Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií

Bakalářská práce

Virtualizace koncových stanic v podnikovém prostředí

Matyáš Ševčík

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Matyáš Ševčík

Provoz a ekonomika

Název práce

Virtualizace koncových stanic v podnikovém prostředí

Název anglicky

Desktop virtualization in enterprise environment

Cíle práce

Shrnutí principů, výhod a vlastností technologií pro virtualizaci koncových stanic v rámci podniku. Srovnání parametrů řešení jednotlivých dodavatelů, stanovení základních faktorů výhodnosti zavedení virtualizovaného pracovního prostředí.

Metodika

Zpracování vlastností a výhod zavedení virtualizovaného pracovního prostředí v rámci příkladových podniků. Rozbor případových studií provedených společnosti AutoCont CZ a.s., konzultace se systémovými architekty a specialisty implementací řešení společností VMware a Citrix.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Virtualizace, Desktop, Server, Cloud, VMware, Citrix, Microsoft, ThinClient

---

Doporučené zdroje informací

BLOKDIJK, Gerald (2015). Desktop Virtualization – Simple Steps To Win, Insights And Opportunities For Maxing Out Success. Emereo Publishing ISBN 9781488847172

CARTWRIGHT, Ryan (2017). VMware Horizon 6 Desktop Virtualization Solutions. Packt Publishing ISBN 9781782170709

HUANG, Andrew (2013). Hacking The XBox: An Introduction To Reverse Engineering. No Starch Press Inc. ISBN 1593270291

MARINESCU, Dan (2017). Cloud Computing: Theory And Practice. Elsevier Science And Technology ISBN 9780128128107

PAUL, Andy (2014). Citrix XenApp 7.5 Desktop Virtualization Solutions. Packt Publishing ISBN 9781849689687

VAN CLEEFF, André. PIETERS, Wolter. WIERINGA, Roel (2009). Security Implications Of Virtualization: A Literature Study. IEEE ISBN 9781424453344

VON OVEN, Peter. COOMBS, Barry (2016). Mastering VMware Horizon 7 – Second Edition. Packt Publishing ISBN 9781786466396

WOLF, Chris. HALTER, Erick (2005). Virtualization: From The Desktop To The Enterprise. Apress ISBN 9781430200277

WOUTERS, Paul (2012). Virtual Knowledge. MIT University Press Group Ltd. ISBN 9780262517911

YAN, Li (2012). Development And Application Of Desktop Virtualization Technology. IEEE ISBN 9781612844855

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Mgr. Vladimír Očenášek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 11. 9. 2018

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Virtualizace koncových stanic v podnikovém prostředí" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

Poděkování

Tímto děkuji Ing. Mgr. Vladimíru Očenáškovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce. Mé poděkování patří také společnosti AUTOCONT a.s. a následujícím zaměstnancům. Jsou to systémoví specialisté, konzultanti a architekti Zdeněk Repaň a Aleš Hradec, kterým tímto děkuji za cenné rady z praxe a odborné konzultace týkající se praktické části této bakalářské práce. V neposlední řadě děkuji delivery manažerce Kateřině Kačírkové za možnost spolupráce na implementačních projektech souvisejících s obsahem této práce.

Virtualizace koncových stanic v podnikovém prostředí

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá virtualizací koncových stanic v rámci podniků, popisem daných technologií a praktickými vlastnostmi využití tohoto technologického řešení, déle přednostmi a nedostatky v porovnání s tradičními řešeními počítačových systémů koncových uživatelů.

V teoretické části práce jsou přiblíženy principy, formy a atributy virtualizace pracovního prostředí uživatele, spolu se základním seznámením s různými druhy, způsoby a vlastnostmi virtualizace samotné. Dále jsou zde zmíněni někteří dodavatelé daných řešení působící na českém trhu.

Praktická část této práce se věnuje konkrétnímu případu implementace řešení virtualizace desktopů ve společnosti Evektor a.s., zadanou k řešení společnosti AUTOCONT a.s.. Jsou popsány pořizovací a provozní náklady řešení zahrnující virtualizované desktopové prostředí v porovnání s teoretickými náklady a vlastnostmi nevirtualizované výpočetní infrastruktury dané společnosti. Práce dále popisuje průběh zavedení virtualizovaného desktopového prostředí a předpoklady, které musely být splněny pro efektivní a finančně výhodné zavedení daného řešení.

Klíčová slova: Virtualizace, VDI, Desktop, Server, Cloud, VMware, Citrix, Microsoft, ThinClient

Desktop virtualization in enterprise environment

Abstract

This bachelor thesis examines topic of desktop virtualization in enterprise environment, describes the given technologies and practical attributes of the desktop virtualization technology, benefits and drawbacks in comparison to conventional desktop environment.

Theoretical section of the thesis describes principles, forms and attributes of desktop virtualization, along with basic introduction to different forms, means and properties of virtualization. Number of selected contractors operating on Czech market are listed.

Practical section examines specific deployment case of desktop virtualization within company Evektor a.s., as processed by contractor company AUTOCONT a.s.. Acquisition and service expenses of virtual desktop environment are defined and compared to expenses of theoretical comparable conventional infrastructure solution. The thesis follows with course of deployment of the virtual desktop environment and with prerequisites needed for effective and expedient installation of given technology.

Keywords: Virtualization, VDI, Desktop, Server, Cloud, VMware, Citrix, Microsoft, ThinClient

Obsah

Úvod 12

Cíl práce a metodika 13

TEORETICKÁ VÝCHODISKA 14

Virtualizace 14

1) Emulace 14

2) Nativní virtualizace 16

a) Plná virtualizace 17

b) Paravirtualizace 17

c) Parciální virtualizace 18

3) Virtualizace na úrovni operačního systému 18

4) Virtualizace aplikací 19

5) Virtualizace uživatele 20

6) Využití virtualizace v rámci podniků 21

7) Dodavatelé virtualizačních řešení v České republice 22

Virtualizace koncových stanic 23

1) Host-based virtualizace 23

2) Client-based virtualizace 24

3) Faktory výhodné implementace virtualizace desktopů v podniku 25

a) Faktory režimu "čisté" implementace 25

b) Faktory režimu implementace v rámci zavedeného systému 26

VLASTNÍ PRÁCE 27

Úvod 27

Příprava 27

1) Cíle projektu 27

2) Souhrn požadavků 28

3) Porovnání možných dodavatelských řešení 28
a) Citrix XenServer, Virtual Desktop 28
b) VMware ESXi, vSphere, Horizon 29
Průběh 29
1) Zvolené technologické řešení 29
a) Hardware server-side 29
b) Hardware client-side 30
c) Software 30
2) Cena řešení 31
a) Hardware a náklady na montáž 31
b) Software a náklady na zavedení řešení do provozu 32
c) Zaškolení zaměstnanců IT správy zákazníka 32
3) Teoretické konvenční řešení, pořizovací náklady, provozní náklady 33
Porovnání řešení 33
1) Nákladové porovnání 34
a) Pořizovací náklady 34
b) Provozní náklady 34
2) Další porovnání řešení 34
a) Centralizace managementu 35
b) Bezpečnost dat 35
c) Dostupnost 36
Závěr 36
Seznam literatury 37
Seznam obrázků 38
Seznam tabulek 38
Přílohy 38

Úvod

Cílem této bakalářské práce je porovnání infrastruktury virtualizovaného prostředí s konvenčním nevirtualizovaným řešením pracovních stanic zejména po nákladové stránce a s ní souvisejícími aspekty. V části teoretických východisek jsou popsány základní principy vrtualizace koncových stanic a virtualizace samotné, praktická část této práce zkoumá konkrétní případ implementace virtualizované infrastruktury koncových stanic v podniku Evektor-Aerotechnik a.s. a s ním spojené porovnání s teoretickým konvenčním řešením.

Cíl práce a metodika

Cílem práce je shrnutí principů, výhod a vlastností technologií pro virtualizaci koncových stanic v rámci podniku. Srovnání parametrů řešení jednotlivých dodavatelů, stanovení základních faktorů výhodnosti zavedení virtualizovaného pracovního prostředí.

V rámci metodiky byly zpracovány vlastnosti a výhody zavedení virtualizovaného pracovního prostředí v rámci příkladových podniků. Dále byl zpracován rozbor případových studií provedených společnosti AUTOCONT a.s., proběhly konzultace se systémovými architekty a specialisty implementací řešení společností VMware a Citrix.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Virtualizace

Základní obecně uznávanou definicí virtualizace je "Vytváření virtuální verze reálného předmětu". V praxi je tímto reálným předmětem obvykle počítač v některé určité formě. Obecně se pojmem virtualizace označuje souhrn technologií a prostředků, díky kterým je možné využívat dostupné výpočetní zdroje jiným způsobem, než jaký je jejich fyzický stav a uspůsobení. Počítačový systém využívající virtualizační technologie může mít oproti tradičním systémům či počítačovým sítím výhodu především díky výsledné vyšší flexibilitě, efektivnější utilizaci výpočetního výkonu a zjednodušení

V následující části této práce jsou popsány základní teoretické principy a rozlišovací prvky v praxi nejvyužívanějších způsobů virtualizace, jejich případné výhody a nedostatky.

1) Emulace

Emulace jako taková není druhem virtualizace, přesto sdílí s mnoha způsoby virtualizace řadu shodných prvků. Samotná emulace funguje na principu napodobení nativního prostředí daného virtualizovaného systému. Ve výsledku tedy virtualizovaný systém "neví", že se jeho procesy neodehrávají přímo na hardwaru, pro který je promárně určen (Eilam 2005, s. 113). Emulátory jsou obvykle schopny poskytnout virtualizovanému systému přístup k určitému výpočetnímu výkonu, periferiím a dalším zdrojům.

V rámci emulace lze nadefinovat jednoduché schéma hostitelského systému (počítače nebo programu, emulátoru) a subjektu emulace (programu, systému). Emulátor poskytuje subjektu potřebné prostředí, potřebné zdroje a alokuje například adekvátní množství systémové paměti (v případě softwarové emulace). Subjekt za využití těchto poskytnutých zdrojů provádí své typické činnosti, stejně jako ve svém nativním prostředí.

Emulaci samotnou lze rozdělit na dvě jasně odlišitelné skupiny. První skupinou je hardwarová emulace (Brocius 2009). Tímto termínem je označován proces imitace hardwaru jiným, obvykle speciálně vyvynutým strojem, za účelem eliminace chyb a dalších funkčních nedostatků pří prototypování a obecně vývoji integrovaných obvodů. Emulátor je v tomto případě často do jisté míry příbuzný s vyvýjeným prototypem, poskytuje ale zásadní vrstvu

kontrolních prvků a nástrojů. Hardwarová emulace umožňuje vývojářům získat důležitou zpětnou vazbu vlastní funkčnosti vyvýjeného hardwaru. Druhou skupinou emulací jsou emulace softwarové, kdy je samotným emulátorem počítačový program napodobující jistou hardwarovou skupinu. Tento program mění instrukce emulovaného počítačového kódu na instrukce jiné, aplikovatelné na stávajícím hardwaru (Huang 2013, s. 51). Emulátor, obvykle fungující jako samostatná vrstva nad operačním systémem, umožňuje s nízkou mírou flexibility replikovat prostředí subjektu emulace, samozřejmě ale za cenu marginálně sníženého výkonu a případně omezeného přístupu ke zdrojům jakými jsou například periferie.

Softwarové emulace jsou v dnešní době široce využívány v herním průmyslu. Umožnují za jistých podmínek radikální snížení prostředků nutných k diferenciaci vyvýjených her pro odlišné platformy. Díky emulaci je tak možné s relativně nízkými náklady herní titul vyvýjený pro 64 bitový operační systém Windows 10 společnosti Microsoft vydat také například na herní konzoli PlayStation 4 společnosti Sony, která disponuje naprosto odlišným hardwarovým prostředím (Smith 2015). Daní za jednoduchost a nízkonákladovost tohoto procesu je poté zpravidla nižší kvalita her a zdánlivě horší utilizace systémových prostředků konzolí těmi hrami, které byly primárně vyvýjeny pro platformu Windows. Tyto překážky se ale postupným technologickým vývojem prokazatelně snižují, především díky stále nižšímu stupni diferenciace hardwaru počítačů a herních konzolí. Emulace je v rámci počítačových her využívána také pro emulaci prostředí staršího hardwaru z důvodů umožnění spuštění starších her na nových a systémově odlišných platformách. Výrobci her jsou v této sféře spíše zdrženliví a vytvářejí tak prostředí pro obvykle nekomerční vývojáře třetích stran, někteří výrobci (Například společnost Nintendo nebo výše zmiňovaná společnost Sony) již ale představily odlišné způsoby emulace starých her. Společnost Sony spoléhá na omezenou softwarovou emulaci předchozích modelů herních konzolí na modelu současném, společnost Nintendo potom vyvýjí do jisté míry vylepšené hardwarové emulátory (Morgan 2017).

Výhodami emulace je především stejné chování originálního systému, možnost běhu počítačového programu vzácné nebo již neexistující platformy, existence široké podpory třetích stran nebo například potenciálně lepší grafická kvalita či dodatečné funkce současného hardwaru, využitelné po implementaci do subjektu emulace.

Hlavní nevýhodou emulace pro praktické využití je především nedostatek informací o původní architektuře proprietálních emulovaných systémů a tím způsobená nemožnost replikace jejich nativního prostředí. Tuto překážku je obvykle možné obejít pomocí principů reverzního inženýrství, tento proces je ale zpravidla nákladný a ne vždy možný v komerční sféře z důvodů ochranných autorských práv výrobců a developerů původního systému. Další zásadní překážkou je neefektivnost dokonalé emulace procesu vzhledem k poskytnutému výkonu. Ztráty výkonu záleží na mnoha faktorech určitého případu emulace, obecně uznávaným měřítkem je ale poměr 1 ku 10. Při emulaci starších systémů devadesátiprocentní ztráta výkonu nemusí být překážkou především díky rychlému postupu technologického vývoje, u emulace systémů novějších nebo jednodušše výkonnějších či radikálně odlišných z hlediska systémových zdrojů ale emulace ztrácí své praktické výhody.

2) Nativní virtualizace

Nativní virtualizace (také akcelerovaná virtualizace nebo hardware-asistovaná virtualizace) umožňuje virtualizaci pomocí hardwarového prostředí k tomu uzpůsobenému. Tento typ virtualizace, přestože z pohledu uživatele může vypadat jako nástavba operačního systému a tedy softwarová emulace, ke své základní komunikaci s procesorem a dalšími systémovými zdroji na rozdíl od emulace nevyužívá jistého zprostředkovatele, ale instrukce zadává přímo. Tento proces eliminuje několik logických kroků, především přepracování instrukcí subjektu virtualizace emulátorem do instrukcí přijatelných hardwarem (Wouters 2012, s. 122). Tím se obvykle několikanásobně snižují systémové požadavky virtualizovaného systému a blíží se tak nebo dokonce rovnají nárokům nativním. Tento proces ale vyžaduje hardware ke své činnosti uzpůsobený a připravený přijímat některé instrukce z více zdrojů, jelikož se do jisté míry virtualizovaný systém, který ke své činnosti potřebuje kontrolní prvky programu běžícím v paralelním operačním systému, se chová jako operační systém samostatný.

Schéma nativní virtualizace je poněkud odlišné od schématu emulace. V tradičním modelu existuje operační systém (dále jen systém primární) zahrnující virtualizační nadstavbu a samotný subjekt virtualizace (dále jen systém sekundární). Přestože je primární systém díky kontroleru virtualizační nadstavby sekundárnímu systému do jisté míry nadřazený a umožňuje uživateli kontrolu nad sekundárním systémem, z pohledu instrukcí a

utilizace systémových prostředků jde o systémy paralelní, využívající tyto prostředky stejným způsobem a s podobnou mírou efektivnosti.

Schopnost procesorů aplikovat nativní virtualizaci byla poprvé implementována v roce 1972 společností IBM, ve výpočetní enterprise sféře je v současnosti standardem. Hlavní dodavatelé procesorů současných stolních počítačů, společnosti Intel a AMD, zahrnují ve své nabídce až na výjimky pouze procesory s podporou nativní virtualizace.

Výhodami nativní virtualizace je především všeobecná efektivnost, relativní jednoduchost adaptace systémů a prostředků a redukované ztráty výkonu. Mezi nevýhody se může řadit teoretický nedostatek podpory na starším hardwaru. Takový nedostatek může buď úplně eliminovat možnost využití nativní virtualizace (například v případě neexistujíc podpory procesoru), nebo může díky nekompatibilnosti jednotlivých řešení způsobit řádové snížení efektivity.

Nativní virtualiazce lze dále rozdělit na tři kategorie dle úrovně přístupu k hardwarovým zdrojům sekundárním systémem a dle stupně izolovanosti systémů.

a) Plná virtualizace

První kategorií je plná virtualizace. Při aplikaci plné virtualizace si není sekundární systém vědom toho, že pracuje ve virtualizovaném prostředí. Kromě procesoru komunikuje s hardwarem pouze pomocí ovladačů a nástrojů zprostředkovaných systémem primárním, které považuje za skutečné hardwarové prvky. Výhodami tohoto řešení je nejlepší možná izolace primárního a sekundárního systému a s ni související bezpečnostní a informační výhody, dále možnost paralelního běhu několika systému na jedné hardwarové skupině (Wolf, Halter 2005, s. 24).

Příklady virtualizačních nástrojů utilizujících princip plné virtualizace jsou Microsoft Virtual PC, využívající hypervisor Microsoft Hyper-V, dále například široce rozšířený VirtualBox společnosti Oracle.

b) Paravirtualizace

Paravirtualizace, z velké části fungující na podobných principech plné virtualizace, umožňuje sekundárnímu systému místo komunikace přímo s hardwarem vlastními ovladači či pomocí překladu instrukcí kontrolerem, vysílat požadavky přímo hostitelskému

operačnímu systému. Ten následně požadavky vyhodnotí a například alokuje potřebné množství operační paměti. V případě paravirtualizace je sekundární systém obeznámen z faktem, že nekomunikuje s hardwarem, ale s virtualizovanými nástroji (Wolf, Halter 2005, s. 475).

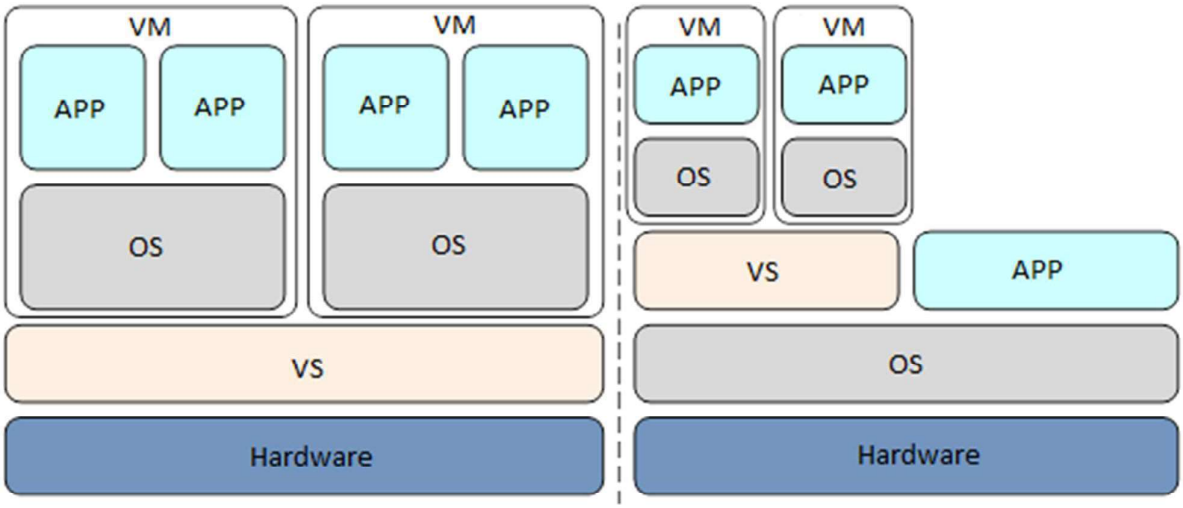
c) Parciální virtualizace

V případě parciální virtualizace dochází k virtualizaci adresního prostoru. Přes výhody, které tento proces poskytuje (zejména sdílení zdrojů a téměř plnou izolaci podobně jako při využití plné virtualizace), se ve výsledku prakticky nejedná o virtualizovaný systém (Wolf, Halter 2005, s. 477).

3) Virtualizace na úrovni operačního systému

Virtualizace na úrovni operačního systému využívá ke své činnosti takzvané kontejnery. Kontejner v tomto případě představuje určitý virtuální prostor a souhrn zdrojů vymezený hostitelským počítačovým programem. Virtualizovaný systém poté plně operuje pouze v tomto vymezeném prostoru a zasahuje pouze do souborů zahrnutých ve svém kontejneru (Marinescu 2017, s. 22).

Virtualizace na úrovni operačního systému je široce využívána v rámci hostingových služeb, kdy je plně využíváno zejména bezpečnosti a izolovatelnosti jednotlivých virtualizovaných systémů, v neposlední řadě ale také samotné jednoduchosti alokovatelnosti výpočetního výkonu a dalších systémových zdrojů. Tyto vlastnosti zaručují vynikající škálovatelnost a flexibilitu implementace v praxi. Mezi další využití tohoto přístupu k virtualizaci jsou především případy, kdy je třeba zajistit nadstandartní bezpečnost dat v rámci jednotlivých virtualizovaných systémů. Záruku bezpečnosti je poté možné poskytovat především díky zmíněné izolovatelnosti jednotlivých kontejnerů. Další praktické výhody vychází především z jednoduché alokovatelnosti výpočetního výkonu v rámci většího systému či výpočetního centra, umožňující například dynamické rozložení zátěže jednotlivých kontejnerů mezi nody v počítačovém clusteru pomocí pokročilých nástrojů pro správu (Van Cleeff 2009, s. 58).



Obr. 1: Porovnání schémat: Vlevo nativní virtualizace, vpravo virtualizace na úrovni operačního systému. Zkratky: VM = Virtual machine (virtuální stroj), APP = aplikace, OS = operační sysrtém, VS = virtualizační software (tzv. hypervisor)

4) Virtualizace aplikací

Virtualizace aplikací je v základu rozdílná od výše zmíněných způsobů virtualizace, některé zdroje dokonce virtualizaci aplikací za virtualizaci v pravém slova smyslu nepovažují. Aplikační virtualizace funguje na principu uzavření počítačového programu do takzvaného kontejneru. Tento princip má řadu shodných prvků s virtualizací na úrovni operačního systému. Oba způsoby se od sebe liší tím, že v případě aplikační virtualizace není tato aplikace na operačním systému v tradičním smyslu nainstalována, přesto ale komunikuje s operačním systémem jako jakákoliv tradiční runtime aplikace. Virtualizační vrstva tak zjednodušeně řečeno nahrazuje runtime prostředí obvykle poskytované operačním systémem. V průběhu chodu aplikace je následně jednoduché přiřazení virtuálních oproti obvyklým zdrojům, aniž by se pro danou aplikaci prostředí změnilo (Wouters 2012, s. 69).

Ve výsledku je princip virtualizace aplikací poměrně jednoduchým způsobem unifikace a zajištění kompatibility dané aplikace s operačními systémy dříve nekompatibilními. Dále tento způsob virtualizace umožňuje chod dvou a více dříve vzájemně nekompatibilních aplikací v jednom prostředí. Obrovskou výhodou virtualizace aplikací je tedy v praxi například chod jediného CRM softwaru jak na stanicích s různými verzemi systému Windows, OSX nebo například Linux, tak na mobilních zařízeních se systémem iOS nebo Android a to bez zásadních modifikacích daného CRM systému, které by byly pro nativní běh této aplikace zásadní a při nejoptimističtějším pojetí velice komplikované. Virtualizace

aplikací může také výrazně zjednodušit někdy složitý deployment množství aplikací na jednotlivé stanice, přináší úspory potřebných výpočetních zdrojů oproti virtualizaci celých desktopů, zjednodušuje migrace operačních systémů a umožňuje zvýšenou ochranu dat jak ze strany uživatelů, tak ze strany operačního systému na kterém aplikace běží (Wolf, Halter 2005, s. 78). Hlavní nevýhodou virtualizace apliakcí je fakt, že ne každá aplikace lze efektivně virtualizovat. Jde především o aplikace s vysokou mírou systémové integrace, ale také například aplikace vyžadující přímý přístup k ovladači hardwarové součásti. Virtualizace aplikací také nemusí být vždy ekonomicky výhodná, především kvůli nutnosti takzvaného dvojitého licencování – adekvátně musí být licencována nejen samotná aplikace a její virtualizované deploymenty, ale také samotné klienty virtualizačního softwaru.

Nejvyužívanějšími přostředími pro virtualizaci aplikací jsou například App-V společnosti Microsoft nebo XenApp společnosti Citrix (Spruijt, Plettenberg 2018, s. 38).

5) Virtualizace uživatele

Virtualizace uživatele vyjadřuje proces oddělení veškerých dat specifických pro daného uživatele od operačního systému, na kterém je uživatel přihlášen. Tato uživatelská data a nastavení mohou být pro přihlášenou relaci uživatele doručena několika způsoby. Je to například uložení dat na fyzickém disku počítače mimo oddíl operačního systému, uložení dat na přenosném USB disku či cloudovém úložišti, zpravidla jsou ale data centralizována na serveru společnosti za účelem zvýšení bezpečnosti a zjednodušením managementu uživatelů. Oproti ostatním typům virtualizace nejde teoreticky o virtualizaci v pravém slova smyslu, ale spíše o soubor zásad, nastavení a pravidel daného řešení. Podstata virtualizace uživatele je zvláště důležitá pro virtualizaci koncové stanice. Umožňuje totiž zásadní změnu ve způsobu přístupu k uživatelským datům a nastavením uživatelem příhlášeným ke svému účtu na dané stanici (Paul 2014, s. 111).

V případě operačního systému Microsoft Windows přináší virtualizace uživatelů mnoho výhod a možností efektivnějšího managementu uživatelů, například díky eliminaci řady takzvaných skupinových zásad v nástroji správy Active directory nebo díky kompletní eliminaci potřeby tvorby a používání skriptů.

6) Využití virtualizace v rámci podniků

Lze tvrdit, že virtualizace je využívána moderními podniky především ale ne pouze ze dvou hlavních důvodů.

Prvním důvodem je snížení pořizovacích a provozních nákladů výpočetní infrastruktury. Historie virtualizace začíná na konci 60. let 20. století právě v enterprise prostředí. V té době se společnost IBM zabývala zbůsobem, jak nejefektivněji využít výkon takzvaných mainframů (výkoných skříňových počítačů s astronomickými pořizovacími i provozními náklady) mezi množství uživatelů. Pomocí efektivní distribuce nákladného výpočetního výkonu se v první polovině 70. let podařilo dosáhnout zlomu ve výpočetní technice – i uživatelé bez dostatečně výkonné stanice mohli využívat mnohonásobně vyšší výkon vzdáleného mainframu (Marinescu 2017, s. 23).

Moderní virtualizace řeší komplikovanějšími metodami v základu stejný problém, jako technologie IBM v 70. letech – tedy jak nejefektivněji rozdělit výpočetní kapacitu výkonných serverů mezi množství uživatelů, což ve výsledku umožní redukovat nákladnější a logicky méně využívaný výkon samotných koncových stanic. Snížení potřebného výkonu koncových stanic snižuje jejich pořizovací i provozní náklady, které jsou v menším měřítku a vyšší efektivitě přesunuty do prostředí serverů.

Druhým hlavním důvodem zavedení některého druhu virtualizace daným podnikem je vyšší efektivita, transparentnost a celkově míra kontroly nad výpočetním systémem. Tyto vlastnosti jsou zmiňovány v příslušných způsobech a technologiích virtualizace popsaných v předešlých částech této práce a vyplývají především s centralizace dat a výpočetního výkonu, z unifikace pracovních prostředí a z takzvané kontejnerizace příslušných procesů, operačních systémů či celých virtuálních strojů.

Mezi jedny z mnoha dalších výhod a důvodů implementace virtualizačních řešení podniky je například možnost následného outsourcingu IT správy, zvýšení pasivní i aktivní bezpečnosti dat, nebo například možnost jednoduššího a ve výsledku levnějšího systému vytváření a uchovávání záloh.

7) Dodavatelé virtualizačních řešení v České republice

V České republice existují zhruba dvě desítky společností zabývajících či specializujících se ve velkém měřítku na podnikové implementace alespoň jednoho okruhu virtualizačních technologií.

Mezi největší firmy působící v České republice v této oblasti patří následujících 5 vybraných příkladových společností.

Arrow ECS, a.s. – Společnost nabízející především služby společnosti Citrix, ale také produkty Oracle a VMware.

AUTOCONT, a.s. – Tato společnost dodává taktéž produkty společností Citrix, Oracle a VMware, dále produkty společnosti Microsoft a technologie IBM LPAR a korporátní Linuxovou distribuci RedHat. Praktická část této bakalářské práce vznikala za pomoci systémových specialistlů a architektů společnosti AUTOCONT, a.s.

EMC Czech Republic, s.r.o. – Společnost působí na českém trhu jako dodavatel hardwaru společnosti Dell EMC, specializuje se na virtualizační řešení VMware.

Hewlett – Packard Enterprise Development LP – Společnost HPE vznikla v roce 2015

rozdělením společnosti Hewlett – Packard a specializuje se na enterprise prostředí včetně virtualizačního hardwaru.

Veeam Software – Společnost, která nabízí širokou proprietární škálu produktů od systémů zálohování, virtualizačních řešení až po cloudové služby.

Virtualizace koncových stanic

Virtualizace koncových stanic lze definovat jako oddělení kompletního softwarového prostředí koncové stanice od fyzického hardwaru, na kterém dané prostředí v danou chvíli pracuje. Toto řešení může přinést oproti tradičnímu nevirtualizovanému prostředí řadu výhod. Je to například zjednodušená migrace a zálohování uživatelských dat, nižší požadavky na výkon koncové stanice a zvýšená bezpečnost. Ta je dána především kompletním oddělením uživatelských dat a dat aplikací uživatele od fyzického zařízení, na kterém relace běží (Cartwright 2017, s. 79).

Kromě virtualizace koncových stanic jako takové je tato technologie často na úrovni samotného produktu či na úrovni implementace kombinací různých produktů spojována s virtualizací aplikací a virtualizací uživatele. Tato spojení technologií umožňují vytvoření a následné využívání vysoce efektivních způsobů managementu uživatelů, jejich účtů a pracovních prostředí.

1) Host-based virtualizace

Host-based typy virtualizace se vyznačují tím, že uživatelská relace je spuštěna kompletně na jiném stroji, než na kterém uživatel fyzicky pracuje. Tento typ virtualizace využívá pro přístup uživatele ke své relaci protokol vzdáleného zobrazení. Hlavní výhodou host-based virtualizace je snížení výkonostních nároků na stanici, která je využívána pouze k zobrazení vzdálené relace díky přesunutí téměř veškerých procesních úkonů na stranu serveru. Díky tomu mohou být pro přístup k relaci využita zařízení s nižším výkonem než

jakým disponují tradiční desktopy, například zařízení ThinClient, zero client a mobilní přístroje. Označení ThinClient představuje malá zařízení, která jsou svojí architekturou podobná tradičním stolním počítačům. Nemají ale srovnatelný výkon a nedisponují tradičním úložištěm dat (pevným diskem či SSD), mají ale obvykle malé eMMC úložiště, na kterém je nainstalována základní verze operačního systému Linux či Windows. Ta pomocí svých nástrojů umožňuje přístup ke vzdálené relaci. Zařízení zero client zpravidla nedisponují žádným úložištěm a pro přístup k relacím využívají nástroje vestavěné ve firmwaru procesoru (Rouse 2017).

Host-based virtualizace může mít čistě virtuální podobu. V takovém případě je relace uživatele spuštěna pouze jako virtuální stroj v datacentru. Pro persistentní uživatele mohou být po ukončení relace všechna data a nastavení uložena podobně jako v případě nevirtualizovaného počítače, či v případě anonymních či krátkodobých uživatelů může být každému uživateli při přihlášení přidělen takzvaný čistý virtuální stroj.

Na principu host-based virtualizace dále funguje například služba Remote desktop services společnosti Microsoft, která umožňuje uživatelům připojení ke sdílené vzdálené relaci nebo jednotlivé aplikaci (virtualizace aplikací) spuštěné na straně serveru.

Host-based může mít také v praxi méně využívanou fyzickou podobu, kdy se uživatel připojuje k nevirtualizované relaci běžící přímo na vzdáleném fyzickém hardwaru.

2) Client-based virtualizace

Client-based virtualizace spouští v některé formě operační systém přímo na hardwaru uživatele. Tento typ virtualizace proto vyžaduje určitý výpočetní výkon a v praxi tak není možné využití zařízení použitelných při host-based virtualizaci.

V praxi může mít client-based virtualizace formu takzvaného streamování operačního systému, kdy sice operační systém běží na počítači uživatele, počítač ale bootuje ze vzdáleného obrazu disku. Tento typ připojení, známý také pod označením vzdálená virtualizace desktopu, vyžaduje nepřetržitý přístup k danému síťovému úložišti .

Dalším využívaným způsobem client-based virtualizace je běh virtualizovaného operačního systému přímo na hardwaru uživatele pomocí virtualizace na úrovni operačního systému či hypervisoru. Virtuální obraz disku obsahující operační systém je poté pravidelně

synchronizován s obrazem daného disku na serveru. Tento způsob ke své funkčnosti nevyžaduje konstantní připojení k serveru (Rouse 2017).

3) Faktory výhodné implementace virtualizace desktopů v podniku

Výše shrnuté finanční výhody řešení zahrnujících virtualizaci koncových stanic jsou z velké části odvozeny od teoreticky nižších pořizovacích a především provozních nákladů oproti konvenčním řešením. Tyto výhody jsou však zpravidla závislé na předpokládaném předem zavedeném prostředí síťové infrastruktury (Yan 2012, s. 328). Přestože náklady řešení samotného spolu s případně nutnou investicí do modernizace síťové infrastruktury, dále finančně komparovatelné bezpečnostní a další výhody jsou zpravidla nižší než náklady nového konvenčního řešení, existuje několik obecně uznávaných pravidel pro nákladově výhodné zavedení virtualizovaného řešení koncových stanic. Tyto pravidla jsou rozdělena do dvou následujících kategorií:

a) Faktory režimu "čisté" implementace

Čistá implementace předpokládá zavedení řešení v kompletně či alespoň v kritických aspektech novém prostředí bez zavedené síťové infrastruktury. V takovém případě jsou jednou z principiálních výhod virtualizace koncových stanic právě zpravidla nižší náklady oproti konvenčnímu řešení (Yan 2012, s. 327). Toto tvrzení však v praxi nemusí zaručeně platit. V rámci nákladové výhodnosti je třeba ověřit, zda provoz podniku není natolik nestandartní a specifický, aby činnost nepřinášela na virtualizovanou infrastrukturu takové nároky, které by redukovaly funkčnost systému a jeho součástí oproti systému konvenčnímu. Ze stejného důvodu musí být také celý systém již ve fázi plánování náležitě přizpůsoben specifickým požadavkům provozu, jako je například vyšší náročnost na grafické zdroje či nároky na zaručení dostupnosti jednotlivých složek systému. Díky rozdílným nákladům na specifikaci infrastruktury virtualizovaných desktopů oproti infrastruktuře tradičních koncových stanic je před implementací kromě potřebné specializace řešení samotného potřeba vypracovat rovněž nákladové porovnání se systémem konvenčním.

b) Faktory režimu implementace v rámci zavedeného systému

Tento typ implementací je v praxi zpravidla častější a pracuje obecně s více proměnnými, které navazují na faktory čisté implementace. Faktory čisté implementace je v tomto případě rovněž potřeba dodržet.

Pro výhodné řešení je ideálním východiskem infrastruktura, která nebude vyžadovat zásadní modernizaci či zavedení dalších zdrojů potřebných pro zavedení virtualizovaného prostředí koncových stanic. V případě nutnosti dalších investic je pro výhodnost řešení potřeba důkladně vyčíslit veškeré porovnatelné pořizovací i provozní náklady jednotlivých řešení a provést jejich porovnání, stejně tak jako provést analýzu životnosti a nákladů na údržbu jednotlivých řešení.

VLASTNÍ PRÁCE

Úvod

Praktická část této práce se zabývá rozborem implementace řešení virtualizovaných koncových stanic v prostředí nového výzkumného a školicího centra české společnosti Evektor-Aerotechnik a. s. (dále jen "Evektor") v obci Kvasiny, průběhem dané implementace a následně porovnáním realizovaného řešení s teoretickým řešením konvenčním.

Společnost Evektor se zaměřuje na vývoj a výrobní aktivity v oblasti civilního a vojenského letectví, dále také na vývoj v automobilovém a strojírenském průmyslu a automatizaci ve výrobních provozech. Společnost byla založena v roce 1991, její historie ale díky jedné z jejích akvizic, společnosti Aerotechnik CZ, sahá až do roku 1970.

Výstavba nového vývojového a školícího centra se řadí mezi nejvýznamější investice v historii společnosti. Úkolem centra je zejména poskytování technického a technologického zázemí pro vývoj a zkoušky prototypů, dále pro projektování a stavbu robotizovaných pracovišť využívaných v automobilovém průmyslu.

Příprava

1) Cíle projektu

Hlavním požadovaným výsledkem vybíraného řešení bylo prostředí spolehlivě a efektivně poskytující zdroje potřebné pro školicí a především vývojové centrum společnosti při aplikaci vysokých standardů pro zabezpečení dat a nenarušitelnosti provozu.

Zvolené řešení virtualizovaných desktopů bylo od počátečních příprav projektu považováno v dané situaci za nejpřijatelnější právě díky vlastnostem v rámci své efektivnosti při přidělování potřebných výpočetních zdrojů jednotlivým pracovníkům. Zvolené řešení mělo mimo jiné rovněž přinést výhody v rámci efektivity zabezpečení, správy uživatelských účtů a celkově nižší požadavky na časové investice v rámci administrativy výpočetní infrastruktury.

2) Souhrn požadavků

Mezi primární požadavky projektu patřila při zadávání výběrového řízení zvýšená efektivita provozu pracovních stanic, dále možnost vzdáleného přístupu k VDI při zachování odezvy v praxi srovnatelné s lokální pracovní stanicí, v neposlední řadě také zefektivnění a zvýšená míra zabezpečení dat.

Pro celkem 60 pracovišť bylo potřeba zajistit dostatečný distribuovaný grafický výkon pro práci v CAD prostředí v rozlišení 2x 2048x1080 pixelů na stanici.

3) Porovnání možných dodavatelských řešení

Následující výčet porovnává možné uvažované sestavy řešení host-based virtualizace. Do srovnání jednotlivých možných řešení jsou zahrnuta pouze řešení kompletně dodávaná jednotlivými dodavateli a pouze taková, která splňovala specifické požadavky zadavatele na dostatečnou podporu a zavedenost na českém trhu. V praxi je možné do jisté míry virtualizační vrstvy a komponenty kombinovat nebo doplňovat součástmi třetích stran, výčet a porovnání možných kombinací je ale v rámci této práce příliš rozsáhlý.

a) Citrix XenServer, Virtual Desktop

Virtualizační produkty společnosti Citrix jsou dlouhodobě považovány za standart, a to především díky své rozšířenosti. Vývoj virtualizačních technologií společnosti Citrix je založen na projektu Xen, vyvinutým v počítačových laboratořích Cambridgeské univerzity (Kurth 2018). Projekt Xen je hypervisor, který se po akvizici společností Citrix stal základem portfolia společnosti. Virtualizované prostředí zajišťuje Citrix Virtual Desktop, nástroj s 57,7% podílem na specifickém celosvětovém trhu (Spruijt Plettenberg, 2018, s. 5). Nástroje společnosti Citrix se vyznačují inovacemi v šifrování a celkovém zabezpečení (Lockhart 2018).

b) VMware ESXi, vSphere, Horizon

Společnost VMware dodává komplexní řešení virtualizace desktopů pomocí několika nástrojů. Jako hypervisor je použit nástroj VMware vSphere, samotné prostředí virtualizovaných koncových stanic zajišťuje nástroj VMware Horizon. Řešení společnosti VMware se vyznačuje především širokými možnostmi distribuce výpočetních zdrojů a obecně uznávanou vysokou mírou inovací. Oproti ostatním řešením umožňuje například využití virtualizovaných grafických zdrojů pomocí nástroje VMware vGPU, klonování spuštěných virtuálních strojů . Celosvětový tržní podíl produktu VMware Horizon v rámci virtalizace desktopů v prostředí zákazníka je roven 26,9% (Spruijt, Plettenberg 2018, s. 5).

Průběh

1) Zvolené technologické řešení

a) Hardware server-side

První fází projektu bylo plánování infrastruktury na straně serveru. Pro výpočetní výkon byly využity celkem 4 servery Dell PowerEdge R730, dvojice osazena vždy dvěmi grafickými kartami NVidia Grid, druhá dvojice osazena dvěmi kartami NVidia Tesla na jeden server. Pro úschovu dat byl zvolen jeden storage server Dell EqualLogic PS4210E s velkokapacitním diskovým polem. Síťovou infrastrukturu zajišťuje dvojice 10GbE switchů. Následuje seznam použitých strojů a jejich parametrů na serverové straně infrastruktury.

Server 1 & 2 (parametry na 1 server):
Dell EMC PowerEdge R730
Procesor: 2x Intel Xeon E5-2640 v4 (takt 2.4 GHz, 10 jader, 20 vláken)
Paměť: 8x 8GB RDIMM
GPU: 2x NVidia Grid K1 (16GB DDR3, 768 jader)
NIC: 2x 10GbE RJ45, 2x 10GbE optical

Server 3 & 4 (parametry na 1 server):

Dell EMC PowerEdge R730

Procesor: 2x Intel Xeon E5-2640 v4 (takt 2.4 GHz, 10 jader, 20 vláken)

Paměť: 8x 8GB RDIMM

GPU: 2x NVidia Tesla M60 (16GB GDDR5, 4096 jader)

NIC: 2x 10GbE RJ45, 2x 10GbE optical

Storage server:

Dell EMC EqualLogic PS4210E, RAID 10

Controller: 2x, 8GB paměti na controller

Disky: 24x 3TB 3.5" 7.200 RPM NL-SAS

NIC: 2x 10GbE optical

Switch (2x):

Dell EMC N4064

Porty: 48x 10GbE RJ45, 4x 10GbE SPF optical

b) Hardware client-side

Pro celkem 60 pracovních stanic bylo zvoleno řešení pomocí zařízení Zero Client – tedy strojů bez oparačního systému, které jsou továrně uzpůsobeny pro přístup ke vzdáleným relacím. Bylo využito celkem 10 zařízení Dell Wyse 5030 pro stanice uzpůsobené ke školení a administrativní práci využívající jednoho monitoru a 50 zařízení Dell Wyse 7030 pro stanice s dvěma monitory o rozlišení 2048x1080 pixelů.

c) Software

Pro virtualizační řešení byla vybrána varianta produktů společnosti VMware. Konkrétně jde o virtualizační hypervisor VMware ESXi, dále virtualizační technologii VMware vSphere. Vitualizace koncových stanic je zajišťována klientem VMware Horizon 7. Datové úložiště je řešeno technologií VMware vSAN.

2) Cena řešení

Reálná zakázka řešení byla dodavatelskou společnotí naceňována ve stavu dokončené potřebné infrastruktury objektu a pracovišť připravených pro instalaci koncových stanic jako následující soubor prvků:

a) Hardware a náklady na montáž

Hardwarové náklady jsou cenově výrazně nejvyšší položkou řešení, především vzhledem k faktu, že řešení je zaváděno do kompletně nového prostředí a není implementováno do existující infrastruktury.

Položka	Počet	Cena položky bez DPH	Souhrnná cena bez DPH
Dell EMC PowerEdge R730	4	75,490.00 Kč	301,960.00 Kč
Dell EqualLogic PS4210E	1	128,435.00 Kč	128,435.00 Kč
Dell EMC N4064	2	79,454.00 Kč	158,908.00 Kč
NVidia Grid K1	2	24,876.00 Kč	49,752.00 Kč
NVidia Tesla M60	2	47,734.00 Kč	95,468.00 Kč
APC NetShelter SX 42U	1	29,542.00 Kč	29,542.00 Kč
APC Smart-UPS RM3000VA	2	32,835.00 Kč	65,670.00 Kč
Montážní materiál, kabeláž SRV	1	5,500.00 Kč	5,500.00 Kč
Dell Wyse 5030	10	8,123.00 Kč	81,230.00 Kč
Dell Wyse 7030	50	14,401.00 Kč	720,050.00 Kč
Dell U2415 UltraSharp	110	5,748.00 Kč	632,280.00 Kč
Servisní poplatek L1, 1H	24	900.00 Kč	21,600.00 Kč
Servisní poplatek L2, 1H	4	1,600.00 Kč	6,400.00 Kč
			2,296,795.00 Kč

Tab. 1: HW náklady

b) Software a náklady na zavedení řešení do provozu

Oproti konvenčním řešením využívajícím nativně spuštěný operační systém jsou nákladové položky zahrnující licence virtualizačních technologií poměrně výrazné, zejména v případech, kdy se nejedná o klasickou licenci s omezenou dobou podpory, ale o licenci typu předplatného. V takovém případě se licenční náklady přesouvají z pořizovacích nákladů do nákladů provozních.

Položka	Počet	Cena položky bez DPH	Souhrnná cena bez DPH
VMware vSphere Standard	4	27,350.00 Kč	109,400.00 Kč
VMware Horizon 7	60	- Kč	- Kč
VMware vSAN	1	56,431.00 Kč	56,431.00 Kč
Servisní poplatek L2, 1H	16	1,600.00 Kč	25,600.00 Kč
Tab. 2: SW náklady			**191,431.00 Kč**

c) Zaškolení zaměstnanců IT správy zákazníka

Zaškolení je nedílnou součástí řešení především v případě, kdy zaměstnanci IT správy nemají se správou obdobného řešení zkušenosti zkušenosti. Zaškolení zaměstnanců může být v dlouhodobém horizontu řádově levnější než nákladná podpora zajišťovaná dodavatelem, která může být limitována jak měsíčním tarifem, tak časovými možnostmi dodavatele.

Položka	Počet	Cena položky bez DPH	Souhrnná cena bez DPH
Školení L2, UZ, 1H	16	2,400.00 Kč	38,400.00 Kč
Tab. 3: Náklady na školení			**38,400.00 Kč**

Suma celkových nákladů na pořízení celkového řešení včetně implementace, zapojení do provozu a zaškolení zaměstnanců je rovna 2.526.626,- Kč bez DPH.

3) Teoretické konvenční řešení, pořizovací náklady, provozní náklady

Teoretické konvenční řešení obdobného informačního systému s obdobnými výkonnostními vlastnostmi bylo vybráno za pomoci konzultantů společnosti AUTOCONT a.s. při požadavcích na pokud možno nejbližší shodu výkonnostních parametrů celkového systému. Následuje cenový výčet nerealizovaného konvenčního řešení.

Položka	Počet	Cena položky bez DPH	Souhrnná cena bez DPH
Dell Precision 5820 tower	50	33,930.00 Kč	1,696,500.00 Kč
Dell OptiPlex 3060 Micro	10	14,356.00 Kč	143,560.00 Kč
Dell EMC PowerEdge R730	2	79,454.00 Kč	158,908.00 Kč
Dell EMC N4064	2	14,356.00 Kč	28,712.00 Kč
Dell Storage MD1400	1	27,435.00 Kč	27,435.00 Kč
APC NetShelter SX42U	1	29,542.00 Kč	29,542.00 Kč
APC Smart-UPS RM3000VA	1	32,835.00 Kč	32,835.00 Kč
Montážní materiál, kabeláž SRV	1	3,500.00 Kč	3,500.00 Kč
Dell U2415 UltraSharp	110	5,748.00 Kč	632,280.00 Kč
Servisní poplatek L1, 1H	16	900.00 Kč	14,400.00 Kč
Servisní poplatek L2, 1H	16	1,600.00 Kč	25,600.00 Kč
Školení L2, UZ, 1H	8	900.00 Kč	7,200.00 Kč
Tab. 4: Náklady konv. řešení			**2,800,472.00 Kč**

Porovnání řešení

Přes množství dalších praktických atribut technologie virtualizovaných desktopů je toto porovnání zaměřeno zejména na ekonomické vlastnosti daných řešení. Zdánlivě neekonomické stránky této technologie však s finanční stránkou provozu podniku a s provozem samotným zpravidla úzce souvisí.

1) Nákladové porovnání

a) Pořizovací náklady

V rámci nákladové analýzy daného řešení jsou pořizovací náklady stále Celkové pořizovací náklady teoretického řešení srovnatelného s řešením realizovaným se rovnají 2.800.472,- Kč, tedy oproti realizovanému řešení vyšší o 273.846,- Kč. Nárůst ceny je v tomto případě roven 10,84%, nelze tedy tvrdit že jde o rozdíl zanedbatelný. Infrastruktura využívající virtualizované prostředí koncových stanic se v tomto případě a obvykle i v praxi vyznačuje nižšími náklady na pořízení koncových stanic samotných, ale vyššími náklady na straně serverů a síťové infrastruktury. Nižší pořizovací náklady jsou však stále jedním z hlavních benefitů při porovnávání zmíněných dvou řešení (Spruijt, Plettenberg 2017, s. 16).

b) Provozní náklady

Vzhledem k cenově podobným relacím pořizovacích cen v případě tohoto konkrétního porovnání virtualizovaného a konvenčního řešení lze tvrdit, že provozní náklady mohou být rozhodujícím faktorem ve volbě způsobu řešení pracovního prostředí. Úspory provozních nákladů vyplývají především z teoreticky nižších energetických nároků virtualizovaného řešení, které s sebou rovněž nesou benefity ekologické. Kvůli nedostatku dat potřebných k analýze cen spotřebovaných energií nebylo v případě společnosti Evektor možné zpracovat detailní nákladovou analýzu pro porovnání jednotlivých řešení, jak z dat z provoyu samotného, tak z teoretizovaného hlediska. Z poznatků z praxe však vyplývá, že přes úspory v rámci ušetřených energetických nákladů provozní náklady vyrovná či oproti konvenčnímu řešení dokonce mírně navýší licenční poplatky daných technologických řešení. Dle poznatků managementu společnosti Evektor jsou provozní náklady úzce srovnatelné s konvenčním řešením. Pravidelné licenční poplatky však nejsou nedílnou součástí všech řešení virtualizovaných desktopů.

2) Další porovnání řešení

Následující výčet vlastností hodnotí vybrané sekundární aspekty řešení. Všechny z nich, přestože zastávají vlastnosti zdánlivě nefinančního charakteru, mohou mít zásadní vliv na provoz a zasahují tak i do ekonomické stránky daného podniku. Poznatky byly zpracovány

ve spolupráci s IT managementem společnosti Evektor. Management bohatý zkušenostmi z provozu tradičního řešení počítačové infrastruktury konstrukčního centra lze po roce provozu konstruktérského prostředí virtualizovaného považovat za ideální zdroj pro porovnání praktických vlastností obou řešení. V následujícím srovnání byly použity jak praktické poznatky IT managementu, tak poznatky systémových specialistů zajišťujících správu systému, v neposlední řadě také poznatky samotných uživatelů.

„Po více než roce používání virtuálních pracovních stanic pro CAD můžeme říci, že konstruktéři se naučili využívat všech výhod technologie VDI, zejména zabezpečení dat, efektivní i vzdálený přístup k VD i mezi pracovišti a s tím spojenou vyšší efektivitu a snížení prostojů. Stejně tak i správa IT využívá všech benefitů, které jim virtuální desktopy nabízí při správě i přidávání nových pracovních míst."

Ing. Marián Rydlo, CSc., IT Manager, Evektor s.r.o.

a) Centralizace managementu

IT management kromě nákladových výhod jako další výhodu popisuje centralizaci managementu. Centralizace je v kombinaci se zvýšenou dostupností systému v porovnání s konvenčním řešením prvkem, který poskytuje zvýšenou efektivitu a zjednodušení správy. Kromě možného snížení nákladů správy samotné poskytuje centralizace správy také například nástroje pro snížení či eliminaci výpadků systému a tím dále zvýšenou dostupnost.

b) Bezpečnost dat

V neposlední řadě je potřeba zmínit vyšší úrvěň výchozího zabezpečení virtualizovaného systému oproti systému konvenčnímu, která je pravděpodobně nejsnáze finančně kvantifikovatelná a nákladově porovnatelná s náklady na srovnatelné zabezpečující prvky konvenčního řešení. Do zabezpečení dat lze rovněž zařadit zjednodušené a efektivnější zálohování dat, které v porovnání s řešením nevirtualizovaným vyžaduje výrazně nižší množství zdrojů a může tak probíhat v nižších intervalech zvyšujících šance na obnovu korektních dat při jejich ztrátě.

c) Dostupnost

Z hlediska samotné práce uživatelů byla nejčastěji zmiňovaná výhoda právě dostupnost. Ta umožňuje jak fluidní provoz pracovních stanic, ve kterém nemá zaměstnanec statickou pracovní stanici a v praxi jej jeho virtuální pracovní prostředí "následuje" mezi možnými pracovišti provozu, tak rovněž vzdálený přístup umožňující například práci z domova zaměstnance. tento způsob výkonu pracovní činnosti může zvyšovat efektivitu práce zaměstnance a často se řadí například mezi způsoby motivace menagementem podniku.

Závěr

Virtualizované pracovní prostředí může přinášet uživatelům, IT managementu i samotnému provozu podniku řadu výhod. Přestože je finanční úspora oproti konvenčnímu řešení stále považována za výhodu nejvýraznější, virtualizované řešení desktopů přináší širokou škálu dalších výhod. Mezi tyto výhody patří především centralizace managementu a s ní spojená možnost snížení nákladů správy, vyšší úroveň výchozího zabezpečení a s ní spojené snížení nákladů na zabezpečení sekundární, dostupnost potenciálně zvyšující efektivitu práce zaměstnanců a mnoho dalších vlastností. Zmiňované nevýhody virtualizovaného řešení jsou v porovnání s pozitivními znaky řešení převážně převyšované výhodami. Toto tvrzení však není pravidlem, v praxi existují dvě základní skupiny nevyhodných případů virtualizovaného řešení. Prvním případem je zvýšená pořizovací cena v případě nutné radikální modernizace stávající infrastruktury, na kterou má virtualizované řešení zpravidla vyšší nároky. Druhým případem je výskyt specifických požadavků provozu podniku, které vyžadují nákladnou adaptaci virtualizovaného systému. Ten přes obecně vyšší míru flexibility nemusí být v jistých aspektech v porovnání s konvenčními pracovními stanicemi dostatečně přizpůsobitelný například specializovanému softwaru případného provozu.

Seznam literatury

1) BLOKDIJK, Gerald, 2015. *Desktop Virtualization - Simple Steps To Win, Insights And Opportunities For Maxing Out Success*. Emereo Publishing ISBN 9781488847172
2) CARTWRIGHT, Ryan, 2017. *VMware Horizon 6 Desktop Virtualization Solutions.* Packt Publishing ISBN 9781782170709
3) HUANG, Andrew 2013. *Hacking The XBox: An Introduction To Reverse Engineering*. No Starch Press Inc. ISBN 1593270291
4) MARINESCU, Dan, 2017. *Cloud Computing: Theory And Practice*. Elsevier Science And Technology ISBN 9780128128107
5) PAUL, Andy, 2014. *Citrix XenApp 7.5 Desktop Virtualization Solutions*. Packt Publishing ISBN 9781849689687
6) VAN CLEEFF, André, PIETERS, Wolter, WIERINGA, Roel, 2009. *Security Implications Of Virtualization: A Literature Study*. IEEE ISBN 9781424453344
7) VON OVEN, Peter, COOMBS, Barry, 2016. *Mastering VMware Horizon 7 - Second Edition*. Packt Publishing ISBN 9781786466396
8) WOLF, Chris, HALTER, Erick, 2005. *Virtualization: From The Desktop To The Enterprise*. Apress ISBN 9781430200277
9) WOUTERS, Paul, 2012. *Virtual Knowledge*. MIT University Press Group Ltd. ISBN 9780262517911
10) YAN, Li, 2012. *Development And Application Of Desktop Virtualization Technology*. IEEE ISBN 9781612844855
11) EILAM, Eldad, 2005. Reversing: Secrets Of Reverse Engineering. Wiley ISBN 9780764574818
12) BROCIUS, Cody, 2009. *Hardware Emulation* [online]. StackOverflow, dostupné na https://stackoverflow.com/questions/448673
13) SMITH, Brian, 2015. *PC Terminology: What does "console port" mean in relation to games?* [online]. StackExchange, dostupné na https://gaming.stackexchange.com/questions/21161
14) MORGAN, Arthur, 2017. *Nintendo News: Nintendo Increases Inventory Of Super NES Classic Edition; NES Classic Edition Returns To Stores In 2018* [online]. Business Wire, dostupné na https://www.businesswire.com/new/home/20170912005798/en/
15) ROUSE, Marghater, 2017. *The IT Pro's Guide To Mobile App Delivery: Desktop Virtualization* [online]. TechTarget, dostupné na https://searchvirtualdesktop.techtarget.com/definition/desktop-virtualization
16) SPRUIJT, Ruben, PLETTENBERG, Mark, 2018. *VDI like a PRO – End User Computing: State of the Union – 2018, version 1.2* [online]. Login VSI, dostupné na https://info.loginvsi.com/acton/attachment/25205/f-0211/1/-/-/-/-/State%20of%20the%20VDI%20and%20SBC%20Survey%202018.pdf
17) KURTH, Lars, 2018. *Clebrating 15 Years of the Xen Project and Our Future* [online]. The Linux Foundation, dostupné online na https://www.linuxfoundation.org/blog/2018/10/celebrating-15-years-of-the-xen-project-and-our-future
18) LOCKHARD, Edward, 2018. *VDI shops mull XenDesktop vs. Horizon as competition continues* [online]. TechTarget, dostupné na https://www.techtarget.com/feature/VDI-shops-mull-XenDesktop-vs-Horizon-as-competition-continues

Seznam obrázků

1) 2015. *ARM Architecture Reference Manual ARMv8, for ARMv8-A architecture profile* [online]. Arm Limited, dostupné na https://developer.arm.com/products/architecture/cpu-architecture/a-profile/docs/100942/latest/aarch64-virtualization

Seznam tabulek

1) *Hardware náklady*, data z ceníků společností EMC Czech Republic s.r.o. a AUTOCONT a.s.
2) *Software náklady*, data z ceníků společností VMware a AUTOCONT a.s.
3) *Náklady na školení*, data z ceníků společnosti AUTOCONT a.s.
4) *Náklady konvenčního řešení*, data z ceníků společností EMC Czech Republic s.r.o. a AUTOCONT a.s.

Přílohy

1) *Případová studie AC: Virtualizace desktopů pro konstruktéry společnosti Evektor*, 2017. AUTOCONT a.s.