie a rozvoj virtualizace .....	13
2.3 Proč virtualizovat? .....	14
2.3.1 Optimalizace zdrojů.....	14
2.3.2 Konsolidace .....	14
2.3.3 Spolehlivost, maximalizace uptime a zotavení z chyb .....	15
2.3.4 Běh starších aplikací a migrace .....	15
2.3.5 Přejechod do cloudu .....	16
2.3.6 Green IT .....	17
2.4 Druhy a režimy virtualizace .....	17
2.4.1 Paravirtualizace.....	17
2.4.2 Plná virtualizace.....	18
2.4.3 Host-based virtualizace klientů.....	19
2.4.4 Virtualizace na úrovni operačního systému.....	19
2.4.5 Virtual desktop infrastructure (VDI) .....	20
2.5 Cluster computing .....	20
2.6 Cloud computing.....	21
2.7 Virtualizace jako testovací prostředí .....	24
2.7.1 Druhy testů a testovací metodiky.....	25
2.7.2 Využití virtualizace v testování .....	27
3 Analýza současného stavu .....	29

3.1	Profil a společnosti .....	29
3.2	Testování software a současné využití virtualizace .....	30
3.2.1	Stanice pro manuální testování .....	30
3.2.2	Stanice pro automatizované testování .....	31
3.3	Momentální stav a požadavky optimalizace .....	33
3.3.1	Požadavky společnosti .....	33
3.4	Shrnutí analýzy .....	33
4	Vlastní návrhy řešení .....	34
4.1	Metodika a postupy měření .....	34
4.2	Výsledky měření nárůstu velikosti image .....	36
4.3	Výsledky měření rychlosti revertu a mazání .....	42
4.4	Výsledky měření startu a restartu Windows 8.1 .....	46
4.5	Další přínosy upgrade .....	49
4.6	Nevýhody upgrade .....	49
4.6.1	VLC .....	50
4.7	Ekonomické aspekty upgrade .....	50
4.8	Doporučení pro společnost .....	50
4.9	Postup upgrade na VMware Workstation 10 .....	51
	Závěr .....	53
	Seznam použité literatury .....	54
	Seznam použitých tabulek, obrázků, grafů a diagramů .....	57
	Seznam příloh .....	58

## Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem optimalizace virtuálního prostředí v softwarové společnosti AVG Technologies CZ. Firma AVG Technologies je jedním z lídrů na poli zabezpečení informačních technologií. Hlavní náplní této bakalářské práce je optimalizace nástrojů využívaných týmy zabezpečujícími softwarové testování produktů AVG.

Vzhledem k předmětu podnikání společnosti, se tyto týmy značně podílí na výsledné kvalitě produktu, který je prezentován zákazníkům, musí proto pracovat kvalitně a efektivně. Virtualizace je jeden z primárních nástrojů, který jim to umožňuje.

Teoretické poznatky pro vypracování práce byly vzhledem ke zvolenému tématu čerpány z odborné literatury a elektronických zdrojů, a to především z článků renomovaných odborných internetových portálů týkajících se zmíněné tematiky a produktové dokumentace společností zabývajících se vývojem virtualizačních nástrojů.

V současnosti pracuji ve společnosti AVG Technologies CZ na částečný úvazek jako Internal Systems Administrator. Mojí pracovní náplní je, mimo jiné, vytváření a správa virtuálních strojů využívaných jak pro manuální, tak automatizované testování. Již dříve jsem společnosti pracoval v hlavním pracovním poměru jako Junior Software Tester. S virtualizací a jejím využitím pro testování mám tedy bohaté praktické zkušenosti.

# 1 Cíle práce, metody a postupy zpracování

Cílem této práce je efektivní řešení optimalizace virtuálního prostředí využívané testerskými týmy Engineering Operations, společnosti AVG Technologies CZ za účelem zvýšení produktivity těchto týmů. Virtualizace je v tomto případě využívána k testování a pro podporu vývoje produktů společnosti. Práce se zabývá možnostmi optimalizace především na úrovni manuálního testování.

V současné době je využívanou virtualizační platformou pro tento účel VMware Workstation 8 a jako hostitelský hardware jsou užívány moderní pracovní stanice Dell. Jako nejlogičtější forma optimalizace se tak jeví přechod na novější verzi VMware Workstation. Hlavním obsahem této práce je tedy především porovnání výkonnostních rozdílů mezi momentální a novou verzí a jejími dopady na produktivitu práce testerských týmů. Dále obsahuje zhodnocení benefitů, úskalí a ekonomických aspektů přechodu.

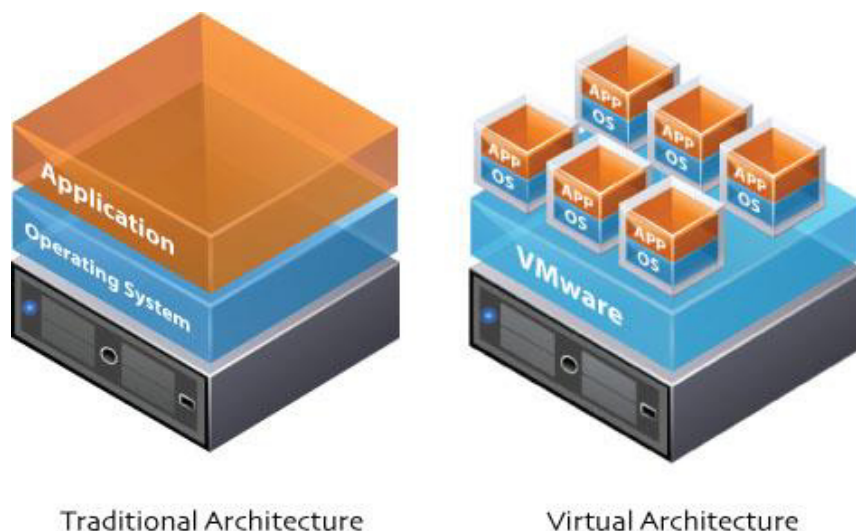
Závěry této práce by proto měly sloužit jako primární podklad a doporučení pro manažerské rozhodnutí zda investovat do upgrade na novější verzi, což je v současnosti VMware Workstation 10.

## 2 Teoretická východiska práce

V této kapitole a následujících podkapitolách je blíže popsána základní problematika virtualizace, její historie a současné trendy. Dále jsou popsány metody a technologie virtualizace a s tím spojené klady a zápory, v neposlední řadě také možnost virtualizace jako testovacího prostředí. Rovněž následuje stručný popis problematiky clusterů a cloud computingu, která s virtualizací velmi úzce souvisí.

### 2.1 Co je to virtualizace?

Virtualizace je spolu s cloudovými službami jeden z významných trendů, kterými se ubírají současné informační technologie. Obecně ji v IT definujeme jako soubor technologií, které zajišťují virtuální komunikační vrstvu mezi počítačovým hardwarem a softwarem, který na nich běží. Odstraňuje tak přímou závislost mezi těmito celky a tak s její pomocí můžeme nahlížet na reálný výpočetní výkon jako na logické prostředky. Přestože je většinou termínem virtualizace označována problematika spojená s hostováním operačních systému nebo konsolidací serverů, je možno také virtualizovat počítačové sítě či datové uložení. Dokonce je možné virtualizovat jednotlivé komponenty, jako jsou procesory, disky nebo síťové karty. (1)



Obr. č. 1: Server před a po využití virtualizace

(1)

Jednoduchým příkladem virtualizace srozumitelným běžnému uživateli může být rozdělení fyzického harddisku na dva nebo více logických oddílů (disků) – i to může být považováno za jednoduchou virtualizaci, kdy je fyzický hardware využíván jako logické celky. Tyto technologie umožňují IT manažerům využití IT infrastruktury, která je velmi efektivní a adaptivní k organizačním změnám. Umožňuje tak dynamicky využívat zdroje při současném snížení celkových nákladů. (1)

## 2.2 Historie a rozvoj virtualizace

Mnoho lidí si myslí, že virtualizace je díky současnému rozmachu nová technologie, ale pravdou je, že počátky konceptu virtualizace sahají do dob obrovských sálových počítačů, tedy konce 60. let a začátku 70. let, kdy společnost IBM investovala nemalé prostředky do tzv. time-sharing řešení. Tehdy šlo o maximální využití dostupného výpočetního výkonu těchto počítačů pro velké skupiny uživatelů. Cílem byla nejenom utilizace výpočetního výkonu, ale i možnost dostat tento výkon mezi široké spektrum uživatelů. Tento model tak představoval zásadní průlom v oblasti výpočetní techniky, kdy výrazně snížil náklady na využití výpočetního výkonu. Organizace či dokonce jednotlivci tak mohli využívat počítač v éře, kdy vlastnit svůj bylo téměř nemožné. (2)

Další mezník v oblasti virtualizace položila IBM vytvořením mainframe<sup>1</sup> CP-67 s operačním systémem CP/CMS. Tehdy na mainframe běžel kontrolní program (CP) a ten vytvářel virtuální stroje, na kterých běžel „tenký“ operační systém CMS separátně pro každého uživatele. Tento systém umožnil znatelně zvýšit efektivitu time-sharing řešení, jakožto i bezpečnost a stabilitu celého mainframu. V následujících letech vedl technologický pokrok k masivnímu rozvoji a rozšíření počítačové techniky a s tím spojeného snížení cen. Následkem toho virtualizace na určitou dobu ustupuje do pozadí, aby se následně na přelomu tisíciletí opět vrátila. Masivním nárůstem počítačů se značně zvýšily výdaje vynaložené na energie, pracovní prostředí či servis zejména u serverových řešení a datových skladů, a tak začal sílit tlak na vývoj virtualizačních technologií jakožto jednoho z možných řešení těchto problémů. (2)

---

<sup>1</sup> mainframe - dříve sálový počítač, dnes počítač speciálně pro aplikace podniků nebo státního orgánu

V květnu roku 1999 přichází na trh kalifornská společnost VMware se svým produktem VMware Workstation, který způsobuje revoluci na trhu virtualizace. Dokázal totiž plně virtualizovat platformu x86, na které běží drtivá většina všech osobních, přenosných a serverových počítačů, a která na rozdíl od mainframu nebyla projektována s ohledem na virtualizaci. Tím se okamžitě stává leaderem na trhu a tuto pozici si drží dodnes. Později VMware přináší nástroje pro serverovou virtualizaci, a to jmenovitě VMware GSX Server a VMware ESX Server, který může být nasazen přímo na hardware bez použití hostitelského operačního systému (tzv. „bare-metal“). Poté na trh přichází společnost Citrix se svým produktem XEN a ještě později Microsoft s Hyper-V. (1)

Nyní trh nabízí širokou škálu produktů od mnoha společností. Od jednoduchých produktů nabízených zdarma a sloužících v podstatě k domácímu užití, po velmi drahé komplexní řešení pro desetitisíce uživatelů. (3)

## **2.3 Proč virtualizovat?**

Je jistě mnoho dobrých důvodů proč virtualizovat, ale ten nejdůležitější, zejména v komerční sféře, je značná úspora financí. Dále jsou popsány některé další významné benefity.(4)

### **2.3.1 Optimalizace zdrojů**

Dnešní výpočetní zdroje jsou tak výkonné, že většinou využívají pouze desítky procent svého dostupného výkonu. Při virtualizaci je možné zdroje dynamicky přidělovat tak, aby co nejlépe uspokojili skutečné potřeby uživatelů, aplikací či nároky na úložný prostor nebo šířku pásma sítě.(2)

### **2.3.2 Konsolidace**

Je běžnou praxí, že jednotlivé počítače či servery jsou dedikovány k běhu jedné aplikace, jako je webový nebo e-mailový server, datové úložiště, doménový server apod. Tyto aplikace většinu času požívají pouze malé množství výkonu nebo naopak může docházet k požadavkům na dočasné výkonové špičky, kdy daný hardware nemusí stačit. Je tak vhodné konsolidovat několik počítačů do jednoho serveru, kde běží

několik virtuálních prostředí. Pro organizace, které vlastní stovky či tisíce serverů, může konsolidace znamenat obrovské úspory na nákladech za energie (napájení, klimatizace) a také za pronájem užitého místa v případě využití externích hostingů na serverových farmách. (23)

### **2.3.3 Spolehlivost, maximalizace uptime<sup>2</sup> a zotavení z chyb**

Virtualizace přináší nové možnosti jak reagovat na požadavky na IT infrastrukturu tak rychle a pružně, jak je to jen možné. Umožňuje nasazovat za běhu nové virtuální stroje, či dokonce celé sady strojů z připravených šablon. Virtualizovaná řešení se také mnohem rychleji zotavují po havárii, pokud dojde k selhání ve velkém měřítku. Nadále je to způsob jak implementovat redundance bez nutnosti nasazení dodatečného hardware. Redundance je zde využívána ve dvou směrech. Zprvce pokud jeden virtuální systém selže, další systém po něm přebírá. Zadruhé, spuštěním nadbytečných strojů na samostatném hardware. (2)

### **2.3.4 Běh starších aplikací a migrace**

Hardware, na kterém aplikace běží, vždy jednoho dne zastará a přechod z jednoho systému na druhý může být značně komplikovaný. Aby bylo možné pokračovat v nabízení služeb poskytovaných těmito staršími systémy, je vhodné spustit tyto systémy ve virtuálních strojích na novém moderním hardwaru. Z hlediska aplikace se nic nemění, naopak to může přinést nárůst výkonu (z moderního hardware), prodloužit životnost, provozuschopnost a IT administrátoři tak získají více času na hladký přechod (např. migrace uživatelských účtů) pokud je to nutné. U většiny řešení virtualizace je možné přesunout virtuální stroj z jednoho fyzického zařízení ve virtualizovaném prostředí do druhého. S fyzickými servery to bylo původně možné pouze tehdy, pokud oba fyzické stroje běžely na stejném hardwaru, operačním systému a procesoru. Ve virtuálním světě, může server migrovat mezi fyzickými hostiteli se zcela rozdílnými hardwarovými konfiguracemi. Migrace se obvykle používá pro zlepšení spolehlivosti a dostupnosti. V případě selhání hardwaru může být hostitelský systém migrován do zdravého serveru velmi rychle. Služba je tak nedostupná pouze velmi krátkou dobu. Na sofistikovaných virtualizačních řešeních je možné migrovat

---

<sup>2</sup> uptime – doba, po kterou zařízení, jako jsou počítače, funguje nebo je k dispozici pro použití.

virtuální stroje dokonce za běhu a služby jsou tak dostupné po celou dobu migrace. Tento typ migrace umožňuje např. produkt společnosti VMware vMotion. (2), (4)



Obr. č. 2: Migrace virtuálních strojů pomocí vMotion

(5)

### 2.3.5 Přejít do cloudu<sup>3</sup>

Při využití virtualizace, je mnohem snazší přesunout veškeré využívané služby. Nasadit klasickou IT infrastrukturu do cloudového řešení je velmi složité, typicky kvůli mnoha různým prostředím s různými aplikacemi běžícími na různých operačních systémech a také často na specializovaném hardware. Virtuální stroje nemají žádnou trvalou vazbu na hardware, na kterém běží, proto je diametrálně jednodušší migrace do privátního či veřejného cloudového řešení. Detailněji je problematika cloudových technologií a clusteringu zpracována v samostatné kapitole. (22), (4)

---

<sup>3</sup> cloud - mrak; IT jako služba, kdy zákazník neplatí za vlastnění hardware nebo software, ale za jeho užití

### 2.3.6 Green IT

Ochrana životního prostředí a „zelené“ technologie a postupy jsou v dnešní době trendem ve všech odvětvích. Virtualizace napomáhá snížení zátěže na životní prostředí značnými úsporami spotřeby energie na napájení a chlazení celé infrastruktury. (22)

## 2.4 Druhy a režimy virtualizace

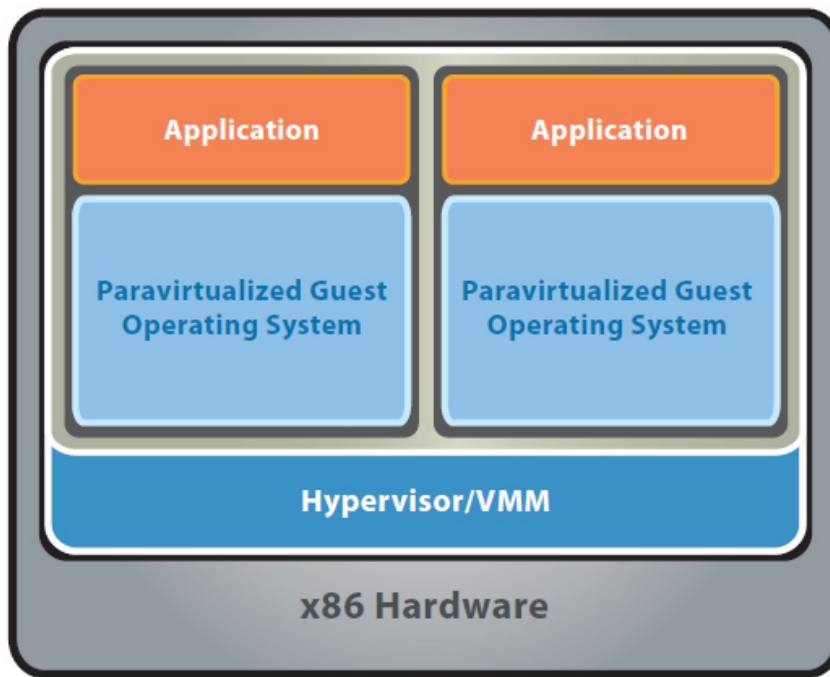
Virtualizace je problematika, jež souvisí se širokým spektrem technologií, které jsou často vzájemně provázány. Můžeme ji tak klasifikovat a dělit dle mnoha kritérií. Vzhledem k rozsahu a zaměření této bakalářské práce jsou detailněji popsány jen některé z nich. Pomineme-li virtualizaci sítí, uložišť a parciální (částečnou) virtualizaci, která se využívá v současných moderních operačních systémech k realizaci virtuální paměti, můžeme obecně virtualizaci dělit na: (7)

- Serverová virtualizace
  - paravirtualizace – hypervizor typ 1
  - **plná virtualizace** – hypervizor typ 1
    - HW– asistovaná
    - HW– neasistovaná
  - virtualizace na úrovni operačního systému
- Desktopová virtualizace
  - virtual desktop infrastructure (VDI)
  - **host-based virtualizace klientů** – hypervizor typ 2
  - virtualizace aplikací
  - user-state virtualizace

### 2.4.1 Paravirtualizace

Technika virtualizace, kdy se prostředí pro virtualizovaný stroj neemuluje plně, ale předává se abstrakce reálného prostředí. Předpokládá se spolupráce virtualizovaného stroje, podmínkou pro paravirtualizaci je tedy upravený kód jak guesta (hostovaný systém), tak hosta. (7)

Výhodou paravirtualizace je vysoký výkon – to je dáno skutečností, že se skutečný a virtuální HW tolik neliší. Nevýhodou je nemožnost virtualizovat úplně odlišný hardware (například jinou architekturu procesoru) a také skutečnost, že je třeba upravit kód virtualizovaného systému. (7)



Obr. č. 3: Schéma fungování paravirtualizace

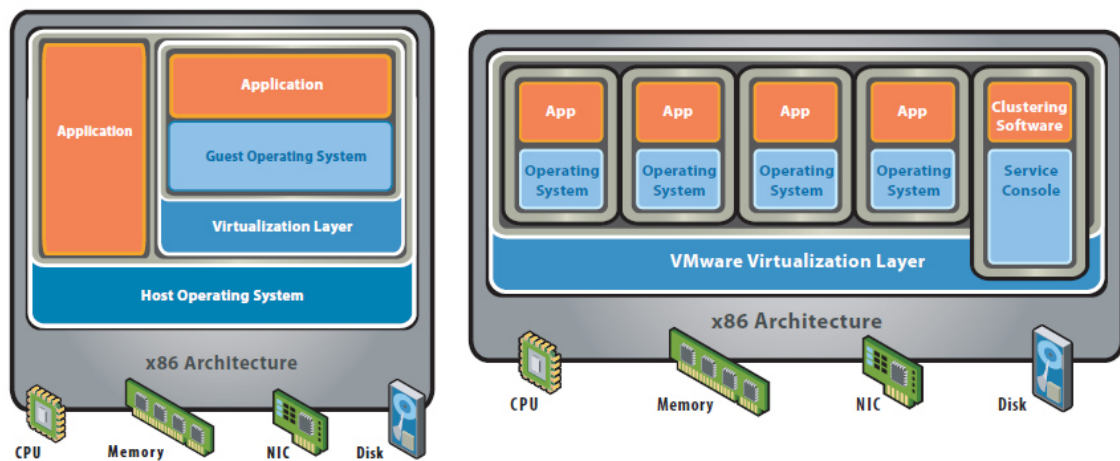
(6)

#### 2.4.2 Plná virtualizace

Někdy označována také jako nativní. V případě plné virtualizace simulujeme všechny součásti počítače pro stejný druh procesoru. Hostovaný běžící operační systém je důsledně oddělený od fyzické vrstvy a nemůže tak poznat, že nemá přístup k fyzickému hardware. Veškeré aplikace běží jen na virtuálním hardware. Operační systém ani jeho aplikační programy nepotřebují žádné modifikace. Tento model virtualizace se také označuje jako „bare-metal“ (hypervizor typ-1), protože hypervizor se nachází jako tenká vrstva mezi hardware a hostovanými virtuálními stroji. (8)

### 2.4.3 Host-based virtualizace klientů

Je to desktopová variace na plnou virtualizaci u serverových řešení. Pracovní stanice je často využívána také k jiným účelům, než je virtualizace. Virtualizace probíhá s pomocí operačního systému, který je nainstalován na hardware. Hypervizor (typ-2) pak s pomocí OS obsluhuje požadavky virtuálních strojů. Tento typ virtualizace má však značnou nevýhodu v tom, že operační systém odčerpává systémové prostředky na vlastní režii, proto je pak výkon celého systému nižší než u typu-1. (6)

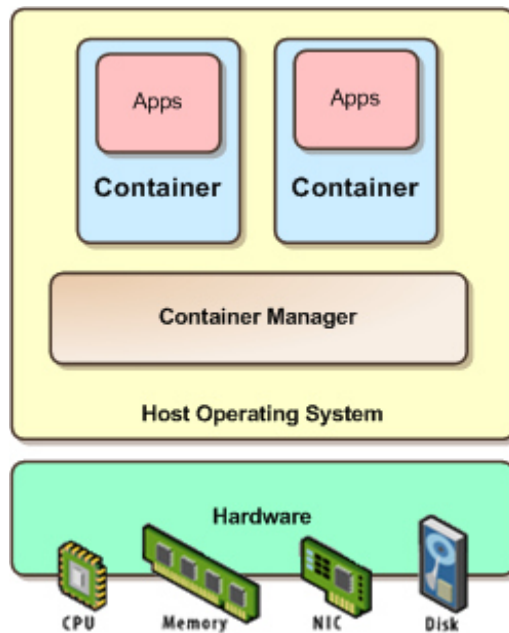


Obr. č. 4: Porovnání host-based a bare-metal architektury

(6)

### 2.4.4 Virtualizace na úrovni operačního systému

V tomto případě se virtualizační vrstva nachází mezi operačním systémem a aplikačními programy, které běží na operačním systému. Umožňuje spouštět více na sobě nezávislých a vzájemně izolovaných virtuálních počítačů. Ty se označují jako kontejnery. Aplikace pro virtualizaci na úrovni operačního systému vytvoří virtualizační vrstvu, která řídí běh více virtuálních kontejnerů, zajišťuje abstraktní rozhraní pro přístup k hostitelskému systému (abstraktní vrstvu) a přidělování prostředků od systému. Ve virtuálním stroji běží aplikace nebo sady aplikací, které jsou psány pro tento konkrétní operační systém. Tuto architekturu využívá například serverový operační systém Solaris společnosti Oracle. (9)



Obr. č. 5: Schéma virtualizace na úrovni operačního systému

(10)

#### 2.4.5 Virtual desktop infrastructure (VDI)

Konceptuálně je řešení velmi podobné terminálovým službám a tenkým klientům. Obecně se tak jedná o instanci desktopového operačního systému, který běží na centralizovaném serveru. Přístup na něj je z klientského zařízení, které je připojené přes počítačovou síť. Na jednom serveru většinou běží více virtuálních strojů. Veškerá data jsou v tomto případě uložena na serveru a výpočetní výkon je dynamicky přidělován dle potřeby. Avšak na rozdíl od terminálových služeb, kde více uživatelů sdílí jednu instanci, u VDI běží každému uživateli vlastní virtuální stroj. (11)

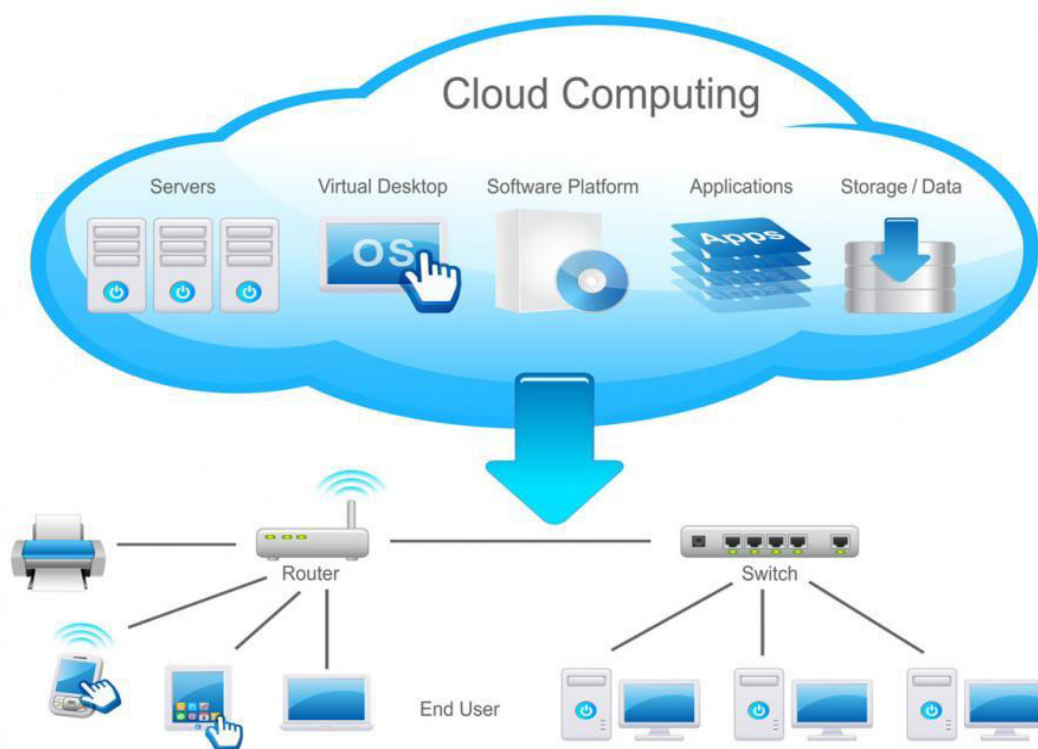
### 2.5 Cluster computing

Cluster neboli shluk. Při clusteringu je skupina počítačů vzájemně propojena tak, že mohou jednat jako jediný subjekt. Cluster má několik nesporných výhod. Nezanedbatelné je samozřejmě finanční hledisko, kdy clusterové řešení je řádově levnější než samostatný počítač se stejným výkonem. Další výhodou je vysoká redundance, kdy při selhání některých uzlů není ovlivněno fungování celku a naopak je možné jednoduše přidávat další uzly pro zvýšení výkonu či spolehlivosti. (12)

Počítačové clustery jsou nedílnou součástí dnešních cloudových a virtualizovaných řešení. Využívány jsou také pro velké herní servery, na které se v určitých časových intervalech připojuje velké množství uživatelů, jako prevence proti problémům s přihlašováním a lagy. Clustery jsou rovněž využívány pro výstavbu superpočítačů čítající tisíce mikroprocesorů, které jsou používány pro složité vědecké výpočty a simulace. V neposlední řadě, může být cluster použit k distribuci pracovní zátěže v podobě malých kousků dat, tato technika je známa jako grid computing. V tomto případě mnoho slabších počítačů zpracovává výpočty, pokud není k dispozici odpovídající výkonnější počítač. Této techniky využívá například virtuální měna Bitcoin, která se v současné těší neobyčejné popularitě. Pomocí klienta je běžný domácí počítač připojen ke gridu a pomáhá při složitých výpočtech na ověřování plateb či těžbě nových mincí. (12)

## **2.6 Cloud computing**

Cloudové služby spolu s virtualizací jsou jedním z fenoménů současných informačních technologií. Cloud je doručení výpočetní a úložné kapacity koncovému uživateli, kdy chápeme IT, jako službu za kterou platíme a není nutné nic vlastnit či provozovat. Uživatelé neplatí (za předpokladu, že je služba placená) za vlastní software nebo hardware, ale za jeho užití. Spektrum cloudových technologií sahá od nástrojů pro synchronizaci a datových uložišť jako je Microsoft Skydrive, Apple iCloud či Google Drive, které denně využívá široká veřejnost, po masivní enterprise řešení pro velké společnosti jako např. Microsoft Azure nebo Google AppEngine. (14)



**Obr. č. 6: Schéma cloudového řešení**

(13)

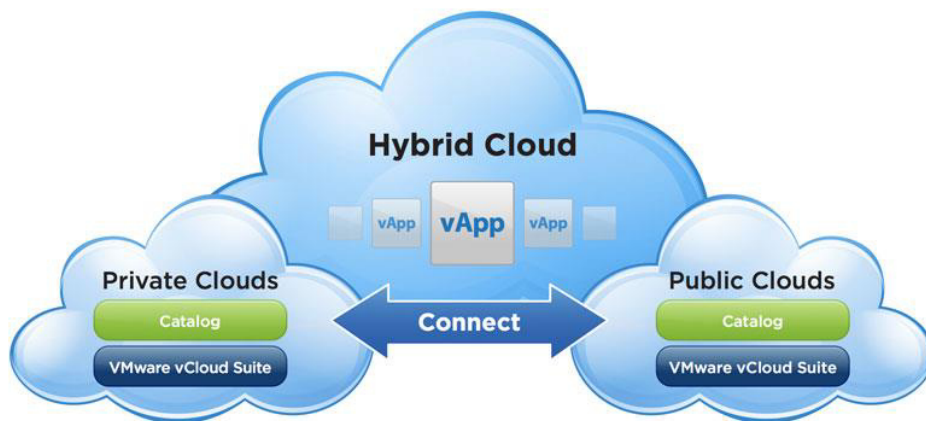
Cloud můžeme chápat jako tři typy služeb, které nám poskytovatel nabízí:

- **IaaS** – infrastruktura jako služba. Poskytovatel zde dodává společnosti fyzické nebo virtuální zdroje, které může využívat a řídit podle své libosti. Příkladem dnešních služeb typu IaaS jsou Amazon EC2, Azure Services Platform nebo DynDNS. (23)
- **PaaS** – platforma jako služba. Toto řešení slouží především pro vývojářské společnosti, kdy dodavatel služby dodává nástroje pro vývoj softwaru a s tím dodává úložiště, výpočetní kapacitu, síť a další. Typickým představitelem je Windows Azure nebo Google App Engine. (22)
- **SaaS** – software jako služba. Nejčastěji je k těmto aplikacím přistupováno přes webové prohlížeče nebo tenké klienty. Společnost si tak nekupuje samotnou aplikaci, ale přístup k ní. Společnost v tomto modelu nemusí nic spravovat a pouze aplikaci užívá, případně nastavuje skrze tyto klienty. Největším trhem pro SaaS se v současné době zdají být informační systémy typu CRM nebo kancelářské nástroje. Mezi typické příklady služeb typu SaaS patří Salesforce,

Microsoft Office 365, Amazon Web Services, Windows Azure nebo Google Apps. (14)

Cloud může být ve společnosti nasazen a přístupováno k němu několika odlišnými způsoby: (14)

- **Veřejný** – Někdy je také označován jako klasický model cloud computingu. Jedná se o model, kdy je výpočetní služba poskytnuta a nabídnuta široké veřejnosti.
- **Soukromý** – V tomto případě je provozován pouze pro organizaci, a to buď organizací samotnou, nebo třetí stranou.
- **Hybridní** – Hybridní cloudy kombinují jak veřejné, tak soukromé cloudy. Navenek vystupují jako jeden cloud, ale jsou propojeny pomocí standardizačních technologií.



Obr. č. 7: Schéma hybridního cloudu

(15)

Cloud je cesta, kterou se patrně IT průmysl bude, především v podnikové sféře, v příštích letech ubírat. Dle renomované americké analytické společnosti Gartner se očekává, že v příštích 4 letech, výdaje na cloudová řešení celosvětově dosáhnou 150 miliard USD. (13)

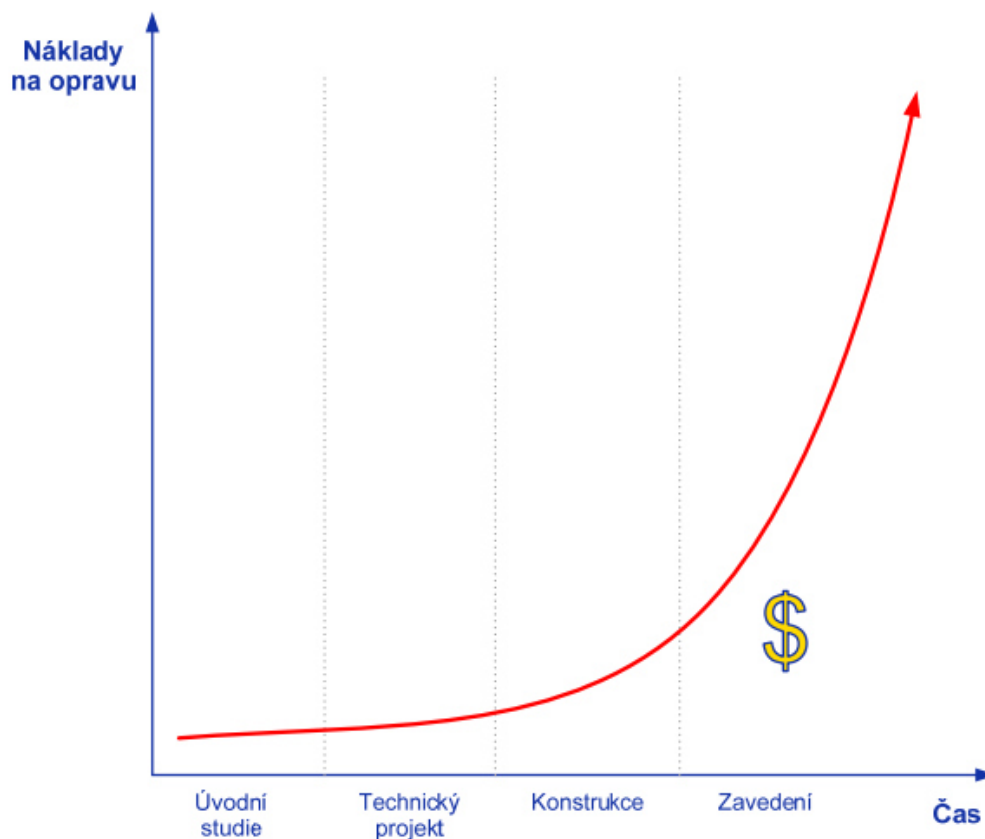
## 2.7 Virtualizace jako testovací prostředí

Tato bakalářská práce se věnuje optimalizaci virtualizačního prostředí právě pro účely testování software při jeho vývoji. Testování software je komplexní a důležitou součástí procesu vývoje softwaru a v současné době je na ni kladen velký důraz. Dle normy ANSI/IEEE1059 je testování: „*Proces analýzy softwaru k odhalení rozdílů mezi stávajícími a požadovanými podmínkami (tj. vady / chyby / buggy<sup>4</sup>) a vyhodnocení jeho vlastností.*“ (16). Náklady a čas vynaložený na testování mají velký vliv na konečný produkt. Proces testování je také podmnožinou procesu ověřování a plánování kvality. V některých případech tak může být spektrum úkolů pro testovací týmy velmi rozsáhlé. Mimo to, že testování odhaluje současné vady, pomáhá také předcházet budoucím.

Vhodné testovací metody a jejich včasná implementace mohou značně snížit náklady na celkový vývoj software. (17)

---

<sup>4</sup> bug - programátorská chyba



Obr. č. 8: Znázornění nákladů na opravu chyby v časovém horizontu

(15)

### 2.7.1 Druhy testů a testovací metodiky

Testování software je komplexní disciplína, která ověřuje, zda software splňuje určité požadavky včetně funkčnosti, výkonu, spolehlivosti, bezpečnosti a tak dále. Informace získané při testování pomáhají při manažerském rozhodování a s řízením rizik. Testy a metodiky můžeme dělit dle rozličných kritérií: (17)

Typy testování:

- **Manuální testování** – testování softwaru ručně, tj. bez použití jakýchkoliv automatizačních nástrojů nebo skriptů. Tester tak přebírá roli koncového uživatele a testuje software pro identifikaci jakékoliv neočekávaného chování nebo chyby. Pro ruční testování existují různé stupně, jako je testování komponent, testování integrace, testování systému a další. Testeři využívají testovacích plánů, testovacích případů nebo testovací scénáře pro testování

softwaru s cílem zajistit úplnost testování. Manuální testování zahrnuje i tzv. exploratory testing<sup>5</sup>. (17)

- **Automatické testování** – neboli automatizace testů. Testeři vytvářejí skripty a je využíván jiný software pro testování. Je zde užívána automatizace manuálních postupů. Automatizace se používá ke znovu provedení testů, které byly provedeny manuálně, rychle a opakovaně. To přispívá k lepšímu pokrytí a přesnosti testů a šetří náklady a čas. (18)

#### Metody testování:

- **Black Box testing** – metoda, při které tester nemá znalosti o vnitřním fungování software a nemá přístup k zdrojovému kódu. Smyslem je analyzovat chování softwaru vzhledem k očekávaným vlastnostem tak, jak ho vidí uživatel. (17)
- **White Box testing** – také nazývána Glass Box nebo Open Box. Tester má přístup ke zdrojovému kódu a testuje produkt na jeho základě. Je detailně prozkoumávána vnitřní logika a struktura kódu. (18)
- **Gray Box testing** – metoda kde má tester omezené znalosti o fungování software. Na rozdíl od Black Box testování, kde tester testuje pouze uživatelské rozhraní software, u šedé skřínky má tester přístup k projektové dokumentaci apod. S těmito znalostmi je tester schopen lépe připravit testovací data a scénáře testovacího plánu. (17)

#### Dimenze kvality testování:

- Funkčnost
  - Functionality testing – testy funkčnosti uvedené v návrhu SW
  - Security testing – ověření přístupových práv k funkcionalitě nebo datům
  - Volume testing – testování stability při vysokých objemech dat
- Použitelnost
  - testy uživatelského rozhraní (GUI)
  - testy nápovědy

---

<sup>5</sup> Exploratory testing - je na testerovi a jeho uvážení, co a jak testovat, ve své podstatě probíhá design testů jejich spuštění a vyvození závěrů simultánně

- testy dokumentace
- Spolehlivost
  - Integrity testing – testy robustnosti SW po datové i funkční stránce
  - Structure testing – testy webových rozhraní apod.
  - Stress testing – ověření stability a funkčnosti SW při nestandardních podmínkách
- Výkon
  - Performance profile – měření odezvy systému
  - Contention testing – testy zachování funkčnosti SW k sdíleným HW i SW prostředkům
  - Load testing – testy chování a výkonu při vysoké zátěži
  - Benchmark testing – porovnávání výkonosti SW na referenčním prostředí
- Podporovatelnost
  - Configuration testing – testy funkčnosti na jiných přípustných HW a SW konfiguracích
  - Instalation testing – testy instalace na rozdílné HW a SW konfigurace, instalace updatů apod.

### 2.7.2 Využití virtualizace v testování

Testovací proces se skládá ze tří fází. Zaprvé příprava testovacího prostředí, dále testování samotné a ve třetí fázi pak reportování výsledků. Příprava testovacího prostředí je často nákladově a časově náročná. Většina času by však měla být věnována testování samotnému a ne vytváření záložních kopií či konfigurací systémů. Dalším problémem je skutečnost, že na počátku vývoje softwaru, jsou programové buildy často nestabilní a při testování může docházet k poškození operačního systému. (18), (16)

Virtualizační technologie umožňují značnou optimalizaci těchto procesů či jejich částečnou eliminaci. Je také samozřejmě možné spouštět více virtuálních strojů na jednom fyzickém stroji a tím i značně zvýšit flexibilitu a efektivitu využití IT infrastruktury určenou pro testování. Virtualizace přináší také řadu výhod pro zkvalitnění samotného testování: (18)

- virtuální stroje umožňují neomezené množství uživatelských konfigurací fyzických strojů
- možnost operovat pod různými uživatelskými profily
- experimentování s potenciálně nebezpečným softwarem (např. viry)
- jednoduchá přenositelnost a nezávislost na testovacím hardware
- pády a chyby virtuálních strojů neovlivňují testovací stroje
- snapshoty <sup>6</sup> – za pomoci snapshotu, mohou být vytvářeny zálohy virtuálních strojů, při pádech okamžité navracení do výchozích stavů
- moderní virtualizační nástroje jako VMware umožňují vytváření snapshotových stromů, kdy je možné mít zachyceno současně několik stavů a s tím současně testovacích prostředí na jediném stroji
- klonování – replikace virtuálních strojů, kdy je ze snapshotu stroje ve vypnutém stavu vytvořen klon
  - plný klon – vytvoření plně nezávislého stroje na své předloze
  - linkovaný klon – vytvoření stroje závislého na své předloze, kdy se změny v klonu promítají na předloze a naopak

Virtualizace testovacího prostředí je jedno z nejlepších řešení jak zefektivnit vývojový proces. Mimo to také značně ulehčuje interakci mezi členy testovacích týmů. (17)

---

<sup>6</sup> Snapshot – v tomto případě jde o kompletní zachycení momentálního stavu virtuálního stroje, včetně obsahu operační paměti. Může být vytvořen v zapnutém i vypnutém stavu stroje.

### **3 Analýza současného stavu**

Tato bakalářská práce se věnuje optimalizaci virtualizačního prostředí především pro testerské týmy oddělení Engineering Operations brněnské pobočky AVG Technologies CZ. Společnost jako je AVG Technologies je nucena neustále se zlepšovat ve vývoji a prodeji svých produktů, aby si udržela svoji konkurenceschopnost na dynamickém trhu bezpečnostních technologií. Moderní IT technologie jako je virtualizace, tomu napomáhají. Virtualizace je široce využívána v celé firemní IT infrastruktuře a v drtivé většině stojí na produktech společnosti VMware Inc., která je lídrem v tomto odvětví.

#### **3.1 Profil a společnosti**

AVG Technologies byla založena v roce 1991 pod jménem Grisoft a začínala prodejem IT vybavení, softwaru třetích stran a produktu AVG Anti-Virus. V roce 1994 se společnost oprostila od všech vedlejších aktivit, aby se mohla soustředit výhradně na vývoj antivirových produktů. Jan Gritzbach (zakladatel společnosti) se v roce 2001 rozhodl prodat společnost firmě Benson Oak Capital Acquisition. Poté, v únoru 2008, byl Grisoft oficiálně přejmenován na AVG Technologies. Posledním milníkem byl vstup mateřské společnosti AVG Technologies N.V. na burzu v New Yorku v únoru 2012.

Společnost AVG rychle dosáhla současného úspěchu a dnes je považována za jednoho z největších hráčů na trhu bezpečnostního software. Společnost má v současné době v Evropě pobočky v Nizozemsku, České republice, na Kypru, ve Velké Británii a Francii. Na několika místech v USA, kde také sídlí vedení společnosti. Na Blízkém východě v Izraeli. A v Asii pak v Pekingu a Hongkongu v Číně. Současným CEO společnosti je Gary Kovacs.

Díky svým zaměstnancům, kteří patří k předním světovým odborníkům v oblasti rozvoje software, zjišťování a prevence hrozeb a analýzy rizik, zaujímá AVG přední pozici v oblasti inovativních bezpečnostních řešení. I po dosavadních mezinárodně uznávaných úspěších společnost stále pokračuje v investicích do výzkumu a vývoje

a ve spolupráci s předními univerzitami, aby si zajistila tu nejvyšší možnou technologickou vyspělost.

V posledních několika letech se společnost AVG významně rozrostla a stále pokračuje v expanzi, příkladem je nová pobočka v kanadském Ontariu, aby mohla reagovat na potřeby globálního trhu prostřednictvím nejmodernějších technologií, uživatelské přívětivosti a rozsáhlé podpory platform. (19)

## **3.2 Testování software a současné využití virtualizace**

Testerské týmy brněnské pobočky zajišťují převážnou část všech typů aktuálně využívaného softwarového testování produktů AVG, a to včetně vlastní architektury a návrhu testů. Současný trend v software testingu je snaha o automatizaci v co největší míře. Tento trend sleduje i AVG. Přestože je většina testů automatizovaná, některé druhy testů automatizovány být nemohou. V některých případech je to rovněž nežádoucí. Manuální testování je využíváno především pro integrity, end-to-end a exploratory testing. Další významnou oblastí jsou re-testy automatických testů při neúspěšném běhu a také samotné skriptování a návrh automatických testů.

Virtualizace je v Engineering Operations týmech využívána jak pro manuální, tak pro automatické testování. Vzhledem k tomu, že automatizované testování vychází z manuálního, jsou tyto oblasti velmi úzce provázány.

### **3.2.1 Stanice pro manuální testování**

Manuální testování probíhá na testerských pracovních stanicích. Každý tester má svoji stanicí, která je jeho primárním pracovištěm. Slouží také k ostatním běžným kancelářským činnostem jako je e-mailová komunikace apod. Jako virtualizační nástroj je využíván produkt VMware Workstation verze 8.0. Jedná se tak o host-based řešení, za použití hypervizoru typu 2. Používají se při tom poměrně výkonné stanice dodávané společností Dell. Konfigurace testerské stanice znázorňuje následující tabulka:

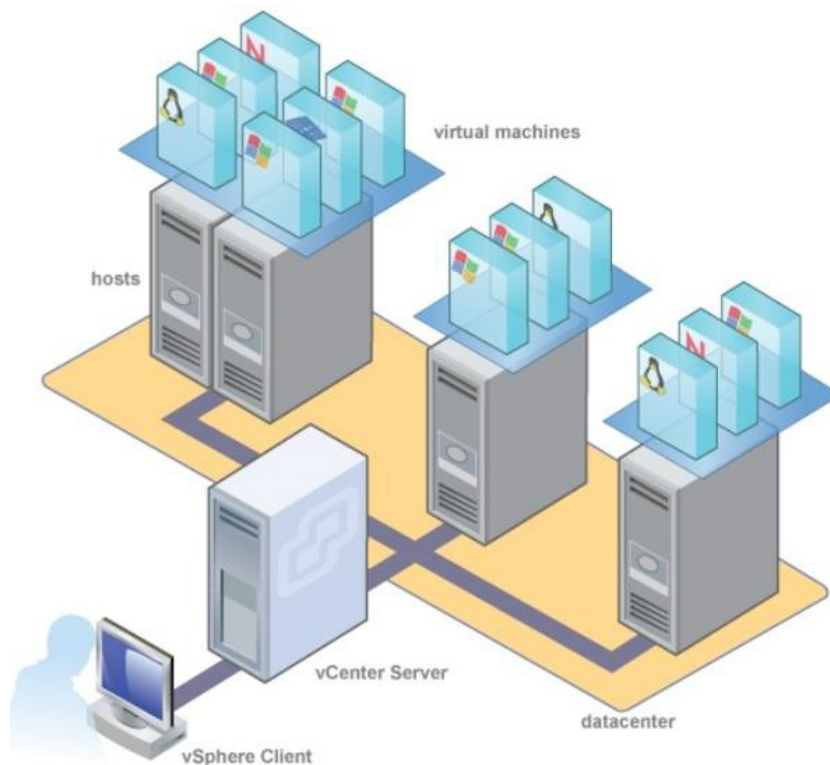
**Tabulka. č. 1: Konfigurace testerské stanice**

(vlastní)

Dell Optiplex 9020	
CPU	Intel Core i7-4770 @ 3,4 Ghz
Jader	4 (8 logických)
RAM	16 GB DDR3
HDD 1	Lite-on 256 GB SSD SATA 6 Gb/s
HDD2	2x Western Digital 500 GB SATA 6 Gb/s v RAID 0
GPU	Intel HD Graphics 4600
LAN	Intel Ethernet Connection I217-LM 1Gbit
OS	MS Windows 7 Ultimate 64-bit SP1

### 3.2.2 Stanice pro automatizované testování

Automatizované testování taktéž běží na virtualizovaných platformách. Na to jsou využívány dva clustery v brněnském datacentru společnosti. Jedná se o cluster pojmenovaný Toby a cluster pojmenovaný Alvin. Na obou clusterech běží bare-metal hypervizor typu 1, taktéž od společnosti VMware, a to ESXi ve verzi 5.5. Na ESXi server běží jednotlivé virtuální stroje. Oba ESX servery jsou připojeny do vCenter na doméně styx.cz.avg.com. Pomocí vSphere klienta je možné se připojit na všechny stroje přes vCenter z celé podnikové domény za pomoci doménových účtů (s příslušnými právy), jež slouží pro přihlašování do operačního systému.



**Obr. č. 9: Schéma virtualizované platformy na aut. testování**

(6)

Cluster Alvin běží na Dell PowerEdge M610 skládající se ze 7 blade serverů<sup>7</sup> (hostů). Toby cluster běží na Dell PowerEdge 620 skládající se z 16 blade serverů.

Alvin cluster se skládá ze 7 procesorů Intel Xeon X5650 @ 2,67. Jedná se o 6jádrový procesor s hyper-threadingem tedy 12 logických jader. Celkem je tedy k dispozici 84 jader, 1 TB RAM DDR 3 a 25 TB diskového prostoru. V současné době je na něm spuštěno cca 350-400 virtuálních stanic.

Toby cluster se skládá z 16 procesorů Intel Xeon 52680 @ 2,7 GHz. Jedná se o 8jádrový procesor s hyper-threadingem tedy 16 logických jader. Celkem je tedy k dispozici 256 jader, 4 TB RAM DDR 3 a 33 TB diskového prostoru. V současné době je na něm spuštěno cca 900 virtuálních stanic.

<sup>7</sup> Blade server - kompaktní modulární server; vše na jedné desce. Více modulů je zapojeno do blade skříně se sdíleným el. napájením a chlazením.

### **3.3 Momentální stav a požadavky optimalizace**

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly, AVG Technologies se pohybuje ve vysoce konkurenčním prostředí, proto je nezbytné, aby se neustále zlepšovala a držela tak krok s ostatními konkurenty. Jakožto akciová společnost, musí také plnit závazky ke svým akcionářům. Tato fakta kladou na všechna oddělení, včetně Engineering Operations, požadavky na neustálé zvyšování produktivity práce a efektivní využívání zdrojů.

#### **3.3.1 Požadavky společnosti**

Vzhledem k současné personální politice firmy není žádoucí navyšování stavu zaměstnanců. Vhodnou cestou k vyšší produktivitě a finančním úsporám v tomto oddělení je tak optimalizace virtuálního prostředí. Momentální stav hardware stanic pro testování je na velmi vysoké úrovni, jakožto i aktuální virtualizační nástroj ESXi 5.5 pro automatizované testování.

S ohledem na momentálně použité virtualizační nástroje a těsnou závislost automatizovaného testování na manuálním je tak nejefektivnějším krokem pro zvýšení produktivity celého oddělení optimalizovat virtualizační nástroje pro manuální testování, a to prostřednictvím investic do upgradu na aktuální verzi VMware Workstation 10.

### **3.4 Shrnutí analýzy**

Hlavním požadavkem optimalizace je zvýšení produktivity při softwarovém testování produktů společnosti AVG. Virtualizační nástroj VMware Workstation je zde využíván pro vytváření a práci s virtuálními stroji a s tím související operace se snapshoty. Tyto operace vyžadují určitý čas na provedení. Nejnovější verze Workstation, by měla přinést, mimo jiných výhod, také velmi znatelné zvýšení výkonu těchto operací proti předchozím verzím.

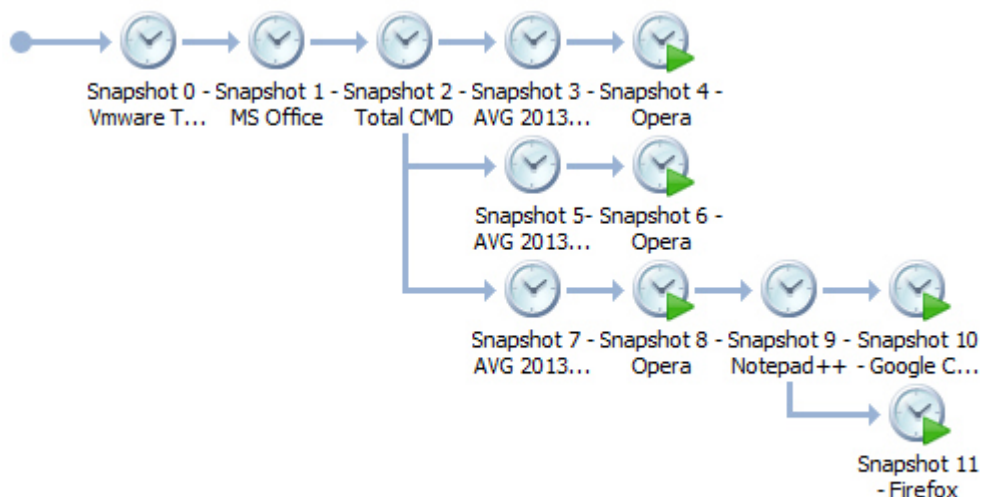
Ve vlastním návrhu řešení se tak pokusím o zachycení především výkonnostních rozdílů mezi jednotlivými verzemi VMware Workstation a zhodnocení ostatních aspektů upgradu na efektivitu testování, která má přímý vliv na produktivitu celého oddělení.

## 4 Vlastní návrhy řešení

Stěžejní částí návrhu řešení je popis a měření výkonnostních charakteristik operací a správy snapshotů obou verzí VMware Workstation s následným porovnáním výsledků. Operace se snapshoty přímo ovlivňují průběh a kvalitu testování. Testeři je provádí běžně i 50krát denně, proto i nepatrné rozdíly mohou mít v globálním měřítku citelný dopad na produktivitu celého oddělení. Dále jsou také zhodnoceny ostatní, nevýkonnostní aspekty upgrade. Následuje doporučení pro společnost a popis případného postupu upgrade.

### 4.1 Metodika a postupy měření

Pro výkonnostní testy jsem zvolil testovací model, který se snaží o co nejvěrnější simulaci reálného využití virtualizačních nástrojů pro softwarové testování užívané oddělením Engineering Operations. Tento model taktéž zachycuje výkonnostní rozdíly mezi oběma verzemi VMware Workstation. Testovací model je složen ze sady virtuálních strojů a virtualizovaných operačních systémů. U každého stroje byl vytvořen strom snapshotů odpovídající velikostí i strukturou reálnému provozu. Struktura stromu je zachycena na obrázku níže:



Obr. č. 10: Schéma struktury stromu snapshotů

(vlastní)

Před každým snapshotem byl do operačního systému nainstalován určitý software, běžně využívaný pro testování. Jedná se o kancelářský balík, internetové prohlížeče, utility a 3 různé verze produktu AVG. Každý krok byl opět prováděn tak, aby bylo co nejlépe simulováno reálné využití. U všech OS, mimo Windows XP, byly použity 64-bitové verze software, pokud existují. Popis jednotlivých snapshotů:

- Snapshot 0 – Aktivace OS, VMware Tools<sup>8</sup>
- Snapshot 1 – MS Office 2010
- Snapshot 2 – Total Commander 8.01
- Snapshot 3 – AVG Internet Security 2013.0.3426
- Snapshot 4 – Opera 17.0.12.41.45 – ve spuštěném stavu
- Snapshot 5 – AVG Internet Security 2013.0.3462
- Snapshot 6 – Opera 17.0.12.41.45 – ve spuštěném stavu
- Snapshot 7 – AVG Internet Security 2013.0.3466
- Snapshot 8 – Opera 17.0.12.41.45 – ve spuštěném stavu
- Snapshot 9 – Notepad ++ 6.4.5
- Snapshot 10 – Google Chrome 1.3.21.115 – ve spuštěném stavu
- Snapshot 11 – Mozilla Firefox 22.0 – ve spuštěném stavu

Jednotlivá měření, jsou zaměřena na několik kritických faktorů. V první řadě je to vzrůstající potřebná kapacita, kterou VMware image potřebují na disku hostitelského počítače. Dále jsou to reverty, tedy vracení se do předchozích (ale i následujících – tím dochází k větvení stromu) a mazání snapshotů. Toto jsou časově náročné, ale velmi často využívané operace s virtuálním strojem. Zde by se měla projevit právě optimalizovaná správa snapshotů. Dalším faktorem je rychlost odezvy OS, demonstrována měřením studeného startu a restartu OS. Zde by se měly projevit nové typy emulace hardware u virtuálních disků.

Zvolené portfolio OS odpovídá frekvenci použití a významu pro testování v současné době. Instalační média a licence byly použity z depozitáře MSDN. Jedná se o tyto operační systémy:

---

<sup>8</sup> VMware Tools – soubor ovladačů a utilit nainstalovaných do hostovaného OS pro optimalizovaný běh a správu

- Microsoft Windows XP Professional 32-bit Service Pack 3
- Microsoft Windows 7 Ultimate 64-bit Service Pack 1
- Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit
- Microsoft Windows Server 2008 R2 64-bit Service Pack 1 – Standard + GUI
- Microsoft Windows Server 2012 R2 64-bit – Standard + GUI

Celkem tedy bylo pro účely měření vytvořeno 16 virtuálních strojů:

- 5 strojů pro měření optimalizace správy snapshotů ve VMware Workstation 8, pro každý OS po jednom
- 5 strojů pro měření optimalizace správy snapshotů ve VMware Workstation 10, pro každý OS po jednom
- 6 strojů pro měření rychlosti odezvy OS – 2x VMware Workstation 8 (SCSI RAID 0, SCSI SSD); 4x VMware Workstation 10 (SCSI RAID 0, SCSI SSD, SATA RAID 0, SATA SSD)

Použitá konfigurace virtuálních strojů a jejich nastavení ve VMware Workstation:

- CPU: 1x dual-core
- RAM: 1 GB – Windows XP / 6 GB – Server 2012 R2 / 4 GB – ostatní OS
- HDD: 40 GB SCSI; LSI Logic SAS kontrolér, rozdělení do více souborů, nealokovat ihned místo
- NIC: bridged mode

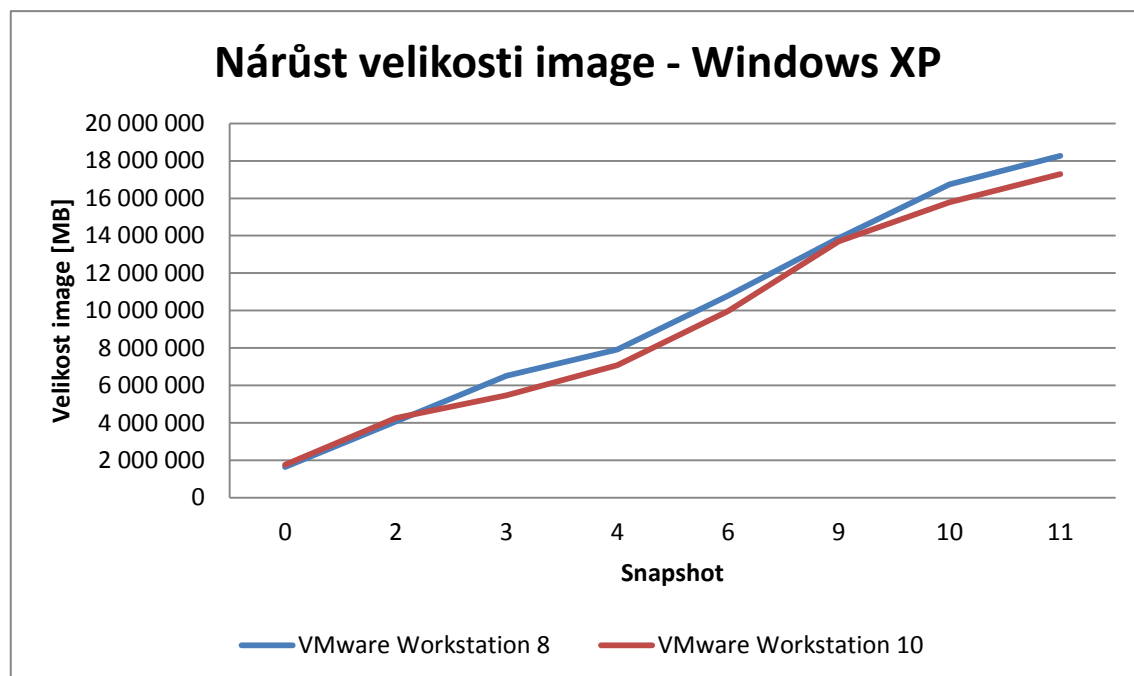
Jako hostitelských stroj byla použita standardní testerská pracovní stanice značky Dell. Konfigurace je uvedena výše v analytické části práce. Jako hostitelský OS byla použita Windows 7 Ultimate 64-bit SP 1.

## 4.2 Výsledky měření nárůstu velikosti image

Tato podkapitola zachycuje výsledky měření potřebné kapacity VMware image na pevném disku hostující pracovní stanice. Pochopitelně, čím menší nárůst, tím lépe. Na grafech je znázorněn, zvláště pro každý testovaný operační systém, nárůst velikosti

image po jednotlivých snapshotech. Barevným kódem jsou odlišeny křivky obou testovaných verzí VMware.

### Windows XP

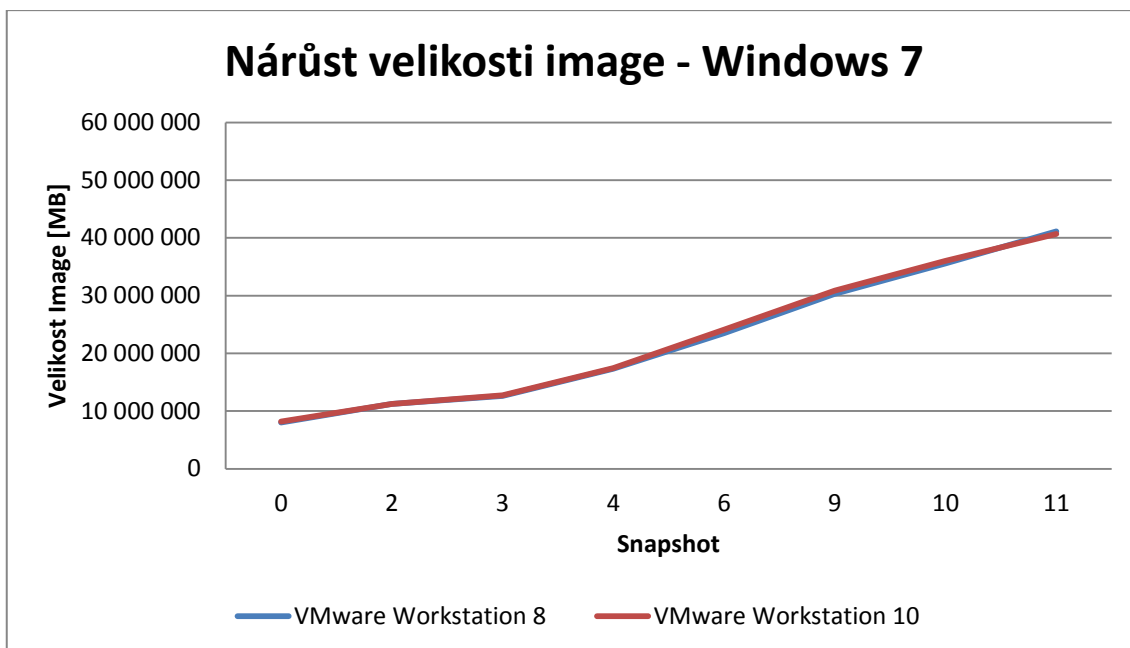


**Graf č. 1: Znárodnění nárůstu velikosti image Windows XP**

(vlastní)

Po snapshotu 0, který je vytvořen ihned po instalaci dosahuje rozdíl velikosti image mezi verzemi cca 100 MB. S narůstajícím počtem snapshotů vykazuje verze 10 mírně lepší výsledky. Po finálním snapshotu je rozdíl mezi verzemi circa 1 GB, což je vzhledem k celkové potřebné kapacitě přibližně 5% ve prospěch novější verze. V tomto případě dochází tedy k určitému, i když nepříliš výraznému, zlepšení.

### Windows 7

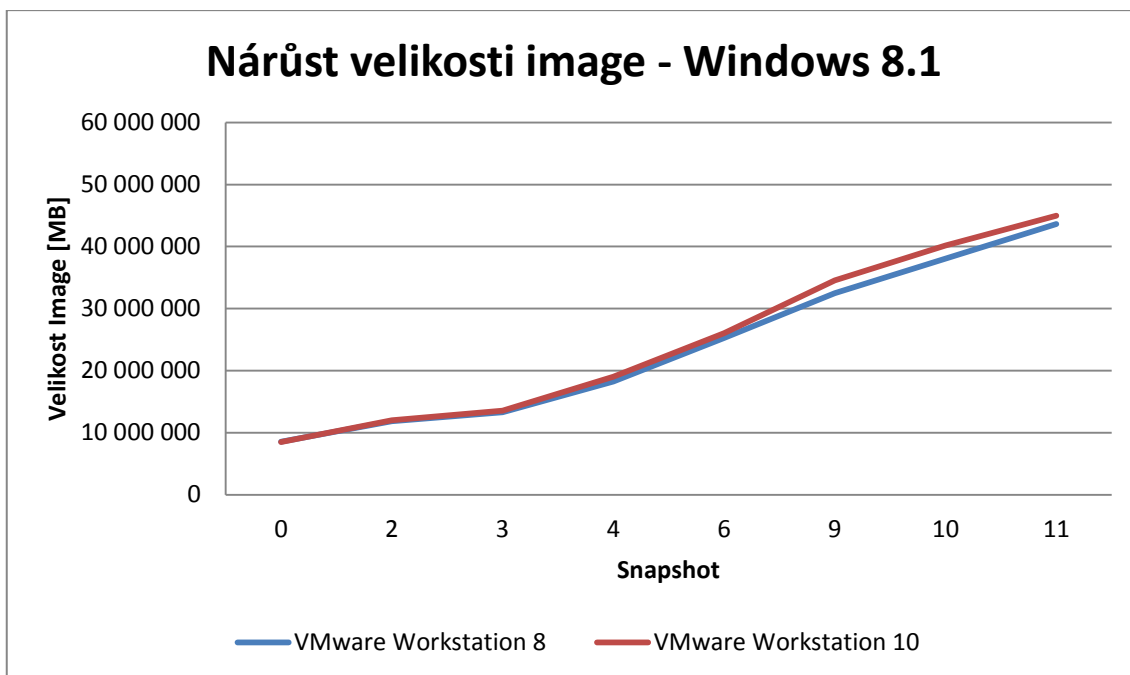


**Graf č. 2: Znárodnění nárůstu velikosti image Windows 7**

(vlastní)

Po prvním snapshotu je image verze 10 mírně větší. S narůstajícím počtem snapshotů, se opět projevuje optimalizovaná správa potřebné kapacity, ovšem finální rozdíl je téměř zanedbatelný. Novější verze dosahuje pouze 1% zlepšení. Je však možné, že při velmi vysokém počtu snapshotů, by rozdíl mohl narůstat.

#### Windows 8.1

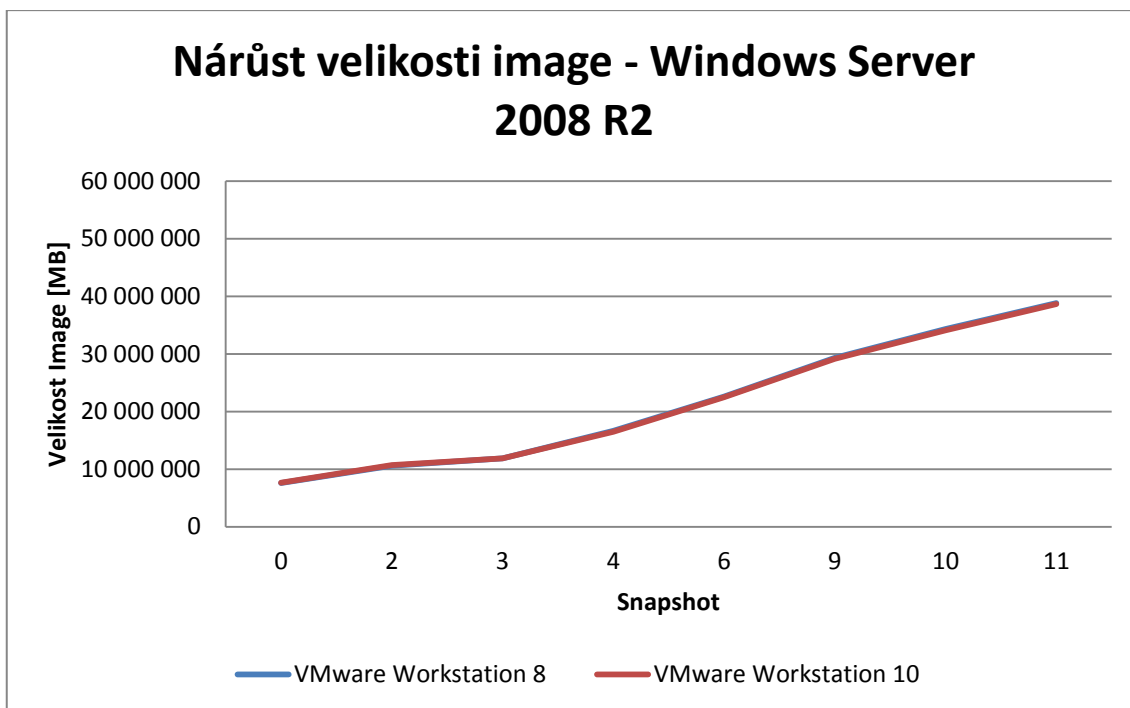


**Graf č. 3: Znázornění nárůstu velikosti image Windows 8.1**

(vlastní)

Windows 8.1 jako jediný operační systém ze zvoleného portfolia, nevykazuje ani mírné zlepšení. Naopak, finální velikost je cca o 1,3 GB větší, což představuje 3 % propad ve výkonnosti Workstation 10 proti Workstation 8. Opět se tedy nejedná o markantní rozdíl. Jedná se o překvapivý výsledek vzhledem k tomu, že Windows 8.1 jsou ve Workstation 10 nativně podporovány a tudíž by mělo být možné dosahovat lepších výsledků než se staršími verzemi VMware.

Windows Server 2008 R2

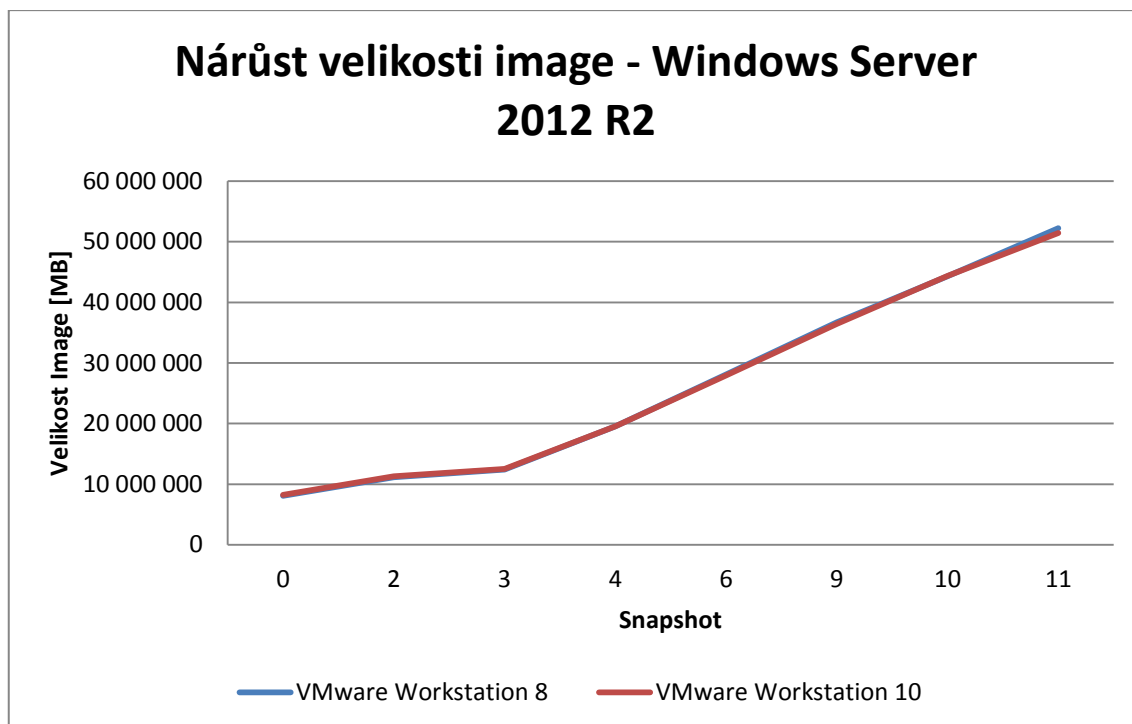


**Graf č. 4: Znázornění nárůstu velikosti image Windows Server 2008 R2**

(vlastní)

Jak je jasně zřetelné z grafu, u tohoto operačního systému se jedná o téměř identický průběh u obou verzí VMware Workstation. V absolutních číslech vykazuje novější verze nepatrně lepší hodnoty – cca 200 MB. Jedná se tedy o mírné zlepšení.

#### Windows Server 2012 R2



**Graf č. 5: Znázornění nárůstu velikosti image Windows Server 2012 R2**

(vlastní)

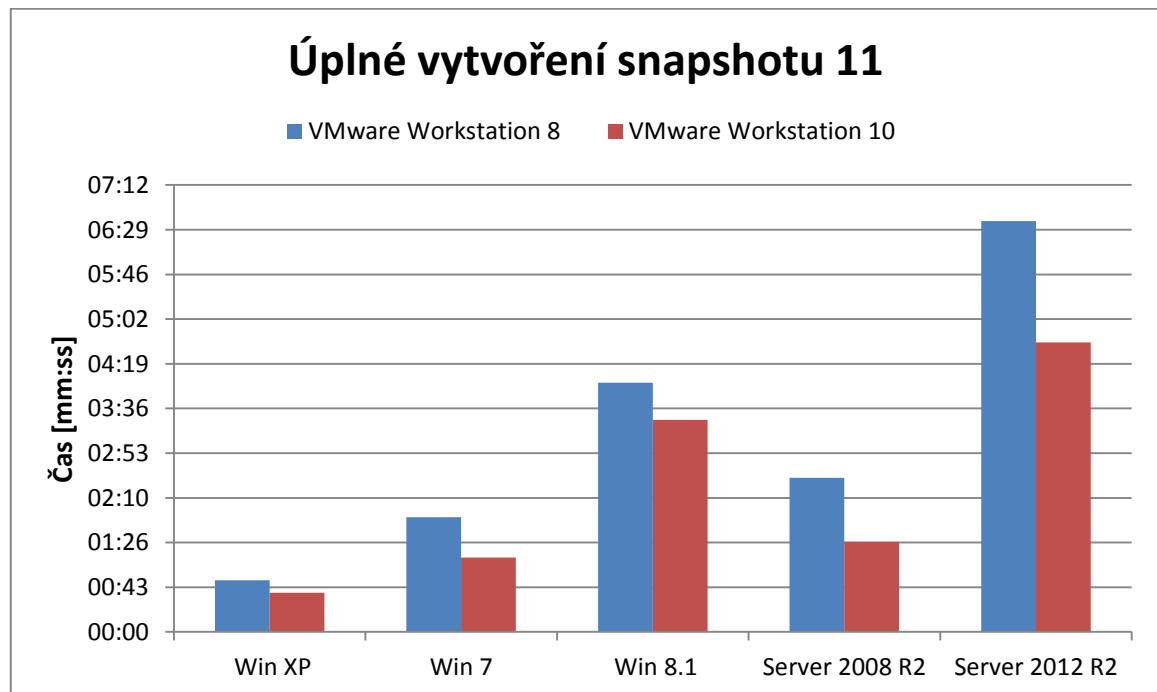
U Windows Server 2012 R2 dochází k obdobnému vývoji jako u Serveru 2008. Po snapshotu 0 je image u aktuální verze Workstation mírně větší, v následujících snapshotech vykazují obě dvě verze obdobné hodnoty. Finální velikost je menší u Workstation 10 – přibližně 1,5 %. Opět se tedy jedná o zanedbatelný posun. Nedochází zde však k situaci jako Windows 8.1. Server 2012 R2 je taktéž nativně podporován až ve VMware Workstation 10.

Z výše uvedených grafů a výsledků měření je patrné, že u zvoleného portfolia operačních systémů je přínos optimalizované správy snapshotů pouze velmi malý. Nejlepší výsledky byly naměřeny u systému Windows XP. I přesto, že je uživatelská základna (i přes stáří) tohoto systému poměrně velká, Microsoft již ukončil technickou podporu a do budoucna je nevyhnutelný obrovský pokles zastoupení mezi uživateli a s tím spojená frekvence a význam pro testování na této platformě. Naopak u operačního systému Windows 8.1, kde se očekává další masivní nárůst uživatelského zastoupení, nevykazuje nová verze VMware Workstation 10 žádné měřitelné zlepšení. Optimalizace správy snapshotů z kapacitního hlediska sama o sobě není v momentálních podmínkách důvodem pro upgrade na novou verzi.

### 4.3 Výsledky měření rychlosti revertu a mazání

Tato podkapitola zachycuje a hodnotí naměřené doby potřebné pro sledované operace s testovanými image. Na jednotlivých grafech je vždy zachycena daná operace, a to u celé sady měřených operačních systémů a v obou testovaných verzích VMware Workstation.

#### Úplné vytvoření snapshotu 11

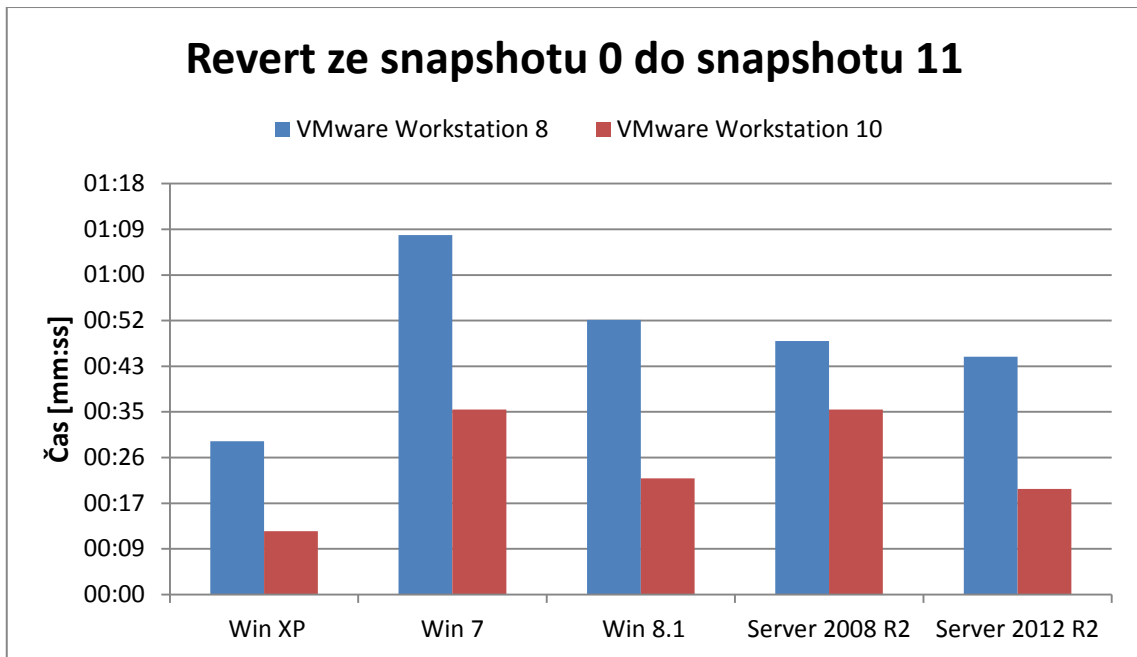


**Graf č. 6: Rychlost úplného vytvoření snapshotu 11**

(vlastní)

Na výše uvedeném grafu je zachycena doba potřebná pro úplné vytvoření snapshotu 11. VMware Workstation při vytváření snapshotu ve spuštěném stavu je schopen instantně vytvořit nejprve „částečný“ snapshot, a poté za chodu, jen za využití malé části systémových prostředků, ukládat na pozadí, kdy je možné s virtuálním strojem pracovat. Jedná se tedy o poměrně časově náročnou operaci, ale protože je možné se strojem dále pracovat, není doba vytvoření pro reálné využití u testování kritická. Měření je tedy pouze čistě informativního charakteru. U všech operačních systémů je zřetelné zrychlení u verze Workstation 10. V některých případech dosahuje zrychlení až 41 % – Windows Server 2008 R2.

## Revert ze snapshotu 0 do snapshotu 11

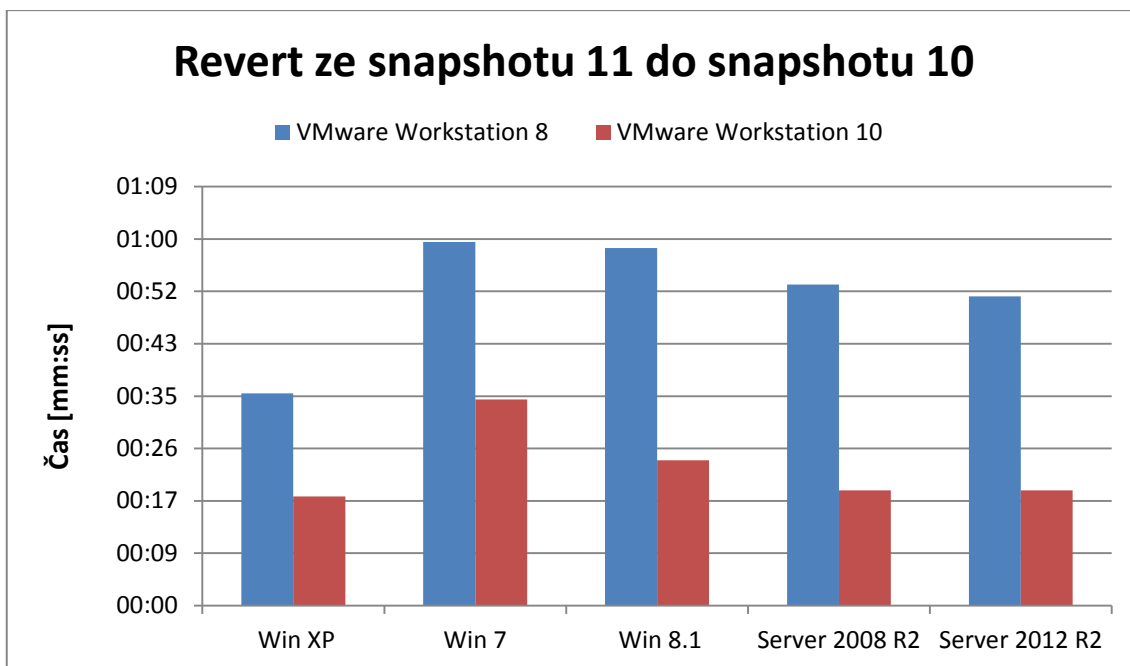


**Graf č. 7: Rychlost revertu ze snapshotu 0 do snapshotu 11**

(vlastní)

Jedna z nejpoužívanějších operací prováděných s virtuálním strojem při testování software. U všech operačních systémů je značný nárůst výkonu na VMware Workstation 10. Spolu s Windows XP je nejmarkantnější zrychlení hlavně u nejmodernějších systémů Windows 8.1 a Server 2012 R2, kde se projevila nativní podpora virtualizační platformy. Zde postačují novější verze i méně než poloviční časy oproti svému předchůdci.

## Revert ze snapshotu 11 do snapshotu 10

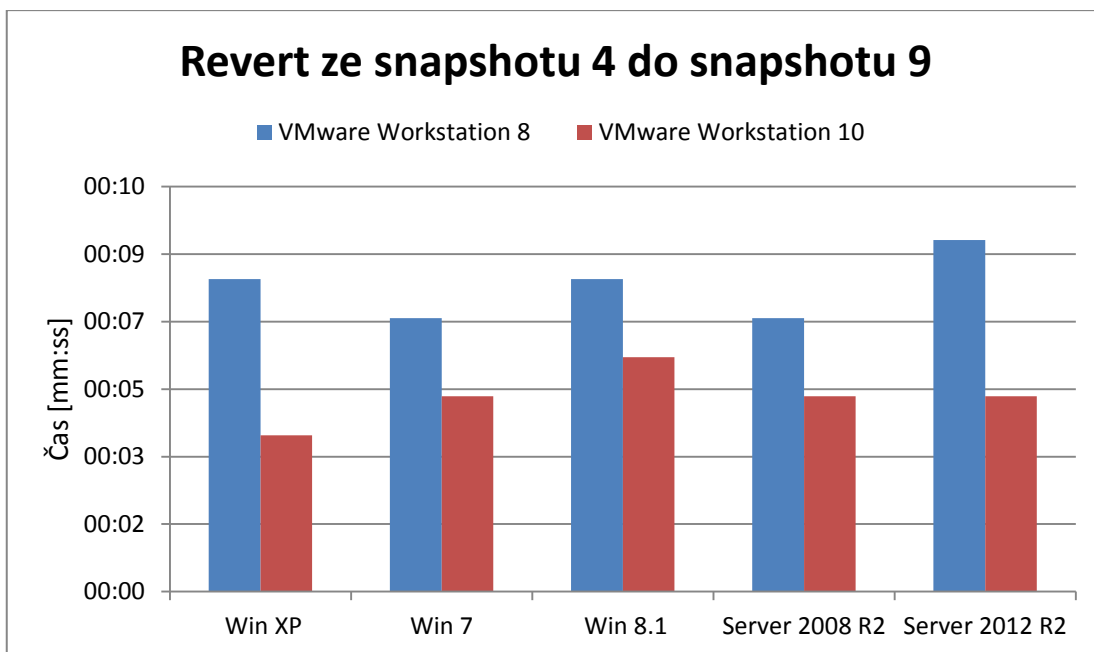


**Graf č. 8: Rychlost revertu ze snapshotu 11 do snapshotu 10**

(vlastní)

Nejfrekventovanější typ revertu. Obdobně jako v předchozím případě je VMware 10 dosahuje mnohem rychlejších časů než starší verze. Největší rozdíl je možné zaznamenat u Windows Server 2008 R2, kde dosahuje téměř 65 % zrychlení. Opět je znatelná nativní podpora Windows 8.1 a Server 2012 R2, kde zlepšení dosahuje kolem 60 %.

#### Revert ze snapshotu 4 do snapshotu 9

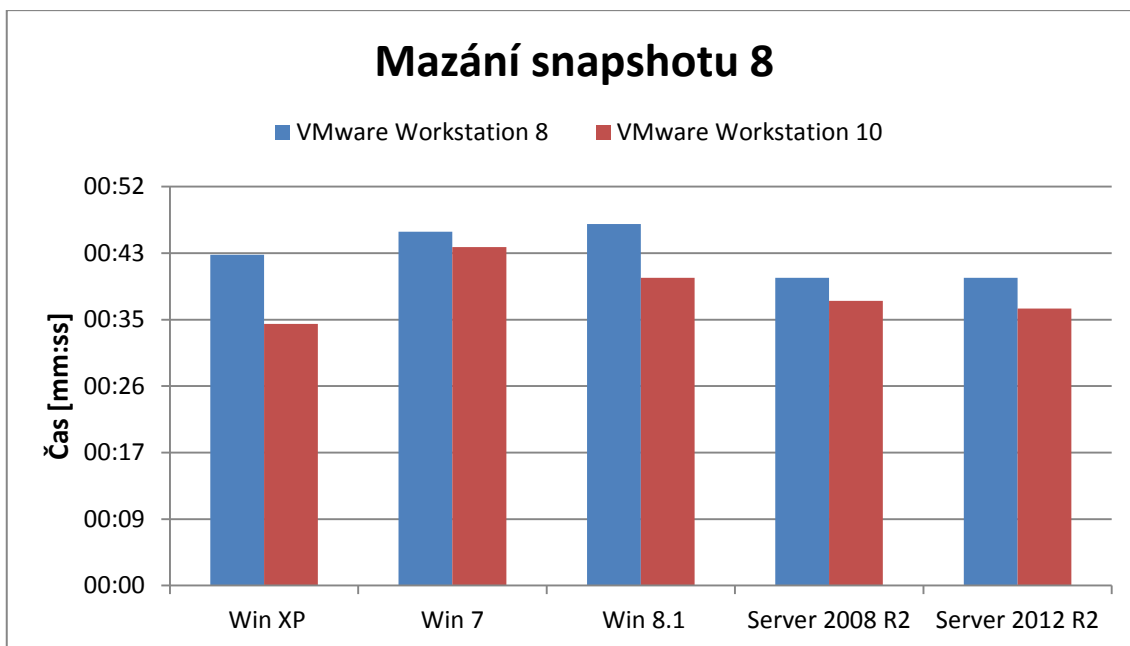


**Graf č. 9: Rychlost revertu ze snapshotu 4 do snapshotu 9**

(vlastní)

Jedná se o velmi rychlou operaci v řádech sekund, která příliš neovlivňuje efektivitu testování. Měření má proto pouze čistě informativní charakter. Přesto je opět možné pozorovat zlepšení u Workstation 10 oproti Workstation 8.

#### Mazání snapshotu 8



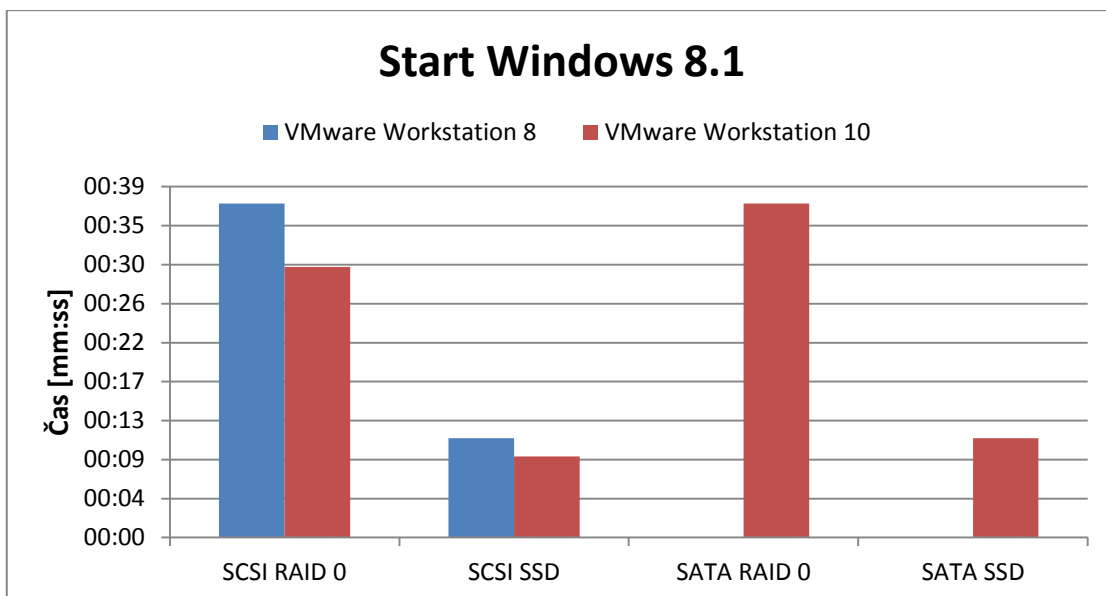
**Graf č. 10: Rychlost mazání snapshotu 8**

(vlastní)

Časově poměrně náročná operace, zejména při mazání více snapshotů naráz. Z grafu je patrné, že rozdíly mezi jednotlivými operačními systémy jsou minimální. Rozdíl mezi verzemi je sice patrný, ale nikterak velký.

#### 4.4 Výsledky měření startu a restartu Windows 8.1

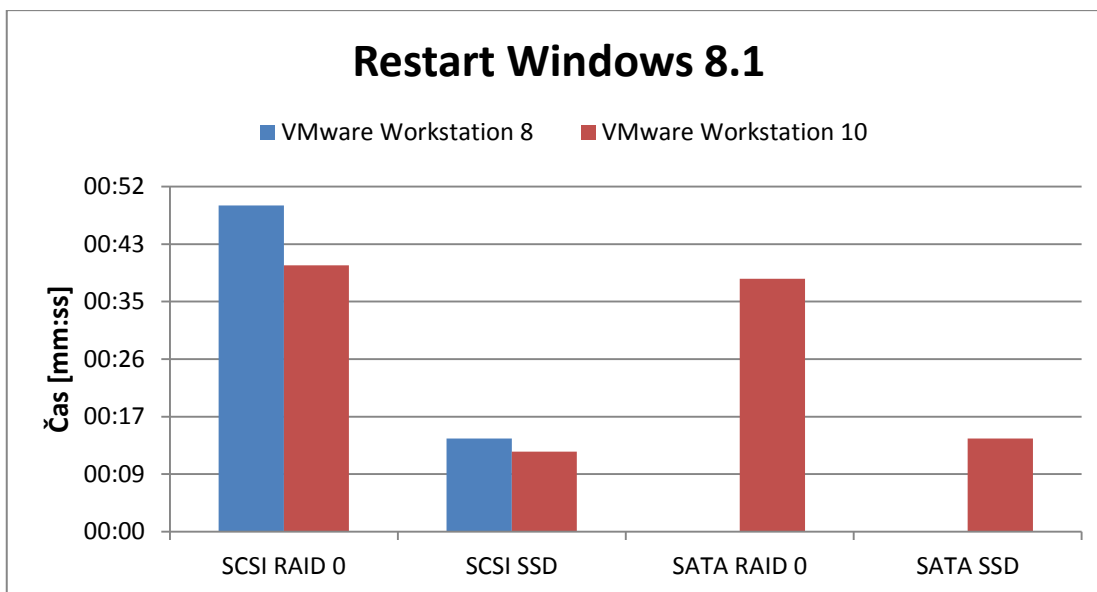
Tato měřená charakteristika zachycuje vliv použití rozdílných řadičů a pevných disků na rychlost virtuálního stroje. Testovány byly čtyři varianty ve dvou testech – studený start OS a restart OS. Pro VMware Workstation 10 probíhalo měření jak na klasickém, tak SSD disku při použití SCSI řadiče i nově dostupného SATA řadiče. U VMware Workstation 8 byly taktéž měřeny oba typy disků, ale pouze na SCSI. Emulace SATA řadiče není podporována. Jako testovaný operační systém jsou záměrně použity Windows 8.1, které jsou optimalizovány pro použití SSD disků.



**Graf č. 11: Rychlost startu Windows 8.1**

(vlastní)

Na grafu uvedeném výše, jsou výsledky měření startu Windows 8.1 na různých konfiguracích. Na první pohled je zřetelné, že uložení image na SSD disku hosta má na rychlost spuštění obrovský vliv. Naopak nový virtuální SATA řadič, dostupný ve VMware 10, má na rychlost virtuálního stroje negativní vliv a to na obou typech disků. Rozdíl není nijak velký, ale Workstation 10 dosahuje v obou případech lepších výsledků.



**Graf č. 12: Rychlost restartu Windows 8.1**

(vlastní)

U restartu je situace obdobná jako u studeného startu. Na SSD dochází k velmi významnému zrychlení, SATA řadič má opět spíše negativní vliv na rychlost restartu. VMware Workstation 8 je opět mírně pomalejší než novější verze 10.

Naměřené hodnoty jasně ukazují na nesporné výkonnostní výhody u SSD disku a to u všech testovaných variant. Mimo měřených charakteristik je také jasně zřetelná mnohem rychlejší kompletní odezva operačního systému při práci s virtuálním strojem. Emulátor SATA řadiče neposkytuje žádnou výkonnostní výhodu, využití proto nachází spíše pro specifické případy testování, kdy je nutné využití specifického typu řadiče. Další novou funkcí, kterou disponuje VMware Workstation 10 je SSD pass-through. Hostovaný operační systém Windows 8.1 je tak schopen rozeznat, že je spuštěn ze SSD a chová se stejně, jako by se jednalo o reálný SSD disk – optimalizace chodu, vypnutí defragmentace apod. Bez této funkce, která ve Workstation 8 chybí, Windows nedetekuje SSD a přistupuje k němu jako ke klasickému, i když velmi rychlému, pevnému disku. To může mít negativní vliv na reálný disk hostitelského stroje, zejména z hlediska životnosti paměťových buněk u SSD, které jsou na toto chování velmi náchylné. Výhody upgrade jsou tedy především nevýkonnostního charakteru, a to zejména při spuštění image ze SSD disků.

## 4.5 Další přínosy upgrade

Spolu s přímo měřitelnými přínosy, jako je optimalizovaná práce se snapshoty, přináší upgrade na VMware Workstation 10 také další pozitivní aspekty, které mají pozitivní vliv na produktivitu testování. Především v budoucím vývoji:

- nativní podpora Windows 8.1, Server 2012 R2 + nových verzí mnoha linuxových distribucí (Ubuntu, Fedora, Redhat)
- podpora až 16jádrových logických CPU, a 8 TB virtuálních pevných disků
- podpora USB 3.0

Mimo tyto funkce je nově přidána podpora formátu .ovf, virtuálních senzorů u tabletu (gyroskop, světelný senzor, kompas), expirace virtuálních strojů a další. Tyto funkce však nejsou v současné době pro testování software v AVG relevantní.

## 4.6 Nevýhody upgrade

Při přechodu na novou verzi takto komplexního software není možné se vyhnout také určitým komplikacím.

Mimo nutnosti reinstalace samotného virtualizačního nástroje, tedy VMware Workstation, je nutné znovu vytvořit nebo upgradovat také všechny virtuální stroje. Je sice možné spouštět starší image na novější verzi Workstation, ale není možno těžit z benefitů novější verze. V AVG se v současné době jedná o několik stovek strojů pro testování, které by bylo třeba upgradovat.

Dalším problémem je absence přímého nahrávání videa obrazovky virtuálního stroje. Tato velmi užitečná funkce ve Workstation 10 chybí, a dle VMware Inc. se neplánuje její opětovná implementace. Pro účely testování jde o poměrně využívanou funkci, která velmi usnadňovala komunikaci mezi jednotlivými týmy – jedno několikasekundové video je mnohdy užitečnější a názornější než dlouhý slovní popis. Absence této funkce je nutné nahradit produktem třetí strany. Vhodným kandidátem je multimediální přehrávač VLC, jenž disponuje velmi kvalitním nástrojem na nahrávání desktopu a s virtuálními stroji bez problému pracuje.

#### **4.6.1 VLC**

Využití kombinace Workstation 10 + VLC oproti funkci integrovaného nahrávání ve Workstation 8, nepředstavuje žádné významné komplikace. Program disponuje přehledným a srozumitelným uživatelským rozhraním. Není tak nutné dodatečné školení uživatelů. Naopak, obraz nahrávaného videa dosahuje mnohem lepší kvality, zejména díky použití externích kodeků. Instalační balíky VLC jsou volně dostupné na internetu, instalace na testerské pracovní stanice by tak bylo možné provést současně s upgradem Workstation 10. VLC je open-source multimediální přehrávač, jeho využití by tedy nepředstavovalo žádné dodatečné náklady na licence.

### **4.7 Ekonomické aspekty upgrade**

AVG Technologies se pohybuje na poli vysoce konkurenčního prostředí. Z tohoto důvodu vnitropodniková politika neumožňuje zveřejnění jakýchkoliv konkrétních finančních nákladů souvisejících s investicí do upgradu na novější verzi VMware Workstation. Návrh investice do upgrade je velmi komplikované vyčíslit i z obecného hlediska pro globální použití. V praxi má každý subjekt samozřejmě specifické nároky a rozdílné náklady na využití svých zdrojů.

Při použití nejobecnějších dostupných dat je možné dojít k částečné kalkulaci tohoto problému. Dle Informačního systému o průměrném výdělků spravovaného MPSV ČR jsou mzdové náklady společností na specialistu v oblasti testování softwaru a příbuzných pracovníků průměrně 44 063 Kč. Cena jedné licence VMware Workstation 10 při upgradu z Workstation 8 / Workstation 9 je stanovena na 110 € (cca 3000 Kč). Proto i při malých nárůstech produktivity (5–10 %) dochází k návratnosti investice v řádech několika týdnů. (20), (21)

### **4.8 Doporučení pro společnost**

Dosažené výsledky měření výkonu při operacích se snapshoty, které jsou hlavním faktorem pro efektivitu testování za využití virtualizace, zřetelně ukazují výkonnostní náskok u VMware Workstation 10, a to především u nových operačních systémů jako

Windows 8.1 a Windows Server 2012 R2, jejichž význam pro testování bude do budoucna významně narůstat.

Vzhledem k ostatním benefitům nevýkonnostního charakteru a minimu negativních dopadů, za současných podmínek jednoznačně doporučuji upgrade virtualizačního nástroje VMware na verzi Workstation 10.

## **4.9 Postup upgrade na VMware Workstation 10**

Postup případného procesu upgrade na VMware Workstation 10 pro oddělení Engineering Operations (EO) jsem s ohledem na interní firemní politiku sestavil do 10 klíčových úkolů. Dílčí odpovědnost za tyto úkoly ponese zaměstnanci, kteří budou daný úkol provádět. Celkovou odpovědnost za proces upgradu ponese pracovník na pozici EO Teamleader a pracovník na pozici Internal Systems Administrator (IS Administrator).

Upgrade bude financován z rozpočtu, který byl oddělení EO přidělen na rok 2014. Investice bude obsahovat 200 licencí na VMware Workstation 10 typu Upgrade from Workstation 8/9<sup>9</sup> s kompletní technickou podporou. Ihned bude využito cca 180 licencí, zbytek bude sloužit jako budoucí rezerva.

Celý proces upgrade proběhne v jediné etapě, a to časovém horizontu maximálně 16 pracovních dní. Časový průběh znázorňuje Ganttův diagram procesu upgrade. Dále následuje detailní popis jednotlivých klíčových úkolů.

---

<sup>9</sup> Upgrade from Workstation 8/9 - upgrade licence; využitelné pouze pro předchozí vlastníky licence na VMware Workstation 8 nebo VMware Workstation 9

ID	Název úkolu	Doba trvání	Časová osa [pracovní dny]																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Vytvoření požadavku – EO Teamleader	1d.	█																
2	Schválení požadavku – EO Director	1d.		█															
3	Požadavek objednávky – IS Administrator	1d.			█														
4	Příprava objednávky licencí – Technology Dept.	1d.				█													
5	Vyřízení objednávky licencí – Technology Dept.	5d.					█	█	█	█	█								
6	Distribuce licencí – Technology Dept.	1d.																█	
7	Distribuce instal. balíku – Technology Dept.	1d.																█	
8	Upgrade – Test Engineers + IS Administrator	3d.																█	
9	Post-upgrade procesy – IS Administrator	2d.																█	
10	Report z upgrade procesu – IS Administrator	1d.																█	

**Diagram č. 1: Ganttův diagram procesu upgrade**

(vlastní)

- 1) Vytvoření požadavku na upgrade pracovníkem na pozici EO Teamleader k formálnímu schválení
- 2) Formální schválení požadavku na upgrade vedoucím oddělení – EO Director
- 3) Vytvoření požadavku (ticket) na objednávku licencí v informačním systému společnosti AVG pracovníkem na pozici IS Administrator
- 4) Převzetí požadavku na objednávku licencí v informačním systému společnosti AVG pracovníkem oddělení Technology
- 5) Vyřízení objednávky licencí u společnosti VMware Inc. pracovníkem oddělení Technology
- 6) Distribuce nových licencí prostřednictvím emailu všem cílovým zaměstnancům
- 7) Vystavení instalačního balíku VMware Workstation 10 pracovníkem oddělení Technology na firemní sdílené síťové uložení
- 8) Vlastní upgrade VMware Workstation; všichni pracovníci jsou dostatečně kvalifikovaní na provedení upgrade na vlastní pracovní stanici, IS Administrator bude sloužit pouze jako koordinátor a případná technická podpora při nestandardních situacích
- 9) Post-upgrade procesy jako je instalace minoritních update
- 10) Zhodnocení procesu upgrade a sestavení reportu pro další účely pracovníkem IS Administrator

## Závěr

Cílem této bakalářské práce byl návrh řešení optimalizace virtuálního prostředí využívané testerskými týmy Engineering Operations, společnosti AVG Technologies CZ, za účelem zvýšení produktivity a efektivního využití jak lidských, tak materiálních zdrojů.

Vlastním řešením optimalizace virtuálního prostředí a předložením návrhu upgradu virtualizačního nástroje pro manuální testování z VMware Workstation 8 na VMware Workstation 10 jsem úspěšně splnil dané cíle.

Veškeré poznatky se opírají o měření výkonnostních charakteristik, které jsou stěžejní částí mého návrhu. Jako testovací prostředí pro uvedená měření jsem vytvořil sadu virtuálních strojů specifickou pro potřeby softwarového testování v AVG Technologies, avšak uvedené výsledky měření lze v určité míře aplikovat i v jiných společnostech nebo odvětvích.

Z uvedených výsledků měření lze konstatovat, že optimalizovaná správa velikosti virtuálního stroje s narůstajícím počtem snapshotů nepřinesla očekávané zlepšení a bylo dosaženo v podstatě obdobných výsledků. Avšak nárůst výkonu mezi verzemi při práci se snapshoty, což je nejdůležitější oblast pro zvýšení produktivity, mnohdy přesahuje i 50 %. Ostatní pozitivní neměřitelné aspekty upgrade, jako je podpora nových technologií a operačních systémů, jsou především investicí do budoucna. Negativní aspekty, jako je nutnost konverze všech momentálních virtuálních strojů na novou verzi, nepředstavují vážnější problém.

I když není možné, z důvodu utajení interních informací, publikovat konkrétní vyčíslení investice do upgradu, lze očekávat její návratnost ve velmi krátkém časovém horizontu.

Z výše uvedeného vyplývá, že za současných podmínek jednoznačně oddělení Engineering Operations doporučuji upgrade na VMware Workstation 10 jako vhodné řešení pro zvýšení produktivity.

## Seznam použité literatury

- (1) Virtualization Basics: How Virtualization Works. *VMware* [online]. 2014 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z:  
<http://www.VMware.com/virtualization/virtualization-basics/how-virtualization-works.html>
- (2) Introduction to Virtualization: Brief History of Virtualization. *Docs.oracle.com* [online]. Editor Ulrike Lakemeier. Překlad Dorothea Noisternig. 2012 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
[http://docs.oracle.com/cd/E26996\\_01/E18549/html/VMUSG1010.html](http://docs.oracle.com/cd/E26996_01/E18549/html/VMUSG1010.html)
- (3) CONROY, Sean P. History of Virtualization. *Everything VM* [online]. 2010 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.everythingvm.com/content/history-virtualization>
- (4) Top 10 benefits of server virtualization: Help move things to the cloud. In: MARSHALL, David. *InfoWorld* [online]. 2011 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
<http://www.infoworld.com/d/virtualization/top-10-benefits-server-virtualization-177828?page=0,3>
- (5) Why Virtualize HPC?. In: SIMONS, Josh. *Office of the CTO* [online]. 2010 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://cto.VMware.com/why-virtualize-hpc/>
- (6) Virtualization Overview. *VMware.com* [online]. 2014 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.VMware.com/pdf/virtualization.pdf>
- (7) Understanding Full Virtualization, Paravirtualization and Hardware Assist. *VMware.com* [online]. 2014 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
[http://www.VMware.com/files/pdf/VMware\\_paravirtualization.pdf](http://www.VMware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf)
- (8) Virtualizace (opět) jako paradigma pro datacentra. In: GÖSSEL, František. *Novell.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
<http://www.novell.cz/cs/aktuality/technicke-clanky/virtualizace-opet-jako-paradigma-pro-datacentra.html>
- (9) Oracle Solaris Virtualization. In: *Oracle.com* [online]. 2014 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/solaris/overview/virtualization-163570.html>

- (10) Virtualization Basics. In: *Itechthoughts.files.wordpress.com* [online]. 2014 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
<http://itechthoughts.files.wordpress.com/2009/11/vbasics11.png>
- (11) Host-based virtual machine. In: ROUSE, Margaret.  
*Searchvirtualdesktop.techtarget.com* [online]. 2011 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://searchvirtualdesktop.techtarget.com/definition/Host-Based-Virtual-Machine>
- (12) Is Server Virtualization The New Clustering?: Virtualization: The New Computing Cluster. In: STORM, David. *Tomshardware.co.uk: The authority on tech* [online]. 2010 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
<http://www.tomshardware.co.uk/server-virtualization-computer-cluster,review-32080.html>
- (13) What is cloud computing?. In: PRITCHARD, Stephen. *Itpro.co.uk: IT analysis.Business insight* [online]. 2010 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
<http://www.itpro.co.uk/627952/what-is-cloud-computing>
- (14) SUCIU, George, Simona HALUNGA, Anca APOSTU, Alexandru VULPE a Gyorgy TODORAN. Cloud Computing as Evolution of Distributed Computing - A Case Study for SlapOS Distributed Cloud Computing Platform. *Informatica Economica* [online]. 2013-12-30, vol. 17, 4/2013, s. 109-122 [cit. 2014-02-09]. DOI: 10.12948/issn14531305/17.4.2013.10. Dostupné z:  
<http://www.revistaie.ase.ro/content/68/10%20-%20Suciu,%20Halunga,%20Apostu.pdf>
- (15) VCloud Connector. In: *VMware.com* [online]. 2014 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.VMware.com/files/images/vcloud-connector/vmw-dgrm-vcloud-connector-one-cloud-lg.jpg>
- (16) *Software testing* [online]. 2014 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: [tutorialspoint.com](http://tutorialspoint.com)
- (17) Pros and Cons of Using Virtualization in Software Testing. *Apriorit.com: Advanced software & reaserch development* [online]. 2014 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: [http://www.apriorit.com/qa-blog/223-virtualization-in-testing#\\_Toc284253594](http://www.apriorit.com/qa-blog/223-virtualization-in-testing#_Toc284253594)

- (18) Testování softwaru. ZELINKA, Bořek. *D3s.mff.cuni.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
[http://d3s.mff.cuni.cz/teaching/commercial\\_workshops/previous/1213/zelinka-zajisteni\\_kvality\\_softwarovych\\_produkту.pdf](http://d3s.mff.cuni.cz/teaching/commercial_workshops/previous/1213/zelinka-zajisteni_kvality_softwarovych_produkту.pdf)
- (19) Profil Společnosti. *Avg.com* [online]. Oficiální stránky společnosti AVG Technologies CZ. Poslední změna 2013 [cit. 12. 4. 2013]. Dostupné z:  
<http://www.avg.com/cz-cs/avg-company-profile>
- (20) Aktuální výsledky šetření: Mzdová sféra ČR. *ISPV: Informační systém o průměrném výdělku* [online]. 2014 [cit. 2014-05-30]. Dostupné z:  
<http://www.ispv.cz/cz/Vysledky-setreni/Aktualni.aspx>
- (21) Upgrade to VMware Workstation 10. *Store.VMware.com* [online]. 2014 [cit. 2014-05-30]. Dostupné z:  
[http://store.VMware.com/DRHM/store?Action=DisplayProductDetailsPage&SiteID=vmwde&Locale=en\\_IE&ThemeID=29219600&Env=BASE&productID=286328100&src=eBIZ\\_StoreHome\\_Hero3\\_Workstation\\_Upgrade\\_EU](http://store.VMware.com/DRHM/store?Action=DisplayProductDetailsPage&SiteID=vmwde&Locale=en_IE&ThemeID=29219600&Env=BASE&productID=286328100&src=eBIZ_StoreHome_Hero3_Workstation_Upgrade_EU)
- (22) WOLF, Chris a Erick M HALTER. *Virtualization: from the desktop to the enterprise*. New York, NY: Distributed in U.S. by Springer-Verlag New York, 2005, 559 p. ISBN 978-159-0594-957.
- (23) RUEST, Danielle a Nelson RUEST. *Virtualizace: podrobný průvodce*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 408 s. ISBN 978-80-251-2676-9.

## Seznam použitých tabulek, obrázků, grafů a diagramů

Tabulka č.1: Konfigurace testerské stanice .....	31
Obrázek č.1: Server před a po využití virtualizace .....	12
Obrázek č.2: Migrace virtuálních strojů pomocí vMotion .....	16
Obrázek č.3: Schéma fungování paravirtualizace.....	18
Obrázek č.4: Porovnání host-based a bare-metal architektury .....	19
Obrázek č.5: Schéma virtualizace na úrovni operačního systému .....	20
Obrázek č.6: Schéma cloudového řešení .....	22
Obrázek č.7: Schéma hybridního cloudu .....	23
Obrázek č.8: Znázornění nákladů na opravu chyby v časovém horizontu .....	25
Obrázek č.9: Schéma virtualizované platformy na aut. testování .....	32
Obrázek č.10: Schéma struktury stromu snapshotů .....	34
Graf č.1: Znázornění nárůstu velikosti image Windows XP .....	37
Graf č.2: Znázornění nárůstu velikosti image Windows 7 .....	38
Graf č.3: Znázornění nárůstu velikosti image Windows 8.1 .....	39
Graf č.4: Znázornění nárůstu velikosti image Windows Server 2008 R2 .....	40
Graf č.5: Znázornění nárůstu velikosti image Windows Server 2012 R2 .....	41
Graf č.6: Rychlost úplného vytvoření snapshotu 11 .....	42
Graf č.7: Rychlost revertu ze snapshotu 0 do snapshotu 11 .....	43
Graf č.8: Rychlost revertu ze snapshotu 11 do snapshotu 10 .....	44
Graf č.9: Rychlost revertu ze snapshotu 4 do snapshotu 9 .....	45
Graf č.10: Rychlost mazání snapshotu 8 .....	46
Graf č.11: Rychlost startu Windows 8.1 .....	47
Graf č.12: Rychlost restartu Windows 8.1.....	48
Diagram č.1: Ganttův diagram procesu upgrade .....	52

# **PŘÍLOHY**

## **Seznam příloh**

Příloha č.1: Výsledky měření výkonnostních charakteristik .....I

## Příloha č.1: Výsledky měření výkonnostních charakteristik

Vytváření snapshotu 11 [mm:ss]					
	Win XP	Win 7	Win 8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	00:50	01:51	04:01	02:29	06:37
VMware Workstation 10	00:38	01:12	03:25	01:27	04:40

Revert ze snapshotu 0 do snapshotu 11 [mm:ss]					
	Win XP	Win 7	Win 8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	00:29	01:08	00:52	00:48	00:45
VMware Workstation 10	00:12	00:35	00:22	00:35	00:20

Revert ze snapshotu 11 do snapshotu 10 [mm:ss]					
	Win XP	Win 7	Win 8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	00:35	01:00	00:59	00:53	00:51
VMware Workstation 10	00:18	00:34	00:24	00:19	00:19

Revert ze snapshotu 4 do snapshotu 9 [mm:ss]					
	Win XP	Win 7	Win 8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	00:08	00:07	00:08	00:07	00:09
VMware Workstation 10	00:04	00:05	00:06	00:05	00:05

Revert ze snapshotu 9 do snapshotu 6 [mm:ss]					
	Win XP	Win 7	Win 8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	00:25	00:40	00:35	00:40	00:34
VMware Workstation 10	00:11	00:23	00:24	00:22	00:24

Mazání snapshotu 4 z post-snapshotu 4 [mm:ss]					
	Win XP	Win 7	Win 8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	00:38	00:41	01:02	00:42	00:39
VMware Workstation 10	00:27	00:32	00:50	00:38	00:28

Mazání snapshotu 8 ze snapshotu 11 [mm:ss]					
	Win XP	Win 7	Win 8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	00:43	01:06	00:47	00:40	00:40
VMware Workstation 10	00:34	00:44	00:40	00:37	00:36

Velikost po snapshotu 0 [MB]					
	XP	7	8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	1 651 765	8 040 555	8 555 866	7 574 724	8 104 224
VMware Workstation 10	1 755 696	8 160 257	8 525 578	7 676 234	8 243 585

Velikost po snapshotu 2 [MB]					
	XP	7	8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	4 078 470	11 232 206	11 852 891	10 612 108	11 155 495
VMware Workstation 10	4 253 309	11 232 206	11 997 520	10 686 895	11 322 939

Velikost po snapshotu 3 [MB]					
	XP	7	8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	6 512 527	12 595 382	13 311 598	11 858 259	12 391 551
VMware Workstation 10	5 475 629	12 716 058	13 533 591	11 887 669	12 544 589

Velikost po snapshotu 4 [MB]					
	XP	7	8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	7 918 836	17 342 287	18 264 310	16 653 199	19 547 737
VMware Workstation 10	7 080 449	17 430 809	19 017 336	16 509 395	19 566 752

Velikost po snapshotu 6 [MB]					
	XP	7	8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	10 800 534	23 504 966	25 245 389	22 625 109	28 114 684
VMware Workstation 10	9 979 799	24 099 963	26 043 191	22 508 577	27 928 363

Velikost po snapshotu 9 [MB]					
	XP	7	8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	13 864 944	30 292 554	32 491 936	29 338 008	36 694 457
VMware Workstation 10	13 698 324	30 868 972	34 570 930	29 160 729	36 437 614

Velikost po snapshotu 10 [MB]					
	XP	7	8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	16 741 532	35 554 884	38 053 783	34 300 536	44 329 106
VMware Workstation 10	15 783 922	36 027 802	40 151 688	34 117 889	44 350 850

Velikost po snapshotu 11 [MB]					
	XP	7	8.1	Server 2008 R2	Server 2012 R2
VMware Workstation 8	18 260 572	41 147 088	43 640 459	38 832 939	52 207 040
VMware Workstation 10	17 295 997	40 690 167	44 950 830	38 637 484	51 417 727

Rychlost startu Win 8.1 [mm:ss]				
	SCSI RAID 0	SCSI SSD	SATA RAID 0	SATA SSD
VMware Workstation 8	00:37	00:11	/	/
VMware Workstation 10	00:30	00:09	00:37	00:11

Rychlost restartu Win 8.1 [mm:ss]				
	SCSI RAID 0	SCSI SSD	SATA RAID 0	SATA SSD
VMware Workstation 8	00:49	00:14	/	/
VMware Workstation 10	00:40	00:12	00:38	00:14