

Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra ekonomie

**Rozvoj a modernizace ICT z hlediska
ekonomické efektivity organizace**
Bakalářská práce

Autor: Jaroslav Staněk
Studijní obor: Informační management

Vedoucí práce: Ing. Mgr. Petra Marešová, Ph.D.

Hradec Králové

duben 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Trutnově dne 16.4.2015

vlastnoruční podpis

Jaroslav Staněk

Poděkování:

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Mgr. Petře Marešové, Ph.D., za metodické vedení práce.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá možností modernizace informačních a komunikačních technologií v organizaci jakou je Krajské ředitelství policie Královéhradeckého kraje a to za využití virtualizace, která se v současné době těší velkému zájmu a rozvoji. Hlavním cílem této práce je tedy představit teoretická východiska virtualizace a zejména virtualizace desktopů, předložit její ekonomické aspekty, v teoretické rovině provést porovnání s dnes rovněž velmi rozšířeným cloud computingem, předložit návrh nasazení infrastruktury s virtuálními desktope v organizaci a zpracovat ekonomické porovnání tohoto řešení se současnou praxí, která spočívá ve výměně kompletních počítačových sestav. Výsledkem je komplexní srovnání z hlediska ekonomické náročnosti, které je možné použít při rozhodování v praxi.

Annotation

Title: Development and modernization of ICT in terms of economic efficiency of the organization

This Bachelor Thesis deals with the possibility of modernization of ICT in organizations such as the Regional Police Directorate in Hradec Kralove region and making use of virtualization, which is currently of great interest and development. The main objective of this work is to present the theoretical background of the virtualization desktop and present economic aspects. In theory make comparisons with today also widespread cloud computing; and submit a proposal to deploy the infrastructure with virtual desktops in organization; this will also demonstrate the economic comparison of the existing practice and eventually replace computer sets. The result will prove a comprehensive comparison in terms of economic performance, which can be used in the decision-making process.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Teoretická východiska	2
2.1	Virtualizace	2
2.1.1	Historie virtualizace	2
2.1.2	Druhy virtualizace	3
2.1.3	Vrstvy virtualizace	4
2.1.4	Současné nástroje pro virtualizaci serverů	6
2.2	Virtualizace desktopů	7
2.2.1	Výhody a nevýhody virtuálních desktopů	7
2.2.2	Virtualizace pomocí nástrojů VMware	8
2.2.3	Virtualizace pomocí nástrojů Microsoft.....	9
2.2.4	Nástroje pro přípravu virtualizace desktopů	11
2.2.5	VMware View Planner	12
2.3	Ekonomické aspekty virtualizace desktopů	13
2.3.1	Ekonomické výhody virtualizace desktopů.....	13
2.3.2	Ekonomické nevýhody virtualizace desktopů.....	14
2.4	Virtualizace a cloud computing.....	15
2.4.1	Cloud computing.....	15
2.4.2	Vlastnosti cloud computingu.....	16
2.4.3	Typy cloud computingu.....	17
2.4.4	Porovnání virtualizace desktopů a cloud computingu.....	17

3	Případová studie.....	19
3.1	Charakteristika organizace.....	19
3.1.1	Základní rozdělení organizace.....	21
3.1.2	Současná HW struktura desktopů v organizaci.....	22
3.1.3	Energetická náročnost desktopů v organizaci	23
3.1.4	Požadavky organizace na strukturu desktopů a její modernizaci.....	23
3.2	Nasazení virtualizace desktopů v organizaci	24
3.2.1	Varianta A – komplexní přechod na VDI s novými klienty.....	25
3.2.2	Varianta B – komplexní přechod na VDI s využitím současných desktopů jako klientů	31
3.2.3	Varianta C – postupný přechod na VDI s využitím současných desktopů jako klientů	33
3.3	Ekonomické porovnání.....	38
3.3.1	Pořizovací náklady.....	38
3.3.2	Náklady za elektrickou energii.....	40
3.3.3	Souhrnné porovnání nákladů	44
4	Shrnutí výsledků.....	45
5	Závěry a doporučení	46
6	Seznam použité literatury.....	48
7	Přílohy	50

Seznam obrázků

Obr. 1 - Plná virtualizace a virtualizace na úrovni operačního systému.....	4
Obr. 2 - Model virtualizace	5
Obr. 3 - Architektura produktu VMware View.....	9
Obr. 4 - Architektura Microsoft VDI.....	10
Obr. 5 - VMware View Planner - architektura	12
Obr. 6 – Obvodní oddělení Policie ČR v Trutnově	20
Obr. 7 – Snímek obrazovky VDI kalkulátoru s nastavenými parametry	25
Obr. 8 – Snímek obrazovky VDI kalkulátoru s výslednými hodnotami k verzi A	25
Obr. 9 – Lenovo ThinkCentre M53 Tiny	28
Obr. 10 – Dell Wyse 5012	28
Obr. 11 – Snímek obrazovky VDI kalkulátoru s výslednými hodnotami k verzi C	34
Obr. 12 – Porovnání nákladů na modernizaci	39
Obr. 13 – Porovnání nákladů na energie	43
Obr. 14 – Porovnání souhrnných nákladů	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Porovnání vlastností virtualizace a cloud computingu	18
Tabulka 2 - Přehled HW konfigurace a stáří desktopů na OO PČR Trutnov	22
Tabulka 3 – Energetická náročnost stávajících desktopů	23
Tabulka 4 – Konfigurace serveru včetně cenové kalkulace ve variantě A.....	26
Tabulka 5 – Porovnání pořizovacích nákladů tenkého klienta a miniPC.....	28
Tabulka 6 – Zvýhodněné ceny licencí pro nasazení VDI ve variantě A.....	30
Tabulka 7 – Pořizovací náklady na hardware a software pro VDI ve variantě A.....	30
Tabulka 8 – Odhad potřebné obměny současných desktopů za nové klienty	31
Tabulka 9 – Pořizovací náklady na klientskou stanici miniPC.....	32
Tabulka 10 – Pořizovací náklady na hardware a software pro VDI ve variantě B ...	32
Tabulka 11 – Náklady na obměnu desktopů za miniPC v letech 2016 až 2019	33
Tabulka 12 – Konfigurace serveru včetně cenové kalkulace ve variantě C	34
Tabulka 13 – Zvýhodněné ceny licencí pro nasazení VDI ve variantě C	35
Tabulka 14 – Pořizovací náklady na hardware a software pro VDI ve variantě C ...	36
Tabulka 15 – Náklady na rozšíření konfigurace serverů v letech 2016 až 2019	37
Tabulka 16 – Náklady na licence RDS 5 User CAL v letech 2016 až 2019	37
Tabulka 17 – Celkové budoucí náklady pro roky 2016 až 2019	37
Tabulka 18 – Náklady pro roky 2015- 2019 na modernizaci běžnými desktopey.....	38
Tabulka 19 – Srovnání celkových nákladů na modernizaci	39
Tabulka 20 – Vývoj nákladů na elektrickou energii s použitím běžných desktopů.	40
Tabulka 21 – Vývoj nákladů na elektrickou energii při virtualizaci ve variantě A ..	41
Tabulka 22 – Vývoj nákladů na elektrickou energii při virtualizaci ve variantě B..	41
Tabulka 23 – Vývoj nákladů na elektrickou energii při virtualizaci ve variantě C...	42
Tabulka 24 – Srovnání celkových nákladů na energie za roky 2015 - 2019	43
Tabulka 25 – Srovnání celkových nákladů za roky 2015 - 2019.....	44

1 Úvod

Neustálá modernizace informačních a komunikačních technologií je v dnešní době nutností snad u každé organizace, přičemž zásadní otázkou je, zdali lze modernizaci provést ekonomicky efektivně s ohledem na rychlý vývoj tohoto odvětví. Jako velmi zajímavé východisko se nabízí využití virtualizace, která je dnes v oblasti ICT již velmi známým pojmem. Virtualizace dnes zasahuje do většiny světa informačních technologií a to od virtualizace serverů přes virtualizace datových úložišť až po virtualizace desktopů. A právě virtualizace desktopů bude stěžejní variantou pro rozvoj a modernizaci ICT z hlediska ekonomické efektivity organizace, jenž je tématem této bakalářské práce.

V první části práce jsou popsány teoretická východiska fungování serverové virtualizace i virtualizace desktopů. Dále jsou v této části představeni přední poskytovatelé virtualizačních technologií, kterými jsou Microsoft, VMware a Citrix. Nemalou měrou je teoretická část věnována i ekonomickým aspektům virtualizace a porovnání virtualizace s cloud computingem.

Druhá část práce se věnuje případové studii nasazení samotné virtualizace desktopů v konkrétní organizaci, kterou je Policie České republiky jakožto zástupce velmi specifické organizace ve státní sféře, která je vzhledem k přísné politice při nakládání s osobními údaji, značně omezena při využívání nově nabízených technologií a služeb v oblasti ICT, což klade nemalá omezení pro inovátory a velmi často způsobuje nutnost vynakládat nadměrné finanční prostředky při nutné modernizaci ICT. V této části práce je uveden reálný modelový případ vztahující se na modernizaci současného stavu ICT na Obvodním oddělení Policie ČR v Trutnově, kdy na základě tohoto modelového případu je proveden reálný výpočet ekonomické náročnosti nasazení virtualizace desktopů v několika různých variantách, které je porovnáno se stávajícím způsobem obměny desktopů.

V závěru je na základě zjištěných hodnot předložena ekonomicky nejefektivnější varianta pro modernizaci ICT v organizaci použité v případové studii a to nejen na základě investičních nákladů, ale i nákladů dlouhodobých, kterými jsou například spotřeba elektrické energie.

2 Teoretická východiska

Následující část práce je věnována teoretickým aspektům virtualizace a to včetně těch ekonomických. Předkládány jsou zde zejména základní principy serverové virtualizace a virtualizace desktopů a ekonomické výhody a nevýhody virtualizace desktopů. Rovněž se tato část práce věnuje problematice cloud computingu, který je založen na virtualizačních technologiích a předkládá stručné porovnání mezi prostou virtualizací a cloud computingem.

2.1 Virtualizace

Virtualizace je technologie, která zásadně zasáhla do fungování IT prostředí. Dnešní počítače jsou navrženy tak, že na nich v jednu chvíli funguje pouze jeden operační systém, avšak cestou virtualizace lze zajistit chod více operačních systémů a to i různých a s různými aplikacemi zároveň na jednom fyzickém počítači. To umožňuje efektivnější využití hardwaru a nejen desktopů, ale zejména fyzických serverů, jejichž výpočetní výkon bývá za běžných předpokladů využit do hodnoty 10 % a je zde tedy předpoklad pro výkonový potenciál na provoz virtuálních prostředí, z čehož rovněž vyplývá ekonomická úspornost.

2.1.1 Historie virtualizace

Základní koncept virtualizace byl použit již v 60. letech 20. století společností IBM, která, hledala možnosti, jak maximalizovat výkon tehdejšího hardwaru, který byl reprezentován mainframy, což byly sálové počítače, jenž do nasazení virtualizace nebyly schopny zpracovávat více než jeden proces současně. Rozdělením jednoho mainframu na více virtuálních strojů tedy došlo ke zvýšení efektivity dostupného hardwaru. [1]

Nástupem architektury na platformě x86 v 80. letech 20. století s využitím levných serverů a osobních počítačů pracujících na modelu klient-server, však přestala být virtualizace potřebná a přestala být využívána.

S dalším rozvojem informačních technologií a zvyšováním výpočetních zdrojů v 90. letech 20. století však byly zjištěny problémy spočívající zejména v malém využití výpočetních zdrojů, jejich nákladném řízení a údržbě a nízké ochraně před výpadkem.

Těchto skutečností si byla vědoma společnost VMware, která roku 1999 představila produkt VMware Virtual Platform pro platformu x86, později známý jako VMware Workstation, který umožňoval virtualizaci desktopu. [1]

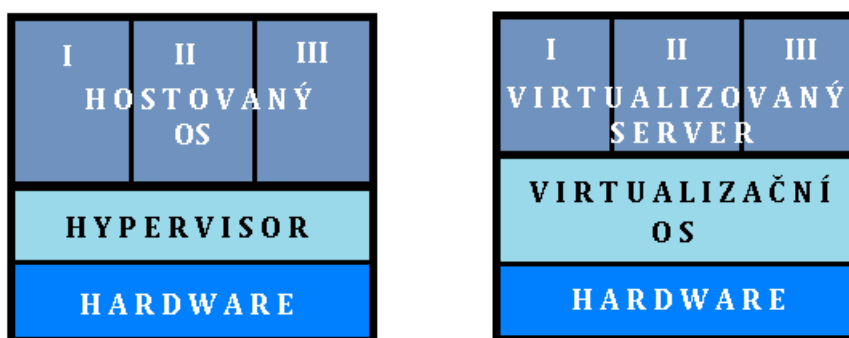
V prvním desetiletí 3. tisíciletí docházelo k dalšímu rozvoji produktů nejen pro virtualizaci desktopů, ale i pro serverovou virtualizaci, přičemž ke společnosti VMware se jako další hlavní hráči na trhu virtualizace připojili společnosti Microsoft a Citrix se svými produkty Microsoft Virtual Server 2005 a Citrix XenServer. [2]

Výše jmenované společnosti jsou aktuálně nejvýznamnějšími producenty aplikací pro virtualizaci, jejíž intenzivní vývoj přináší stále nové vlastnosti a zvyšování výkonu.

2.1.2 Druhy virtualizace

Prvků virtualizace je několik, přičemž ty základní jsou emulace, paravirtualizace, plná virtualizace a virtualizace na operačním systému.

- **Plná virtualizace** – Při plné virtualizaci dochází k simulaci dostatečného množství komponent, což umožňuje nasazení operačního systému bez předchozích úprav. K tomuto je využívána softwarová platforma zvaná také hypervisor. [2]
- **Virtualizace na úrovni operačního systému** – Touto cestou dochází k virtualizaci serveru na úrovni operačního systému, což umožňuje běh více virtuálních serverů na jednom fyzickém serveru. Hostovaný operační systém poté sdílí stejný operační systém s hostitelským. [2]



Obrázek 1 - Plná virtualizace a virtualizace na úrovni operačního systému

Zdroj: Autor

- **Paravirtualizace** – je oproti emulaci efektivnější, jelikož hostovanému systému předkládá virtuální architekturu podobnou té fyzické, která je následně lépe virtualizovatelná. To však vyžaduje úpravu hostovaného systému pro běh na virtuální struktuře. [2]
- **Emulace** - jako jediný druh virtualizace nabízí možnost provozovat na hostujícím systému virtuální systém jiné architektury. Kladem takového přístupu je, že není potřeba modifikovat hostované systémy. Toto je však náročné na výkon. [3]

2.1.3 Vrstvy virtualizace

Virtualizaci lze aplikovat v několika vrstvách, které lze rozdělit následovně:

- **Serverová virtualizace** – se zaměřuje na rozdělení fyzické instance operačního systému na virtuální instanci nebo virtuální počítač. Skutečná serverová virtualizace umožňuje virtualizovat libovolný operační systém platformy x86 nebo x64, kterými jsou například Windows, Linux a některé formy systému UNIX. Serverové virtualizace lze dále rozdělit na softwarovou virtualizaci, kde je spouštěn virtualizovaný operační systém nad hypervisorem na existujícím operačním systému a na hardwarovou virtualizaci, kde je spouštěn virtualizovaný operační systém nad hypervisorem, již bez existujícího operačního systému, přičemž úlohou hypervisoru je nabídnout hardwarové zdroje virtualizovaným operačním systémům. [4]

- **Virtualizace úložišť** – umožňuje sloučení fyzického úložiště z více zařízení tak, že se následně jeví jako jeden fond úložišť. Přestože není virtualizace úložišť pro serverovou virtualizaci nezbytná, jedná se o jednu z klíčových výhod virtualizace. [4]
- **Virtualizace sítí** – nabízí možnost řídit dostupnou šíří pásma jejím rozdělením na nezávislé kanály, které lze následně přiřadit konkrétním zdrojům. [4]
- **Správa virtualizace** – je zaměřena na správu virtuálních i fyzických datových center, která tak prezentují jedinou a sjednocenou infrastrukturu pro poskytování služeb. [4]
- **Virtualizace desktopů** – tato vrstva vytváří virtuální počítače, které poskytují desktopové systémy.
- **Virtualizace prezenční vrstvy** – vytváří prezenční vrstvu z centrálního umístění, přičemž tato vrstva byla dříve označována jako terminálové služby.
- **Virtualizace aplikací** – je založena na shodných principech jako serverová softwarová virtualizace, avšak s tím rozdílem, že neposkytuje engine ke spuštění kompletního operačního systému, ale odděluje provozní aplikace od operačního systému. [4]



Obrázek 2 - Model virtualizace

Zdroj: [4]

2.1.4 Současné nástroje pro virtualizaci serverů

Zde si stručně představíme 3 hlavní poskytovatele nástrojů pro virtualizaci. Těmito poskytovateli jsou VMware, Microsoft a Citrix.

- **VMware** – „VMware v současné době nabízí jak virtualizaci na úrovni OS, tak virtualizaci nativní. Zástupcem v první kategorii jsou produkty VMware Server a VMware Workstation, přičemž tyto produkty jsou určeny především pro koncové uživatele, jako nástroje pro vývoj a testování. Hlavním vizualizačním produktem společnosti VMware je vSphere Hypervisor (ESXi), který využívá koncept nativní virtualizace. Samotný hypervisor je pouze virtualizační vrstva a vyšší funkce, jako rozložení zátěže, či vysokou dostupnost zajišťuje nástroj VMware vCenter Server.“ [2, s. 10]
- **Microsoft** – Shodně jako VMware nabízí Microsoft virtualizaci na úrovni operačního systému a rovněž i virtualizaci plnou neboli nativní. K poskytování plné virtualizace je dodáván nástroj Microsoft Hyper-V, který lze získat jako součást Microsoft Windows Server 2012 R2 nebo samostatně jako Hyper-V Server 2012 R2. Pro virtualizaci na úrovni operačního systému lze využít nástroj Windows virtual PC, který je stejně jako VMware Server určen pro koncové uživatele.
- **Citrix** – „Společnost Citrix se zaměřuje hlavně na koncept paravirtualizace a plné hardwarové virtualizace, přičemž v obou těchto kategoriích nabízí jeden produkt s názvem XenServer. Hostované OS tedy mohou běžet paravirtualizovaně (systémy postavené na unixu) nebo plně virtualizované (ostatní operační systémy, u kterých nelze upravit jádro). Výhodou XenServeru je, že některé pokročilé funkce pro HA a migrace nabízí již ve verzi, která je k dispozici zdarma. Zdarma je také nástroj pro správu více hypervisorů z jednoho místa Citrix XenCenter.“ [2, s. 14]

2.2 Virtualizace desktopů

Současná podoba virtualizace desktopů pracuje na principu, kdy na serveru nebo několika serverech je spuštěna služba, jenž vzdálenému uživateli poskytuje samotné aplikace nebo kompletní operační systém. Toto je pak uživateli zobrazováno na vzdáleném terminálu pomocí protokolů pro přenos obrazu. Takovéto systémy se poté obecně nazývají Virtual Desktop Infrastructure (VDI). Mezi nejvýznamnější poskytovatele nástrojů pro VDI patří VMware a Microsoft.

2.2.1 Výhody a nevýhody virtuálních desktopů

Virtualizace desktopů je velice zajímavou alternativou k dnešním tradičním počítačům. Provoz tradiční počítačové infrastruktury je náročný na správu a údržbu, a přestože je systém vzdálených desktopů znám již od 70. let minulého století, kdy práce na sálových počítačích byla vykonávána pomocí terminálů, které pouze zobrazovali výstupy aplikací, nejsou nástroje pro VDI na trhu příliš dlouho, což sebou přináší prostor pro jejich vylepšování a další rozvoj.

Výhody virtuálních desktopů jsou:

- **Bezpečnost** – Data jsou ukládána v centrálních datových úložištích a nehrozí jejich odcizení společně s koncovým zařízením.
- **Dostupnost** – Virtuální desktop je k dispozici, z kteréhokoliv místa v síti.
- **Flexibilita** – Uživatel může využívat i více desktopů s různým programovým vybavením a to bez nutnosti nákupu koncových zařízení.
- **Centralizovaná správa** – Údržba a správa jsou prováděny centrálně v datacentru, z čehož vyplývá značná úspora.

Jak je výše uvedeno, nejsou nástroje pro VDI na trhu příliš dlouho a to je příčinou i několika nevýhod virtualizace desktopů:

- **Vyšší náročnost na odbornost správců** – Struktura VDI je poměrně složitá, což vyžaduje ze strany správců komplexnější znalosti.
- **Vyšší investiční náklady** – Pro chod VDI je nutné provozovat serverovou infrastrukturu a provést nákup licencí, což zvyšuje prvotní náklady.

2.2.2 Virtualizace pomocí nástrojů VMware

Společnost VMware započala první pokusy o virtualizaci desktopů již v roce 2002, kdy k tomuto využila point-to-point připojení k Windows XP. Zlom ve virtualizaci desktopů však nastal až v roce 2009, kdy společnost uvedla na trh produkt VMware view 4.0, který začal pro přenos obrazu užívat jako primární protokol PCoIP¹. V současnosti již je na trhu produkt VMware Horizon View 5.3.

2.2.2.1 Architektura VMware Horizon View

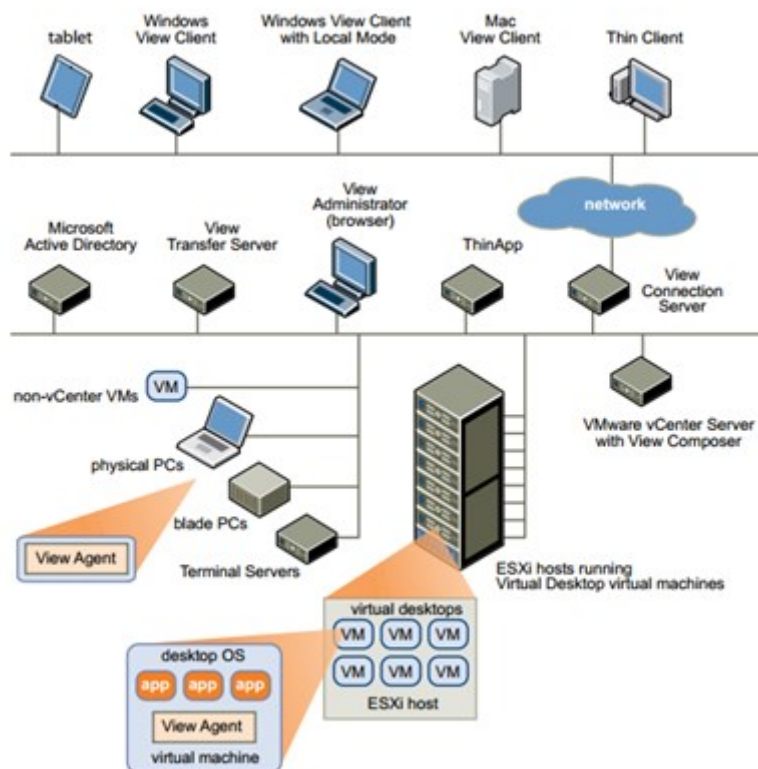
Architektura tohoto produktu se skládá z několika vzájemně komunikujících částí, kterými jsou:

Klientská zařízení – Jako klientská zařízení lze využít klasická Windows PC, Mac PC nebo tablet. Tato zařízení se poté připojují pro zobrazení virtuálního desktopu pomocí view klienta, což rozšiřuje využitelnost technicky vysloužilých strojů nebo zařízení bez OS Windows. Dále lze jako klientská zařízení užívat speciální PC jako jsou tzv. tenký klient nebo zero klient, který je koncipován tak, aby měl nízkou spotřebu a dlouhou životnost.

- **View Connection Server** – provádí zejména ověřování uživatelů a přiděluje oprávnění k virtuálním desktopům.
- **View Agent** – po navázání spojení komunikuje s view klientem, kterému následně poskytuje služby jako tisk nebo USB zařízení.
- **View Composer** – provádí klonování tzv. rodičovského virtuálního stroje, kdy klony se následně jeví jako samostatné virtual desktopy s vlastní IP adresou a jménem, avšak ve skutečnosti jde pouze o rozdílový disk, jenž sdílí data s rodičovským virtual desktopem a na disk ukládá pouze změněná data, čímž se dá ušetřit značné množství datové kapacity.
- **View Administrator** – webová aplikace pro správu View Connection Serveru.

¹ Protokol PCoIP přenáší zakódovaný bitmapový obraz ze vzdáleného serveru nebo počítače, který následně streamuje na plochu klientského počítače.

- **View Transfer Server** – zprostředkovává datový přenos mezi View Desktopem a datacentrem.
- **VMware ThinApp** – je nástrojem pro virtualizaci aplikací, které jsou tak odděleny od operačního systému a ostatních aplikací.



Obrázek 3 - Architektura produktu VMware View

Zdroj: [5]

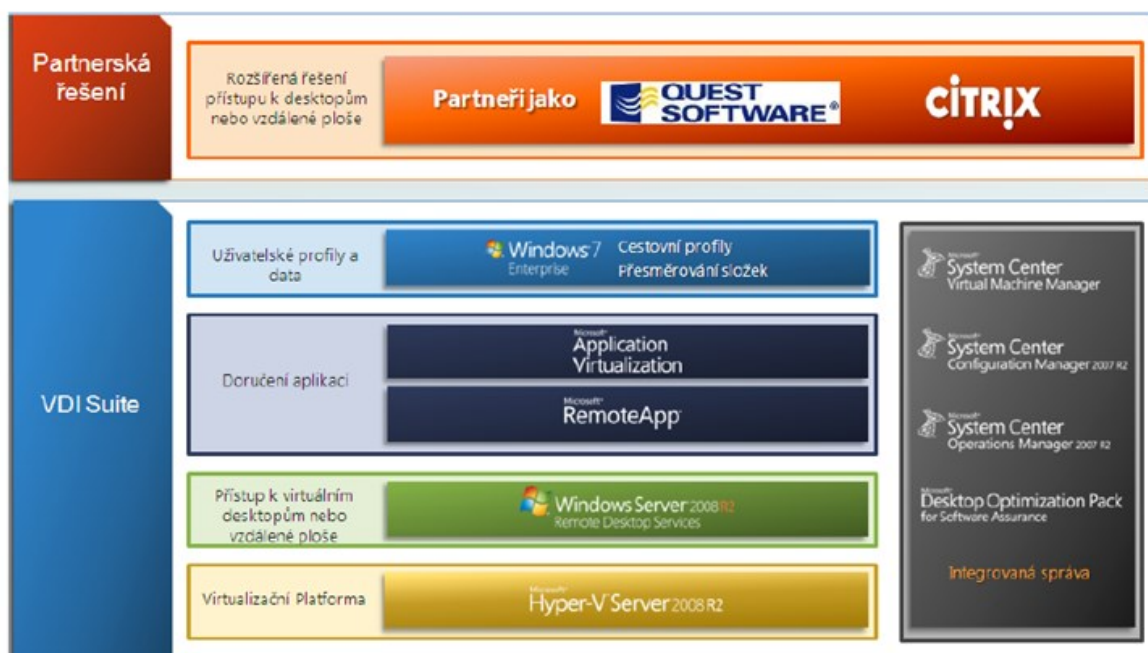
2.2.3 Virtualizace pomocí nástrojů Microsoft

Společnost Microsoft pro vzdálenou virtualizaci desktopů vyvinula Remote Desktop Virtualization, kde virtuální struktura pracuje na serverech a to převážně Microsoft Windows Serverech. Tímto směrem se společnost Microsoft vydala v letech 2008 a 2009, když do Windows serveru 2008 R2 zakomponovala hypervizor Hyper-V R2, přičemž pro práci s virtuálními desktoy obdobným způsobem, jakým je řešena virtualizace desktopů u VMware, využívá Microsoft Virtual Desktop Infrastructure.

2.2.3.1 Architektura řešení VDI od Microsoft

Virtual Desktop Infrastructure je architektura složená z několika komponent, které jsou uvedeny níže:

- **Hyper-V** – umožňuje v rámci jednoho fyzického serveru provoz více operačních systémů.
- **Remote Desktop Service** – slouží uživatelům pro přístup k virtuálnímu desktopu pomocí Remote Desktop Protocol.
- **Microsoft Desktop Optimization Pack** – sada nástrojů pro správu virtuálních desktopů a aplikací.



Obrázek 4 - Architektura Microsoft VDI

Zdroj: [6]

Samotný Remote Desktop Service zahrnuje další komponenty potřebné k fungování celé architektury. Těmito komponenty mimo jiné jsou:

- **Remote Desktop Connection Client** – klient pro připojení ke vzdálené ploše, virtuálnímu desktopu nebo aplikacím.
- **Remote Desktop Session Host** – pro Remote Desktop Connection Clienta zajišťuje distribuci aplikací a vzdálené plochy k uživateli.

- **Remote Desktop Virtualization Host** – pracuje obdobně jako Remote Desktop Session Host, avšak navíc umožňuje přístup k virtuálním desktopům běžících na Hyper-V.
- **Remote Desktop Connection Broker** – zajišťuje návrat klienta k totožné session, z které se již dříve odpojil.

2.2.4 Nástroje pro přípravu virtualizace desktopů

Před samotnou implementací virtuální desktopové infrastruktury je třeba provést analýzu jakého výkonu a diskové kapacity bude pro běh virtuálních desktopů potřeba, kdy teprve na základě takovéto analýzy proběhne nákup serverové infrastruktury, která bude zabezpečovat kvalitní chod virtuálních desktopů. Pokud by k předchozí analýze nedošlo, mohlo by snadno dojít k poddimenzování nebo naopak předimenzování serverové infrastruktury, čímž by v prvním případě došlo k značnému uživatelskému ne-komfortu a v druhém případě ke zbytečnému navýšení nákladů.

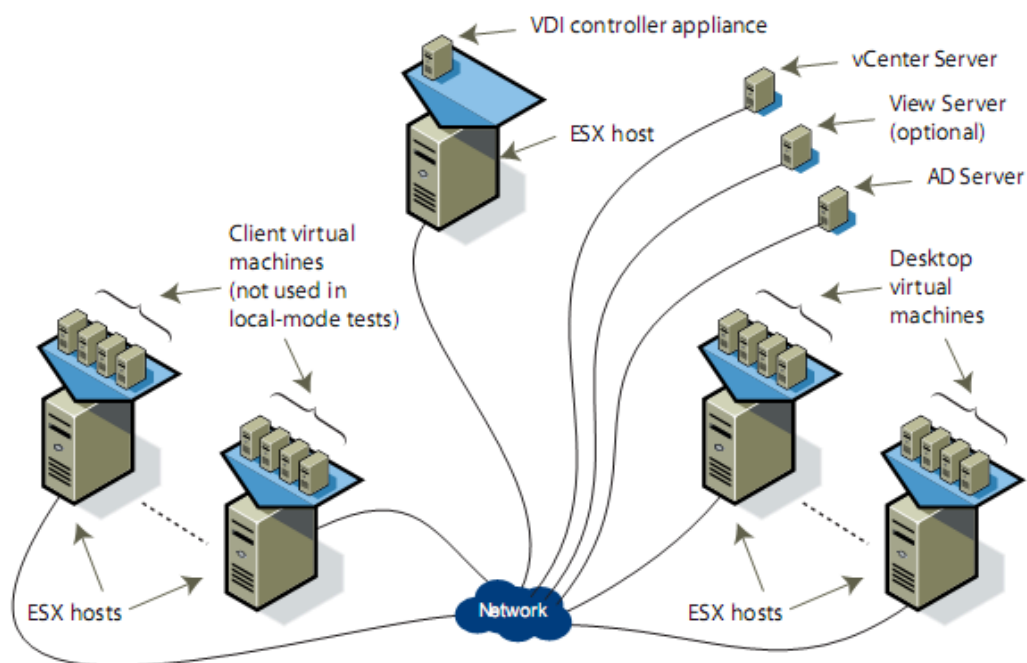
Určení přesné potřeby výkonu však není ani zdaleka jednoduchou záležitostí. Zvažovat je třeba komplexní potřeby zavedení infrastruktury VDI, ale i možnosti moderních VDI nástrojů, které dokáží různými metodami uspořít značné množství diskových kapacit a paměťových požadavků. Z tohoto důvodu již výrobci VDI systémů nabízejí různé metodiky pro výpočet potřebného výkonu pro běh celé infrastruktury. *„Pomoci mohou ale také nástroje pro simulaci vytížení virtuálního prostředí, jako je např. VMware View Planner nebo The Remote Desktop Load Simulation toolset od společnosti Microsoft. Bohužel jejich flexibilita testovaného prostředí je velice malá, a proto je jejich použití v reálném světě přinejmenším sporné.“*
[2, s. 34]

2.2.5 VMware View Planner

Tento program je určen pro simulaci vytížení virtuálního prostředí ve VMware View. Pomocí toho simulátoru lze zjistit, jak se projevují změny v nastavení virtuálních desktopů, jakými jsou třeba změna velikosti přidělené paměti, nebo CPU.

Testování lze za pomoci tohoto programu provádět ve třech různých módech, kterými jsou:

- **Remote mode** – mód, který je nejvíce náročný na hardware a rovněž nejvíce reprezentativní výsledky.
- **Passive Client mode** – mód méně náročný na hardware, ale přesto stále dostatečně reprezentativní.
- **Local mode** – mód, ve kterém není generován žádný síťový provoz. Nedokáže tedy zatížení reprezentovat natolik dobře jako předchozí dva módy.



Obrázek 5 - VMware View Planner - architektura

Zdroj: [7]

2.3 Ekonomické aspekty virtualizace desktopů

Mezi hlavní důvod, který vede současné manažery velkých a středních firem k implementaci virtualizovaných prostředí, patří zejména ekonomická úspornost, které virtualizace nabízí. Při nalezení vhodného řešení nasazení virtualizace desktopů, dochází k zvýšení efektivity a snížení nákladů na provoz ICT ve firmě v řádů i několika desítek procent, přestože je nutné počítat i se zvýšenými náklady na licencování softwarových produktů.

2.3.1 Ekonomické výhody virtualizace desktopů

S virtualizací jsou spojeny zejména následující pozitivní ekonomické aspekty:

- **Snížení energetické náročnosti** – při využití virtualizace dochází ke snížení zátěže koncových stanic, které bývají jednorázově či postupně nahrazovány tenkými či zero klienty, jejichž spotřeba elektrické energie se v průměru pohybuje kolem 15 Wh, přičemž spotřeba běžných pracovních stanic je kolem 100 Wh, z čehož vyplývá odhadovaná úspora 85 % za elektrickou energii. Při ceně elektrické energie 4,75 Kč za 1 kW jde o teoretickou úsporu za 1 rok u 1 PC, které je plně užíváno 7,5 hodiny denně 365 dní v roce ve výši cca. 1.100,- Kč. [4]
- **Znovu použitelnost již výkonnostně zastaralých strojů** – s nástupem nových operačních systémů a aplikací s vyššími nároky na výkon dochází k tomu, že starší desktopy již nejsou výkonnostně dostačující a bývají i přes jejich stále vyhovující technický stav vyřazovány a nahrazovány desktopy novými, avšak při využití virtualizace lze výkonnostně nedostačující desktopy zachovat a nadále využívat pouze jako přístupové klienty k virtualizovanému prostředí, čímž prodloužíme jejich faktickou životnost i o několik let a zefektivníme výdaje na jejich obnovu. [2]
- **Nižší náklady na pořízení nových koncových stanic** - jestliže dojde k výměně již technicky vysloužilých desktopů ve společnosti, kde není nasazena virtualizace, pohybují se výdaje za 1 desktop mezi 15 až 25 tisíc Kč bez DPH.

Při využití virtualizace, kde postačuje použití tenkých nebo zero klientů v běžném cenovém rozpětí 5 až 15 tisíc Kč bez DPH, dochází ke snížení těchto nákladů až o 88 %. Neméně důležitou vlastností tenkých klientů a zero klientů je jejich delší životnost, jelikož neobsahují žádné mechanické komponenty, kdy na tomto základě se jejich životnost odhaduje na více než dvojnásobnou oproti běžným desktopům, čímž se jejich ekonomická efektivita zvyšuje.

- **Úspora nákladů na správu** – vzhledem k centralizovanému řešení virtuálních desktopů a díky nástrojům pro automatizovanou správu, lze provádět mnohé operace na více virtuálních strojích najednou, což značně snižuje čas strávený správou systémů a tedy i náklady na jejich správu. [2]

2.3.2 Ekonomické nevýhody virtualizace desktopů

Virtualizace desktopů, však přináší i ekonomické nevýhody mezi, které patří:

- **Vyšší náklady na licencování** – k provozování VDI infrastruktury s dnes nejpoužívanějšími operačními systémy Windows od společnosti Microsoft se váže velmi přísná licenční politika, která navyšuje náklady při licencování virtualizovaných operačních systémů, jelikož je ke každému zařízení, které je bez operačního systému Windows nebo má pouze operační systém Windows v licenci OEM, nutné přikoupit Microsoft Windows VDA (Virtual Desktop Access) předplatné, které opravňuje k použití až 4 virtuálních prostředí na 1 klientovi. [8] Takovéto předplatné lze pořídit v rámci multilicenčních programů nabízených společnostmi Microsoft organizacím na dobu 1 roku za částku od 0 do 100 USD, což je dle současného kurzu od 0 do 2.448,- Kč².

² Dle kurzu České národní banky 1 USD = 24,48 Kč platného ke dni 2.3.2015.

V neposlední řadě nelze opomenout ceny licencí na software umožňující samotnou virtualizaci, tedy na produkty VMware Horizon View, Microsoft Windows Server s licencí RDS CAL či Citrix XenDesktop, dle vybraného řešení, přičemž cena licence se odvíjí od počtu klientů, na kterých je virtuální desktop spouštěn a rovněž na druhu dodávaného řešení.

- **Jednorázové náklady na pořízení serveru** – dalším nezanedbatelným ekonomickým aspektem, který se negativně podílí na ekonomické efektivitě při přechodu na infrastrukturu pomocí virtuálních desktopů, jsou poměrně vysoké jednorázové výdaje na pořízení serveru, na kterém budou virtuální desktopy hostovány, přičemž částka vynaložená na pořízení serveru se opět odvíjí dle zvoleného druhu řešení a počtu koncových stanic, které virtuální desktop zprostředkují.

2.4 Virtualizace a cloud computing

V současné době je v IT komunitě velmi oblíbený cloud computing, pod kterým se ve své podstatě skrývá poskytování služeb založených na virtualizaci hardwarových zdrojů a jejich dalším poskytování pro koncové uživatele, kterými mohou být nejen firmy, ale i fyzické osoby. Úkolem této kapitoly je představit teoretické specifikace cloud computingu a tyto porovnat s virtualizací desktopů.

2.4.1 Cloud computing

Obecně je cloud computing služba, která je uživateli poskytována skrze jakýkoliv počítač připojený do internetové sítě. Přístupnost přes datovou síť však není jediným atributem pro cloud computing, který tak nelze příliš snadno definovat, přičemž dosud ani neexistuje ucelená definice.

Cloud computing ale můžeme chápat jako službu poskytovanou dodavatelem, který vlastní hardwarové prostředky, kdy na těchto hardwarových prostředcích poskytuje koncovému subjektu služby dodávané mu přes internetovou síť, přičemž tyto služby jsou ze strany subjektu využívány pro provoz zejména vlastních informačních technologií.

Subjekt tedy neinvestuje do IT infrastruktury, ale tuto si pronajímá, přičemž se jedná zejména o výpočetní výkon, úložný prostor a podnikové aplikace. A právě podle typu služby poskytované subjektu dodavatelem se rozdělují i typy cloud computingu.

Cloud computing přebírá technologie, služby a aplikace, které jsou podobné těm, které nacházíme na internetu, a vytvoří z nich samoobslužné nástroje. Použití slova "cloud" odkazuje na dva základní pojmy:

- *Abstrakce: Cloud computing abstrahuje podrobnosti o implementaci systému od uživatelů a vývojářů. Aplikace běží na fyzických systémech, které nejsou uváděny a data jsou uložena v místech, která jsou neznámá, správa systémů je externí k ostatním, a přístup uživatelů je všudypřítomný.*
- *Virtualizace: Cloud computing virtualizuje systém, který sdružuje a sdílí zdroje. Systémy a úložiště mohou být dotovány podle potřeby z centralizované infrastruktury. [9, s. 4]*

2.4.2 Vlastnosti cloud computingu

Mezi základní vlastnosti cloud computingu patří:

- Uživatel nemusí znát podrobnosti o použitém hardwaru ani operačním systému, který mu je poskytován.
- Přístup k datům a aplikacím je uživateli umožněno z libovolného místa pomocí datové sítě internet.
- Přerozdělení výpočetního výkonu mezi uživatele je efektivní vzhledem ke sdílení hardwarových i softwarových zdrojů.
- Update softwaru lze provádět u všech uživatelů současně.
- Zvyšování výkonu a rozšiřování parametrů probíhá centrálně u poskytovatele.
- Uživateli lze poskytnout výpočetní výkon flexibilně, dle aktuálních požadavků.

2.4.3 Typy cloud computingu

Podle poskytovaných služeb lze cloud computingu rozdělit do následujících kategorií:

- **Infrastructure as a Service (IAAS)** – infrastruktura jako služba představuje pronájem hardwarové infrastruktury, zejména serverů, které jsou následně uživatelem využívány, aniž by se musel o infrastrukturu starat,
- **Platform as a Service (PAAS)** – platforma jako služba znamená pronájem kompletních prostředků pro podporu celého životního cyklu tvorby aplikací,
- **Software as a Service (SAAS)** – software jako služba zastupuje nejvyužívanější službu v cloud computingu, při které dochází k pronájmu softwaru, který si tak uživatel nemusí kupovat, ale platí jeho užívání formou předplatného, přičemž poskytovatel zajišťuje vše potřebné k chodu softwaru. [10]

Výše uvedené typy cloud computingu jsou základem pro kategorizaci cloudových nabídek, přičemž Infrastructure as a Service je základním typem poskytovaných služeb a každý další typ staví na detailech nižšího typu.

2.4.4 Porovnání virtualizace desktopů a cloud computingu

Vzhledem ke skutečnosti, že cloud computing je postaven na virtualizaci, jsou technologické základy shodné. Porovnání má tedy svůj význam zejména z ekonomického hlediska. Chceme-li nasadit virtualizaci desktopů v nově začínající firmě nebo organizaci, je vhodné zvážit, zdali se nevydat cestou cloud computingu, při kterém odpadají počáteční náklady na nákup hardwaru a jeho následnou správu, který by v případě přímé virtualizace desktopů, byl zřejmě nevyhnutelný, jelikož lze jen těžko předpokládat, že již společnost disponuje dostatečně výkonnými servery. Neodmyslitelnou výhodou cloud computingu tedy oproti virtualizaci je, že o hardware, jeho konfiguraci a údržbu se stará poskytovatel, přičemž u virtualizace je zapotřebí provádět jejich vlastní správu a údržbu, k čemuž je potřeba osoba s odbornou způsobilostí.

Pro lepší přehlednost jsou základní vlastnosti porovnány v následující tabulce.

Tabulka 1 – Porovnání vlastností virtualizace a cloud computingu

	VIRTUALIZACE	CLOUD COMPUTING
Sdílení hardwarových a softwarových zdrojů	ANO	ANO
Centrální update Softwaru	ANO	ANO
Dostupnost z kteréhokoliv místa v síti	ANO	ANO
Flexibilita hardwaru	ANO	ANO
Uložení dat	ve vlastním datovém úložišti	v datovém úložišti poskytovatele
Nutnost vlastnit hardwarové zdroje	ANO	NE
Software	vlastní	předplacen u provozovatele

Zdroj: Autor

3 Případová studie

V dnešní době snad již ustupující krize finančního a hypotečního trhu si nejen soukromé společnosti uvědomují významnost efektivního přístupu k modernizaci v oblasti ICT. Rovněž mnohé státní organizace jsou pobízeny, aby své technologie rozvíjeli a modernizovali, avšak efektivně a rozvážně. Takovýto požadavek je kladen i na ekonomy a IT odborníky působící v Policii ČR, jelikož využívaná technika je anebo již v dohledné době bude zastaralá a zcela nevyhovující potřebám Policie ČR. Jako vhodnou a možnou variantu, jak nahradit stávající dosluhující desktopy a docílit tak efektivní modernizace, je implementace virtualizačních technologií a zejména virtualizace desktopů.

Naopak zcela nevhodnou variantou by bylo využití Cloud computingu, jelikož vnitřní předpisy nařizují, aby využívaný hardware byl vlastněn a spravován Policií ČR nebo Ministerstvem vnitra ČR a to z důvodů ochrany osobních údajů.

K tomu, aby bylo možné zhodnotit přínos virtualizačních technologií jako cesty ekonomicky efektivní při modernizaci ICT v organizaci jako je Policie ČR, bude v této kapitole předložena případová studie na nasazení virtuálních desktopů na Obvodním oddělení Policie ČR Trutnově, které je největším obvodním oddělení v rámci Krajského ředitelství policie Královéhradeckého kraje, a získané výstupy budou podrobeny ekonomickému srovnání.

3.1 Charakteristika organizace

Policie České republiky, Krajské ředitelství policie Královéhradeckého kraje, Územní odbor Trutnov, Obvodní oddělení Trutnov, takto zní celý název organizace nebo spíše její části, na které budou předloženy požadavky pro modernizaci ICT. Jedná se o územně odpovědnou složku Policie ČR, která zastává úkoly Policie ČR dle zákona o Policii České republiky č. 273/2008 Sb. Na území o rozloze téměř 218 km² pro více než 35 tisíc obyvatel trvale žijících na tomto území.

Na Obvodním oddělení Trutnov pracuje ke dni 31.03.2015 celkem 36 policistů a policistek a 1 sekretářka vedoucího oddělení. Pro svou činnost využívají celkem 30 desktopů s operačními systémy od společnosti Microsoft a základním kancelářským software opět od společnosti Microsoft, přičemž vše je licencováno formou hromadné licence Enterprise Agreement včetně Software Assurance. Všechny desktopy jsou připojeny do intranetové sítě Ministerstva vnitra České republiky zvané Hermes, která je z bezpečnostních důvodů fyzicky oddělena od sítě internet, a samozřejmě je využívání služby Active directory.

Personální situace je pro rok 2015 stabilizovaná, přičemž se rovněž předpokládá navýšení počtu policistů v tomto roce až na 46 policistů a policistek, načež bude třeba reagovat i v souvislosti s množstvím dostupných desktopů.



Obrázek 6 - Obvodní oddělení Policie ČR v Trutnově

Zdroj: Autor

3.1.1 Základní rozdělení organizace

Policisté, policistky a pracovnice sekretariátu můžeme na oddělení dále rozdělení do 3 skupin dle primárního typu jejich práce:

- **Vedení** – 3 policisté a 1 sekretářka, jejich pracovní doba je pravidelná od 07:30 hodin do 15:30 hodin v pracovní dny. V souvislosti se svou činností využívají zejména základní kancelářský software, volně šiřitelné programy a aplikaci ETR neboli Evidenci trestního řízení, která je dostupná přes internetový prohlížeč. U této skupiny je požadována personalizace desktopu pro každého uživatele individuálně.
- **Dokumentaristé** – 20 policistů pracujících jako dokumentaristé je zahrnuto do skupiny pracující v nepřetržitém režimu služby 24 hodin denně 7 dní v týdnu tak, aby se na pracovišti nacházel vždy minimálně 1 policista. Základní pracovní doba je od 07:00 hodin do 19:00 hodin ve všední dny i víkendy. Požadavky této skupiny na software nejsou nikterak odlišné od požadavků skupiny vedení.
- **Územně odpovědní policisté** – 13 územně odpovědných policistů pracuje rovněž v nepřetržitém režimu služby, přičemž na pracovišti musí být alespoň 2 policisté z této skupiny. Základní pracovní doba je shodná se skupinou dokumentaristé. Požadavky na softwarové vybavení desktopů a jejich výkon je minimální zejména proto, že policisté z této skupiny využívají pouze jejich základní programové vybavení.

Policisté z výše uvedených skupin využívají ICT na oddělení v různém časovém rozsahu. Policisté z kanceláře vedoucího oddělení včetně pracovnice sekretariátu, využívají své desktopy po bezmála 100% pracovní doby. Stejně tak dokumentaristé, kteří zpracovávají administrativu v souvislosti se šetřením a objasňování protiprávního jednání ve svěřeném teritoriu. Naopak územně odpovědní policisté, kteří pracují převážně v terénu, využívají desktopy do 40% přidělené pracovní doby. V průměru tak dle odhadu bývá každý z 30 desktopů v provozu po dobu 12 hodin každý den.

3.1.2 Současná HW struktura desktopů v organizaci

Jak již bylo výše uvedeno, je na Obvodním oddělení Trutnov k dispozici na 30 desktopů, které jsou různého stáří a konfigurace. Komplexní přehled představuje následující tabulka.

Tabulka 2 - Přehled HW konfigurace a stáří desktopů na OO PČR Trutnov

Počet ks	CPU	RAM	HDD	OS	Stáří v letech
5	Core i5 3,2 GHz	4 GB	500 GB	Windows 7	1
2	Core i3 3,1 GHz	4 GB	250 GB	Windows 7	3
1	Core 2 Duo 3,06 GHz	4 GB	160 GB	Windows 7	5
3	Pentium Dual-Core 2,4 GHz	3 GB	80 GB	Windows 7	6
8	Core 2 Duo 2,8 GHz	2 GB	160 GB	Windows 7	5
1	Pentium Dual-Core 2,2 GHz	2 GB	160 GB	Windows 7	7
1	Celeron 2,8 GHz	2 GB	80 GB	Windows XP	9
1	Pentium IV 2,4 GHz	1 GB	60 GB	Windows XP	11
3	Pentium IV 3 GHz	1 GB	74,5 GB	Windows XP	10
1	Celeron 2,66 GHz	1 GB	80 GB	Windows XP	9
2	Pentium IV 3 GHz	512	74,5 GB	Windows XP	10
2	Pentium IV 2,8 GHz	512	37,2 GB	Windows XP	13

Zdroj: Autor

Z tabulky je zřejmé, že 1/3 ze současných desktopů je již za hranicí životnosti, když jejich stáří je 9 a více let (tyto jsou zvýrazněny červeně). Takovéto stroje již svou konfigurací naprosto nedostačují potřebám kancelářského desktopu. Rovněž se u těchto desktopů projevuje zvýšená poruchovost a spotřeba elektrické energie. Nahrazení 10 ks desktopů bude tedy v roce 2015 nevyhnutelné. U dalších 13 ks desktopů (tyto jsou zvýrazněny fialovou) lze předpokládat ukončení jejich fyzické životnosti během následujících tří let a zbývajících 7 ks desktopů (tyto jsou v tabulce černou barvou) během následujících 5 let.

3.1.3 Energetická náročnost desktopů v organizaci

Nemalou roli při modernizaci stávajících desktopů sehraje energetická úspora. Za stávající tedy výchozí situace lze uvažovat, že desktopy starší 6 let mají přibližnou reálnou spotřebu 90 Wh, přičemž ty do stáří 5 let již jen 60 Wh.

Desktopů mladších 5 let je v organizaci 16 ks, přičemž celková spotřeba je 0,96 kWh a doba provozu za jeden den je průměrně 12 hodin. Celková roční spotřeba novějších desktopů je tedy přibližně 4205 kWh.

Desktopů starších 5 let je v organizaci 14 ks, jejichž celková spotřeba tedy činí 1,26 kWh a doba provozu za 1 den je rovněž průměrně 12 hodin, z čehož vyplývá roční spotřeba ve výši přibližně 5519 kWh.

Výsledná roční spotřeba všech 30 desktopů v organizaci je tedy přibližně 9709 kWh, jak je možné vidět v následující tabulce.

Tabulka 3 - Energetická náročnost stávajících desktopů

Stáří v letech	Počet	Přibližná spotřeba 1 ks	Spotřeba za 12 hod/den	Spotřeba za 1 rok	Spotřeba celkem	Ø cena 1 kWh	Náklady na energie za rok
1-5	16 ks	60 Wh	11,52 kWh	4205 kWh	9724 kWh	4,75 Kč	46.189 Kč
6 a více	14 ks	90 Wh	15,12 kWh	5519 kWh			

Zdroj: Autor

3.1.4 Požadavky organizace na strukturu desktopů a její modernizaci

Jak již vyplývá z hardwarové struktury desktopů v organizaci, je v roce 2015 nutné provést modernizaci 10 desktopů a v dalších 5 letech u zbývajících 20 desktopů s předpokládaným navýšením desktopů o dalších 5 ks v tomto roce, přičemž základním požadavkem pro modernizaci je použití platformy Microsoft a operačního systému Microsoft Windows 7 či novějšího vzhledem k stávající dlouhodobé multilicenční smlouvě s Microsoft Software Assurance a odbornosti správců ICT. Dalším z požadavků organizace je snížení či zachování nákladů na energie a minimalizace nákladů na modernizaci jako takovou. Základní parametry pro virtuální desktopy jsou vyžadovány v těchto hodnotách: 1 CPU, 4 GB RAM a 35 GB diskového prostoru.

3.2 Nasazení virtualizace desktopů v organizaci

Samotnému nasazení virtuálních desktopů v organizaci na místo běžných desktopů předchází zejména provedení výpočtu potřebného výkonu na serverech s ohledem na počet hostovaných virtuálních desktopů a rozhodnutí, která platforma pro virtualizaci bude použita, zda platforma od společnosti Microsoft, VMware nebo Citrix. Zatím co je v případě této případové studie na základě požadavků organizace o platformě již rozhodnuto předem a použitá platforma bude od společnosti Microsoft, výpočet potřebného výkonu serveru bude muset být proveden individuálně pro každou z variant nasazení, které jsou následující:

- Varianta A – komplexní nahrazení stávajících desktopů virtuálními desktopy při využití tenkých klientů nebo mini PC.
- Varianta B – komplexní nahrazení stávajících desktopů virtuálními desktopy, avšak s využitím stávajících fyzických desktopů jako klientů.
- Varianta C – částečné nahrazení stávajících desktopů virtuálními desktopy s tenkými klienty nebo mini PC s ohledem na stáří stávajících zařízení a další rozšiřování virtuálních desktopů v návaznosti na vyřazování vysloužilých desktopů.

Pro výpočet nutného výkonu serveru bude použit volně dostupný kalkulátor VDI, jehož autorem je Andre Leibovici³. Tento nástroj umožňuje rychlé navolení parametrů zamýšleného VDI, kdy na základě zadaných hodnot vypočítá a předloží přibližnou konfiguraci potřebnou pro provoz virtuálních desktopů. Přestože je kalkulátor vypracován pro platformu VMware, je užitečným pomocníkem i při plánování VDI na dalších platformách Microsoft či Citrix.

³ Dostupné na webové adrese http://myvirtualcloud.net/?page_id=1076.

3.2.1 Varianta A – komplexní přechod na VDI s novými klienty

Jak již bylo uvedeno, varianta A je komplexní řešení, v kterém jsou fyzické desktopy nahrazeny tenkými klienty nebo mini PC a virtuální desktopy budou poskytovány ze serveru s platformou Microsoft. V rámci kalkulací je uvažováno s počtem 35 klientských stanic a 46 uživatelů, čímž je do kalkulací zahrnuto i plánované navyšování personálního stavu v organizaci.

3.2.1.1 Konfigurace serveru a jeho pořizovací náklady

Hardwarová konfigurace serveru byla získána z VDI kalkulátoru na základě vstupních hodnot, které můžete vidět na obrázku.

Number of vCPU	1	Memory Size (MB)	2048	Display Number	1
Average vCPU (MHz)	400	Memory Reservation (%)	10	Resolution	1920x1200
vCPU Overhead (%)	25	Desktop State	ON	3D Graphics	OFF
Pool Type	Full	Refresh on logoff (%)	20480	Parent VM Thin Size (MB)	35480
Disposable Disk Size (MB)	0	Snapshots per Pool	2	Persistent Disk Size (MB)	0
Number of Desktops	35	Number of Parent VMs	1	Parent VM Size (MB)	35840
Concurrent Desktops	35	Number of Desktop Pools	1	Persistent SteadyState IOps	0
Replica SteadyState IOps	1	SteadyState IOps	45	Persistent Read IOps (%)	20
Boot IOps	600	Delta Read IOps (%)	20	Persistent Write IOps (%)	80
		Delta Write IOps (%)	80		

Obrázek 7 – Snímek obrazovky VDI kalkulátoru s nastavenými parametry

Zdroj: Autor

Na základě výpočtu kalkulátoru bylo zjištěno, že pro virtualizaci 35 desktopů je třeba pořídit 2 shodné servery s konfigurací nejméně: 12 procesorových jader, frekvencí procesoru 1457 MHz, operační paměť 76 GB a diskovou kapacitou 1423 MB. Výstupní hodnoty naleznete rovněž na obrázku níže.

Number of Hosts	2	Host Memory - No TPS (GB)	76	Total Capacity (TB)	1.43
Cores per Host	12	Host Memory - TPS (GB)	54	Total Frontend IOps	4095
Host CPU (Mhz)	1457			Total Backend IOps	7875
				Datastores	1
				Datastore Size (GB)	1423

Obrázek 8 – Snímek obrazovky VDI kalkulátoru s výslednými hodnotami k verzi A

Zdroj: Autor

Na základě vypočítaných hodnot z VDI kalkulátoru byl vybrán dvouprocesorový server značky Fujitsu Primergy TX 2540 M1, který je v základní nabídce dodáván s jedním šesti jádrovým procesorem Intel XEON E5-2420v2 o taktovací frekvenci 2200 MHz, operační paměť o velikosti 8 GB a bez disku, avšak tato tovární konfigurace je nedostačující, a proto musí dojít k jejímu rozšíření o další procesor, operační paměť o velikosti 96 GB a disky o celkové velikosti 1800 GB. Kompletní konfigurace je uvedena v následující tabulce včetně cenové kalkulace, která je uvedena včetně DPH bez dodatečných slev⁴.

Tabulka 4 – Konfigurace serveru včetně cenové kalkulace ve variantě A

Produkt	Parametry	Cena	Cena celkem za 2 ks
Server Fujitsu Primergy TX 2540 M1	1x šesti jádrový procesor Intel Xeon E5-2420v2 (2,2 GHz), 8GB RAM, 450 W	44.833 Kč	246.024 Kč
Procesor Intel Xeon E5-2420v2	2,2 GHz	13.021 Kč	
3x RAM Kingstone 32GB	32 GB DDR3 1600	38.120 Kč	
3x HDD Seagate Cheetah 600 GB	600 GB, 15K, rozhraní SAS 6GB/s	27.038 Kč	

Zdroj: Autor

Náklady na servery, kterých je vzhledem k potřebě zajistit zálohu systému virtuálních desktopů v případě poruchy serveru nutno pořídit 2 kusy, jsou celkem 246.024 Kč.

⁴ Ceny byly získány z e-shopu společnosti CZC.cz, s.r.o. dostupného na <http://www.czc.cz> a jsou platné ke dni 03.04.2015.

3.2.1.2 Výběr klientských stanic a jejich pořizovací náklady

Při výběru klientských stanic je třeba věnovat se zejména otázce následného licencování virtualizovaného operačního systému. Jelikož Microsoft v tomto případě požaduje licenci per device neboli na zařízení a vzhledem ke skutečnosti, že organizace má uzavřenou multilicenční smlouvu Enterprise Agreement je možné licencovat operační systém virtuálního desktopu licencí klientské stanice v případě, že již má operační systém instalován výrobcem v licenci OEM a následně je zahrnut do multilicenčního programu.

Tímto dochází ke vzniku dvou variant pořízení klientských stanic a to cestou nákupů takzvaných miniPC, které mají předinstalovaný operační systém Windows v licenci OEM, anebo nákupem tenkých klientů, které vzhledem ke svému charakteru nemají plnohodnotný operační systém a musejí k nim být dokoupeny licence formou ročního předplatného Microsoft VDA licence.

- **Tenký klient** – mezi přední producenty tenkých klientů se řadí společnosti HP, DELL a FUJITSU, přičemž průměrná cena klienta v základní konfiguraci se pohybuje okolo 10.000,- Kč zejména v závislosti na kurzu amerického dolaru. Přičemž na základě webových referencí a s ohledem na cenu je vybrán do kalkulace tenký klient Dell Wyse 5012 D10D jehož cena je 399 USD, což je přibližně 9.768,-Kč.
- **MiniPC** – jsou vzhledem k svým rozměrům velice podobná tenkým klientům, avšak jejich konfigurace oproti tenkým klientům dosahuje takových hodnot, že mohou být vybaveny plnohodnotným operačním systémem. Mezi přední výrobce patří společnosti LENOVO, MSI a ACER a průměrná cena základních MiniPC s předinstalovaným OS Windows je okolo 9.500,- Kč. Na základě referencí a rovněž s ohledem na cenu je do kalkulace vybráno miniPC Lenovo ThinkCentre M53 Tiny 10DC0-006 s cenou 8.688,- Kč.



Obrázek 9 – Lenovo ThinkCentre M53 Tiny

Zdroj: [11]



Obrázek 10 – Dell Wyse 5012

Zdroj: [12]

Porovná-li se u obou typů výše navrhovaných koncových stanic jejich údaje o příkonu a spotřebě energie, které jsou v tomto případě nasazení rovněž velice sledovány, dospěje se k výsledku, že rozdíl 7 Wh (tenký klient 8Wh/miniPC 15Wh), je v důsledku natolik malý, že při výběru nemusí být zohledňován.

Pro přehlednější znázornění rozdílných nákladů při použití tenkých klientů nebo miniPC jsou údaje včetně nákladů na předplatné Microsoft VDA licencí uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 5 – Porovnání pořizovacích nákladů tenkého klienta a miniPC

Koncový klient	Počet	Cena za kus	Cena celkem	Dodatečný náklad na VDA licence ⁵
Tenký klient Dell Wyse 5012	35 ks	9.768 Kč	341.880 Kč	70.532 Kč/rok
MiniPC Lenovo ThinkCentre M53 Tiny	35 ks	8.688 Kč	304.080 Kč	0 Kč/rok

Zdroj: Autor

⁵ VDI licence dle webové kalkulačky dostupné na <http://mla.microsoft.com> pro 1 zařízení/rok ve výši 82,32 USD = 2015,2 Kč.

Pro zpracováváný případ se jako nejvhodnější řešení vzhledem k pořizovacím nákladům jeví pořízení miniPC, jejichž konečná pořizovací cena je o cca. 11 % nižší než u tenkého klienta, u kterého je rovněž nezanedbatelnou nevýhodou nutnost pořizovat VDA licenci za roční předplatné ve výši 2015,20 Kč na jedno zařízení.

Jak lze již tedy vyčíst z výše uvedené tabulky č. 4 jsou náklady na pořízení 35 ks miniPC Lenovo s operačním systémem Microsoft Windows 8, které lze nasadit jako klientské stanice pro VDI infrastrukturu, celkem 304.080,- Kč.

3.2.1.3 Microsoft software a jeho pořizovací náklady

Jestliže má být dodržen požadavek na nasazení VDI na platformě Microsoft, je bezpodmínečně nutné provést nákup potřebných licencí. Pro použití na dvou dvouprocesorových serverech je nutné zakoupit 2 licence Microsoft Server 2012 R2. Pro potřeby organizace postačuje v edici Standart, která umožňuje veškeré funkce systému Windows Server se dvěma virtuálními instancemi. Protože platforma Microsoft využívá pro VDI řešení službu Remote Desktope Services, která je licencována pomocí licencí RDS CALs⁶ a tato licence je k zakoupení na uživatele a nikoliv na počet přistupujících zařízení, je tedy nutné zakoupit licence v takovém počtu kolik je uživatelů, což bude v tomto případě až 46. Microsoft nabízí licence na Windows Server 2012 R2 a potřebné RDS licence za zvýhodněnou cenu, když jsou pořizovány ke značkovým serverům mezi, které patří i servery Fujitsu, a proto bude využito této zvýhodněné nabídky pro snížení vstupních nákladů na VDI. Přehled licencí a jejich pořizovací náklady včetně DPH⁷ jsou uvedeny v následující tabulce.

⁶ RDS CALs (Remote Desktope Services Client Access Licences) – režim licencování služby vzdálené plochy nutné k nasazení VDI

⁷ Ceny byly získány z e-shopu společnosti ALZA.cz, a.s. dostupného na <http://www.alza.cz> a jsou platné ke dni 01.04.2015

Tabulka 6 – Zvýhodněné ceny licencí pro nasazení VDI ve variantě A

Licence	Počet	Cena/ks	Cena celkem
Windows Server 2012 R2 Standart 2 CPU	2 ks	19.166 Kč	38.332 Kč
Windows Server 2012 RDS 5 User CAL	9 ks	16.408 Kč	147.672 Kč
Windows Server 2012 RDS 1 User CAL	1 ks	3.557 Kč	3.557 Kč
Celkové pořizovací náklady			189.561 Kč

Zdroj: Autor

Při pořízení zvýhodněných licencí, které je podmíněno použitím na serverech značky FUJITSU se celkové náklady vyšplhají až na 189.561 Kč.

3.2.1.4 Shrnutí vstupních nákladů na hardware a software

Jak je již zřejmé, pro výpočet celkových vstupních nákladů musíme znát konfiguraci serveru, z čehož se odvíjí i jeho cena. Současně je nutné zvolit vhodné zařízení pro funkci klientské stanice a pořídit potřebné licence na provoz VDI. Tyto celkové náklady na vytvoření infrastruktury virtuálních desktopů o 35 virtuálních desktopech pro 46 uživatelů jsou 739.581 Kč bez nákladů na implementaci.

Náklady na implementaci do kalkulace zahrnuty nebudou, jelikož organizace má vlastní oddělení informačních a komunikačních technologií, které by implementaci provedlo. S implementací tedy organizaci nevzniknou další významné náklady a stejně tak nedojde ke změnám v nákladech pro udržování infrastruktury virtuálních desktopů.

Tabulka 7 – Pořizovací náklady na hardware a software pro VDI ve variantě A

Investice	Cena
Servery	246.024 Kč
Klientské stanice	304.080 Kč
Licence	189.561 Kč
Celkové náklady	739.665 Kč

Zdroj: Autor

3.2.2 Varianta B – komplexní přechod na VDI s využitím současných desktopů jako klientů

Varianta B je z hlediska nasazení serverových komponent a softwarových licencí na stejné úrovni jako Varianta A, a proto budou převzaty. Zásadním rozdílem je tak pouze to, že stávající fyzické desktopy budou použity jako klientské stanice, čímž budou sníženy počáteční náklady. V rámci kalkulací je nadále uvažováno s počtem 35 klientských stanic a 46 uživatelů, čímž je do kalkulací zahrnuto i plánované navýšování personálního stavu v organizaci.

3.2.2.1 Klientské stanice a jejich pořizovací náklady

Mají-li být klientské stanice tvořeny stávajícími desktopy, je třeba počítat se situací, že použitý fyzický desktop již vypoví službu a bude muset být přesto nahrazen. Touto variantou tedy nedochází k odstranění počátečních nákladů, ale k jejich rozložení do příštích období.

Současný technický stav fyzických desktopů, jejichž soupis je uveden výše v tabulce č. 2, rovněž neumožňuje využití všech nyní používaných desktopů v dlouhodobém výhledu. V tuto chvíli lze odvodit potřebu nákupu nových klientských stanic pouze na základě fyzické životnosti stávajících desktopů a z vlastních zkušeností autora. Tento odhad je následující:

Tabulka 8 – Odhad potřebné obměny současných desktopů za nové klienty

Rok 2015	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
15 ks	5 ks	5 ks	5 ks	5 ks

Zdroj: Autor

V odhadu je zahrnuto pořízení 5 ks nových klientů navíc již v roce 2015, aby bylo zohledněno požadované navýšení z 30 na 35 desktopů.

Prvotní náklady při nasazení infrastruktury virtuálních desktopů tedy budou na 15 ks klientských stanic. Zbývající náklady budou rozloženy do následujících 4 let po 5 klientských stanicích. Nasazena budou již dříve vybraná miniPC Lenovo ThinkCentre M53 Tiny nebo v následujících letech jim odpovídající miniPC.

Tabulka 9 – Pořizovací náklady na klientskou stanici miniPC

Koncový klient	Počet	Cena za kus	Cena celkem
MiniPC Lenovo ThinkCentre M53 Tiny	15 ks	8.688 Kč	130.320 Kč

Zdroj: Autor

3.2.2.2 Shrnutí vstupních nákladů na hardware a software

Vstupní náklady u varianty B jsou co do jejich skladby totožné s variantou A, kdy pokles nákladů je způsoben rozložením pořízení nových klientských stanic do dalších let, což je způsobeno použitím stávajících desktopů, které virtualizace desktopů umožňuje.

Tabulka 10 – Pořizovací náklady na hardware a software pro VDI ve variantě B

Investice	Cena
Servery	246.024 Kč
Klientské stanice	130.320 Kč
Licence	189.561 Kč
Celkové náklady	565.905 Kč

Zdroj: Autor

3.2.2.3 Náklady na hardware v dalších letech

Úspora při vstupních nákladech na klientské stanice logicky znamená, že organizaci vzniknou náklady rozložené do dalších let. Při dodržení odhadu uvedeného v tabulce č. 8 by to znamenalo pořídit 5 ks nových miniPC každý rok v letech 2016 až 2019. Nelze však předpokládat, že vybrané miniPC Lenovo ThinkCentre M53 Tiny bude stále ve výrobě a cena obdobného miniPC bude shodná. Při výpočtu nákladů budoucích let tedy bude v základu použita průměrná hodnota základních miniPC ve výši 9.500,- Kč, přičemž pro každý rok bude uvažováno s inflací, která bude pro 2. čtvrtletí rok 2016 dle prognóz České národní banky ve výši 1,6 % a v letech následujících ve výši 2 %.

Tabulka 11 – Náklady na obměnu desktopů za miniPC v letech 2016 až 2019

	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
Počet	5 ks	5 ks	5 ks	5 ks
Inflace	1,6 %	2 %	2 %	2 %
Průměrná cena	9.652 Kč	9.845 Kč	10.042 Kč	10.243 Kč
Náklady	48.260 Kč	49.225 Kč	50.210 Kč	51.215 Kč
Náklady celkem	198.910 Kč			

Zdroj: Autor

3.2.3 Varianta C – postupný přechod na VDI s využitím současných desktopů jako klientů

Asi nejvíce komplikovanou je varianta C, u které nejenže není třeba stejně jako u varianty B pořizovat klientské stanice jednorázově, ale také není třeba vybráný typ serveru ihned v době pořízení dovybavit pamětí RAM a nakoupit všechny licence pro software pracujícím na serveru.

Scénář postupného přechodu na VDI uvažuje, že v prvním roce zavedení virtuálních desktopů bude spuštěno na 15 virtuálních desktopů pro 21 uživatelů, přičemž v každém následujícím roce po dobu 4 let dojde k navýšení počtu virtuálních desktopů o 5 ks pro 5 uživatelů na konečných 35 ks virtuálních desktopů pro 46 uživatelů.

Z tohoto tedy vyplývá, že proces pořízení klientských stanic bude probíhat shodně jako v případě varianty B, z které tak budou výsledky pouze převzaty do konečné kalkulace nákladů varianty C.

3.2.3.1 Konfigurace serveru a jeho pořizovací náklady

Za pomoci VDI kalkulátoru, který byl použit rovněž při výpočtu hardwarové konfigurace pro variantu A, dojdeme ke zjištění, že počet virtuálních desktopů má vliv na požadovanou hodnotu taktovací frekvence procesoru, velikost operační paměti a velikost pevného disku.

Prakticky je velice nákladné provádět změnu procesoru serveru, a proto bude ponechána již vybraná varianta, avšak operační paměť a pevný disk lze do konfigurace serveru dodat kdykoliv velmi jednoduchým zásahem, z čehož vyplývá možnost snížit pořizovací náklady na server a tyto rozložit do dalších let.

Minimální konfigurace serveru pro 15 virtuálních desktopů je tedy uvedena na následujícím obrázku.

Number of Hosts	2	Host Memory - No TPS (GB)	34	Total Capacity (TB)	0.64
Cores per Host	16	Host Memory - TPS (GB)	25	Total Frontend IOPS	3195
Host CPU (Mhz)	1757			Total Backend IOPS	4815
				Datstores	1
				Datstore Size (GB)	614

Obrázek 11 – Snímek obrazovky VDI kalkulátoru s výslednými hodnotami k verzi C

Zdroj: Autor

Parametry serveru značky Fujitsu Primergy TX 2540 M1, který již byl vybrán jako vhodný pro variantu A, tak budou rozšířeny o další procesor, operační paměť o velikosti 32 GB a disky o kapacitě 1200 GB.

Tabulka 12 – Konfigurace serveru včetně cenové kalkulace ve variantě C

Produkt	Parametry	Cena	Cena celkem za 2 ks
Server Fujitsu Primergy TX 2540 M1	1x šesti jádrový procesor Intel Xeon E5-2420v2 (2,2 GHz), 8GB RAM, 450 W	44.833 Kč	177.172 Kč
Procesor Intel Xeon E5-2420v2	2,2 GHz	13.021 Kč	
1x RAM Kingstone 32GB	32 GB DDR3 1600	12.707 Kč	
2x HDD Seagate Cheetah 600 GB	600 GB, 15K, rozhraní SAS 6GB/s	18.025 Kč	

Zdroj: Autor

Pořizovací náklady na servery pro zahájení přechodu na infrastrukturu virtuálních desktopů jsou tak ve výši 177.172 Kč.

3.2.3.2 Microsoft software a jeho pořizovací náklady

I v případě varianty C budou nasazeny celkem dva fyzické servery, které budou muset být řádně licencovány pro legální provoz systému Microsoft Windows Server 2012 R2 Standart celkem dvěma licencemi. Změna nastává až v případě licencování služby Remote Desktope Services, která je, jak již víme z varianty A, licencována pomocí licencí RDS CALs. Tyto licence je nutné zakoupit pouze v takovém počtu, kolik uživatelů bude ke službě přistupovat. Pro prvotní nasazení VDI tedy bude potřeba zakoupit 21 licencí, přičemž další licence budou přikupovány v následujících letech shodně jako nové klientské stanice.

Stejně jako ve variantě A lze využít zvýhodněné nabídky Microsoftu a licence na Windows Server 2012 R2 a potřebné RDS licence zakoupit k serverům Fujitsu. Přehled licencí a jejich pořizovací náklady včetně DPH jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 13 – Zvýhodněné ceny licencí pro nasazení VDI ve variantě C

Licence	Počet	Cena/ks	Cena celkem
Windows Server 2012 R2 Standart 2 CPU	2 ks	19.166 Kč	38.332 Kč
Windows Server 2012 RDS 5 User CAL	4 ks	16.408 Kč	65.632 Kč
Windows Server 2012 RDS 1 User CAL	1 ks	3.557 Kč	3.557 Kč
Celkové pořizovací náklady			107.521 Kč

Zdroj: Autor

Při nákupu zvýhodněných licencí jsou celkové pořizovací náklady na software Microsoft Windows Server ve výši 107.521 Kč.

3.2.3.3 Shrnutí vstupních nákladů na hardware a software

Vstupní náklady u varianty C jsou logicky nejnižší, což je samozřejmě zapříčiněno zejména tím, že nemálo nákladů bude rozloženo do dalších let a to počínaje náklady na rozšíření operační paměti a diskové kapacity serverů, následováno systémem využití stávajících fyzických desktopů a z toho vyplývajícím postupným nákupem nových klientských stanic a konče postupným nákupem licencí RDS CALs.

Tabulka 14 – Pořizovací náklady na hardware a software pro VDI ve variantě C

Investice	Cena
Servery	177.172 Kč
Klientské stanice	130.320 Kč
Licence	107.521 Kč
Celkové náklady	415.013 Kč

Zdroj: Autor

3.2.3.4 Náklady na hardware a software v dalších letech

Náklady na hardware v případě klientských stanic již známe z kalkulace provedené ve variantě B, tyto náklady jsou v celkové výši 198.910 Kč, z toho ve výši 48.260 Kč pro rok 2016, 49.225 Kč pro rok 2017, 50.210 Kč pro rok 2018 a 51.215 Kč pro rok 2019. Kalkulaci lze nalézt v tabulce číslo 11 na straně 33.

V případě dalších nákladů na rozšíření parametrů serverů s rostoucím počtem nových virtuálních desktopů to již nebude tak snadné, jelikož je nutné zjistit a stanovit, kdy již nebude prvotně pořízená konfigurace serveru dostatečná, a který prvek bude muset být dokoupen. K tomuto lze využít opět VDI kalkulátor, z jehož výsledků lze vypočítat vhodnou dobu na navýšení konfigurace. Bude-li se tedy postupovat v navýšení počtu virtuálních desktopů předem daným plánem 5 virtuálních desktopů ročně až do roku 2019, znamenalo by to, že již v prvním roce rozšiřování infrastruktury je nutné serverovou konfiguraci rozšířit o operační paměť, nejlépe modulem o velikosti 32 GB, čímž bude bezpečně pokryto i rozšíření VDI v roce 2017. V roce 2018 však bude nutno rozšířit kapacitu pevných disků a to nejlépe o dalších 600 GB a rovněž doplnit velikost operační paměti o další modul o velikosti 32 GB, přestože by dle VDI kalkulátoru měla operační paměť dostačovat i bez úprav, nebyla by zajištěna rezerva pro vznikající výkonové špičky. Tímto by se konfigurace serveru dostala na maximální potřebnou úroveň, která byla vypočtena již v kalkulaci ve variantě A. Nelze ale opomenout, že servery jsou dva a tudíž se nám náklady dvojnásobí. Přehled nákladů je v následující tabulce a vychází z cen z roku 2015, ke kterým je přičtena i předpokládaná inflace.

Tabulka 15 – Náklady na rozšíření konfigurace serverů v letech 2016 až 2019

	Inflace	Cena operační paměti 32 GB	Cena pevného disku 600 GB	Počet operační paměti	Počet pevných disků	Náklady
Rok 2016	1,6 %	12.854 Kč	9.118 Kč	2 ks	0 ks	25.708 Kč
Rok 2017	2 %	13.111 Kč	9.300 Kč	0 ks	0 ks	0 Kč
Rok 2018	2 %	13.373 Kč	9.486 Kč	2 ks	2 ks	45.718 Kč
Rok 2019	2 %	13.640 Kč	9.676 Kč	0 ks	0 ks	0 Kč
Celkové náklady za roky 2016 - 2019						71.426 Kč

Zdroj: Autor

Rovněž náklady na licencování software se rozloží do dalších let, když podle daného plánu dojde k dokoupení licencí RDS CALs, přičemž každý rok bude dokoupena licence pro 5 uživatelů s výjimkou roku posledního, kdy bude zakoupena licence pro 10 uživatelů. Při kalkulaci budoucích nákladů je do těchto také započítána meziroční inflace. Kalkulace nákladů je opět zobrazena v tabulce níže.

Tabulka 16 – Náklady na licence RDS 5 User CAL v letech 2016 až 2019

	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
Počet	1 ks	1 ks	1 ks	2 ks
Inflace	1,6 %	2 %	2 %	2 %
Cena/ks	16.598 Kč	16.930 Kč	17.269 Kč	17.614 Kč
Náklady celkem	86.025 Kč			

Zdroj: Autor

Celkové budoucí náklady za rozšíření konfigurace serveru, nákup klientských stanic a licencí shrnuje následující tabulka.

Tabulka 17 – Celkové budoucí náklady pro roky 2016 až 2019

	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
Náklady	90.566 Kč	66.155 Kč	113.197 Kč	86.443 Kč
Náklady celkem	356.361 Kč			

Zdroj: Autor

3.3 Ekonomické porovnání

Kalkulace nasazení infrastruktury virtuální desktopů v organizaci jsou již známy, ale schází přehledné porovnání, které ukáže, která varianta je výhodnější a to nejen v porovnání mezi sebou, ale i v porovnání se stávajícím způsobem obnovy desktopové infrastruktury, tedy s případem, kdy by byly pořizovány nové kancelářské desktopy. A aby bylo ekonomické porovnání komplexní, bude část této kapitoly věnována i srovnání energetické náročnosti všech variant.

3.3.1 Pořizovací náklady

Při zachování klasické desktopové struktury je zřejmý předpoklad, že současné desktopy, které jsou na pokraji životnosti, by byly postupně obměňovány za nové ve stejném sledu jako v případě přechodu na VDI. Tedy, že by došlo k pořízení 15 ks v roce 2015 a poté 5 ks každý následující rok až do roku 2019. V případě fyzických desktopů budeme počítat s orientační cenou vycházející z ceny posledního pořízeného desktopu, což byl DELL OptiPlex 7010 DT s procesorem Core i5, 4 GB RAM a 500 GB HDD. Pořizovací cena takového desktopu se pohybovala okolo 18.000,- Kč s DPH, což odpovídá i průměrné ceně současných modelů obdobné konfigurace. V následující tabulce můžeme vidět náklady na modernizaci cestou nákupu standartních desktopů, za předpokladu, že budou vždy desktopy pořízeny za průměrnou cenu 18.000,- Kč s DPH.

Tabulka 18 - Náklady pro roky 2015- 2019 na modernizaci běžnými desktopy

	Rok 2015	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
Náklady	270.000 Kč	90.000 Kč	90.000 Kč	90.000 Kč	90.000 Kč
Náklady celkem	630.000 Kč				

Zdroj: Autor

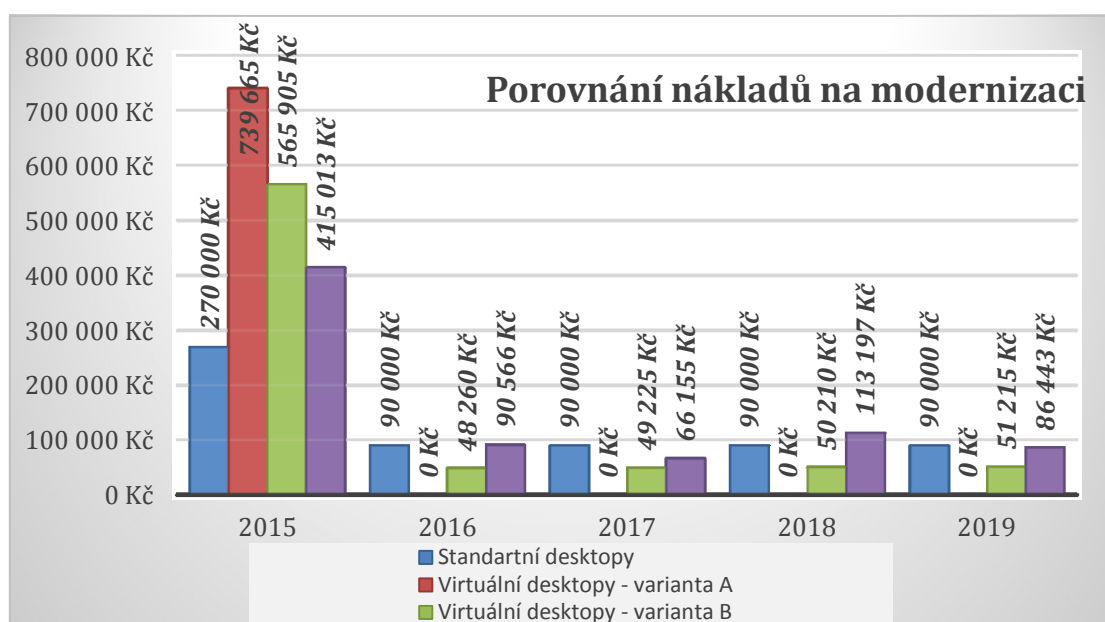
Výše uvedené náklady na obnovu a modernizaci desktopů cestou nákupu standartních desktopů budou dále porovnány s náklady na modernizaci za pomocí virtuálních desktopů tak, jak byly zjištěny v předchozí kapitole. Náklady zjištěné provedenými kalkulacemi jsou shrnuty v tabulce, která je přílohou č. 2, přičemž v následující tabulce jsou uvedeny celkové náklady za roky 2015 – 2019.

Tabulka 19 – Srovnání celkových nákladů na modernizaci

	Celkové náklady za roky 2015 - 2019	
Standartní desktopy	630.000 Kč	Rozdíl
Virtualizace varianta A	739.665 Kč	+17,4 %
Virtualizace varianta B	764.815 Kč	+21,4 %
Virtualizace varianta C	771.374 Kč	+22,4 %

Zdroj: Autor

Z předložených výsledků kalkulací nákladů je zřejmé, že náklady na postupné pořizování standartních desktopů jsou ze všech předkládaných možností nejnižší, přičemž náklady na jednorázovou modernizaci cestou virtualizace desktopů jsou o 17,4 % vyšší, v případě využití stávajících desktopů jako klientů pro virtuální desktopy a jejich postupném nahrazování o 21,4 % vyšší a v případě postupného nasazování virtuálních desktopů o 22,4 % vyšší. Grafické znázornění finančních nákladů jednotlivých variant je na následujícím obrázku.



Obrázek 12 – Porovnání nákladů na modernizaci

Zdroj: Autor

3.3.2 Náklady za elektrickou energii

Jak již bylo výše předestřeno, velmi významnou roli při modernizaci desktopové infrastruktury hraje spotřeba elektrické energie. V případě, že by současné desktopy byly obměňovány za nové standartní desktopy, znamenalo by to, že by se spotřeba elektrické energie v roce 2016 ustálila na spotřebě 60 Wh na 1 desktop, což je běžná spotřeba současných desktopů, avšak vzhledem ke skutečnosti, že pro provoz virtuálních desktopů je třeba méně výkonných klientských stanic se spotřebou přibližně 15 Wh, je zřejmé, že vzniklé úspory mohou způsobit významný obrat ve prospěch VDI.

Pro výpočet spotřeby energie bude i nadále uvažováno, že průměrná doba provozu jednoho desktopu je 12 hodin denně po celý rok, což je hodnota odhadovaná na základě struktury organizace. Pro kalkulace bude použita současná průměrná cena elektrické energie a to 4,75 Kč/kWh.

3.3.2.1 Vývoj spotřeby energií při modernizaci standartními desktopy

Bude-li docházet k obměně desktopů standartními desktopy, bude se snižovat podíl starších typů desktopů, které mají spotřebu elektrické energie kolem 90 Wh, kdy těchto je nyní v organizaci 14 ks. Zbývajících 16 ks již má spotřebu kolem 60 Wh. V případě nákupu 15 ks v roce 2015 dojde k vyřazení 10 starých modelů s vyšší spotřebou, kdy zbývajících 4 by byly nahrazeny ihned v roce následujícím. Vývoj nákladů je zachycen v tabulce níže.

Tabulka 20 - Vývoj nákladů na elektrickou energii s použitím běžných desktopů

	Rok 2015	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
Desktopy 60 Wh	31 ks	35 ks	35 ks	35 ks	35 ks
Desktopy 90 Wh	4 ks	0 ks	0 ks	0 ks	0 ks
Roční náklady v Kč	46 187 Kč	43 691 Kč	43 691 Kč	43 691 Kč	43 691 Kč

Zdroj: Autor

3.3.2.2 Vývoj spotřeby energií při modernizaci cestou virtuálních desktopů ve variantě A

Ve variantě A je plánováno, že dojde k okamžitému nasazení miniPC, jejichž spotřeba je přibližně 15 Wh. V případě virtualizace je však nutné do spotřeby elektrické energie zahrnout i provoz 2 serverů pracujících prakticky nepřetržitě. Spotřeba serveru FUJITSU v dané konfiguraci je přibližně 195 Wh⁸.

Tabulka 21 - Vývoj nákladů na elektrickou energii při virtualizaci ve variantě A

	Rok 2015	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
miniPC	35 ks	35 ks	35 ks	35 ks	35 ks
servery	2 ks	2 ks	2 ks	2 ks	2 ks
Roční náklady v Kč	27 151 Kč	27 151 Kč	27 151 Kč	27 151 Kč	27 151 Kč

Zdroj: Autor

3.3.2.3 Vývoj spotřeby energií při modernizaci cestou virtuálních desktopů ve variantě B

Varianta B předpokládá, že nasazení miniPC bude postupné, když by v roce 2015 bylo pořízeno 15 ks mini PC a v každém následujícím roce dalších 5 ks, která by tak postupně nahradila energeticky náročnější desktopy. V případě serveru zůstává jeho konfigurace i spotřeba stejná jako ve variantě A.

Tabulka 22 - Vývoj nákladů na elektrickou energii při virtualizaci ve variantě B

	Rok 2015	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
Desktopy 60 Wh	16 ks	15 ks	10 ks	5 ks	0 ks
Desktopy 90 Wh	4 ks	0 ks	0 ks	0 ks	0 ks
miniPC	15 ks	20 ks	25 ks	30 ks	35 ks
servery	2 ks	2 ks	2 ks	2 ks	2 ks
Roční náklady v Kč	48 372 Kč	41 194 Kč	36 513 Kč	31 832 Kč	27 151 Kč

Zdroj: Autor

⁸ Spotřeby serverů jsou vypočteny na webovém kalkulátoru dostupném na adrese <http://www.coolhousing.net/cz/kalkulacka-prikonu>

3.3.2.4 Vývoj spotřeby energií při modernizaci cestou virtuálních desktopů ve variantě C

Kalkulace vývoje spotřeby elektrické energie bude u varianty C nejvíce komplikovaná, což je způsobeno zejména tím, že se v průběhu doby, kdy má docházet k modernizaci infrastruktury, mění i konfigurace serveru a s tím i jeho spotřeba, která by dle kalkulace měla být v době pořízení 150 Wh, avšak následující rok, kdy bude provedeno navýšení operační paměti, bude spotřeba 170 Wh. Poslední změna spotřeby se projeví po opětovném navýšení operační paměti a přidání pevného disku v roce 2018, kdy po těchto úpravách by již měly být spotřeba shodná jako u varianty A i B, což je celých 195 Wh.

Tabulka 23 – Vývoj nákladů na elektrickou energii při virtualizaci ve variantě C

	Rok 2015	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019
Desktopy 60 Wh	16 ks	15 ks	10 ks	5 ks	0 ks
Desktopy 90 Wh	4 ks	0 ks	0 ks	0 ks	0 ks
miniPC	15 ks	20 ks	25 ks	30 ks	35 ks
servery	2 ks	2 ks	2 ks	2 ks	2 ks
Roční náklady v Kč	44 627 Kč	39 113 Kč	34 432 Kč	31 832 Kč	27 151 Kč

Zdroj: Autor

3.3.2.5 Porovnání nákladů na spotřebovanou energii

Z provedených kalkulací je na první pohled zřejmé, že nasazení infrastruktury virtuálních desktopů má nezanedbatelný přínos právě v úspoře energií, což znamená dlouhodobé úspory ve srovnání s využíváním standardního desktopového řešení. Pro lepší názornost jsou výsledky z výše uvedených tabulek 20 až 23 shrnuty do jedné tabulky, která je zařazena jako příloha č. 3. Následující tabulka je zjednodušenou verzí té, kterou lze nalézt v příloze, a zobrazuje celkové náklady na energie u jednotlivých variant.

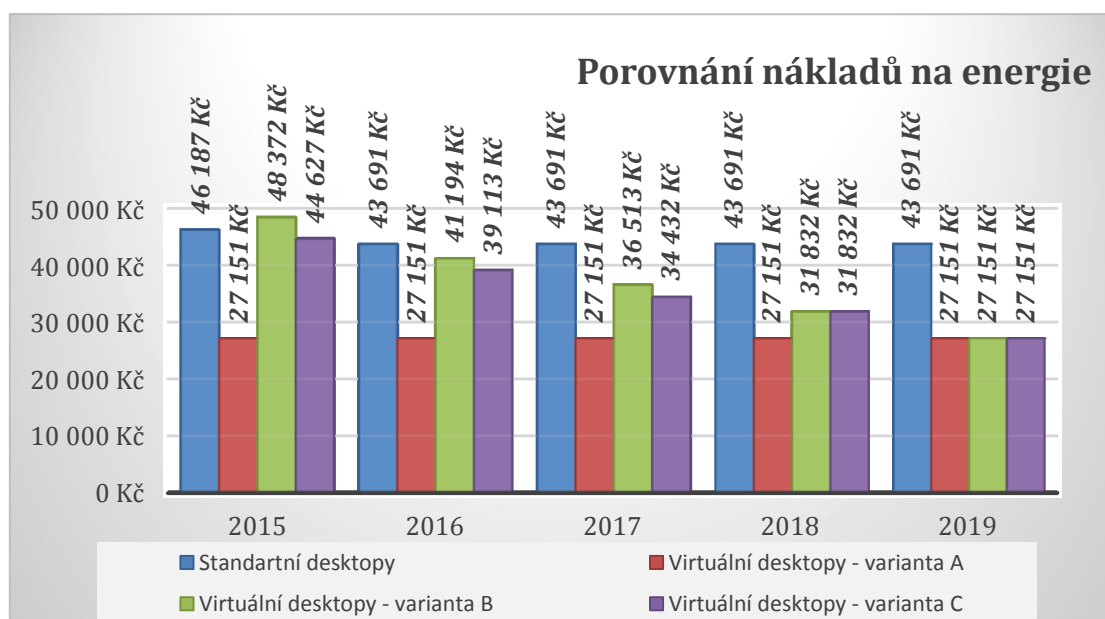
Tabulka 24 – Srovnání celkových nákladů na energie za roky 2015 - 2019

Celkové náklady za roky 2015 - 2019		
Standartní desktoypy	220 951 Kč	Rozdíl
Virtualizace varianta A	135 755 Kč	-38,6 %
Virtualizace varianta B	185 062 Kč	-16,2 %
Virtualizace varianta C	177.155 Kč	-19,8 %

Zdroj: Autor

Z tabulky výše lze vyčíst, že zavedení infrastruktury virtuálních desktoypů skutečně znamená nemalé úspory na energie. Celková úspora 38,6 % za 5 let provozu v případě varianty A je velmi výrazná.

Grafické znázornění ročních nákladů v porovnání u všech variant modernizace se nachází na následujícím obrázku.



Obrázek 13 – Porovnání nákladů na energie

Zdroj: Autor

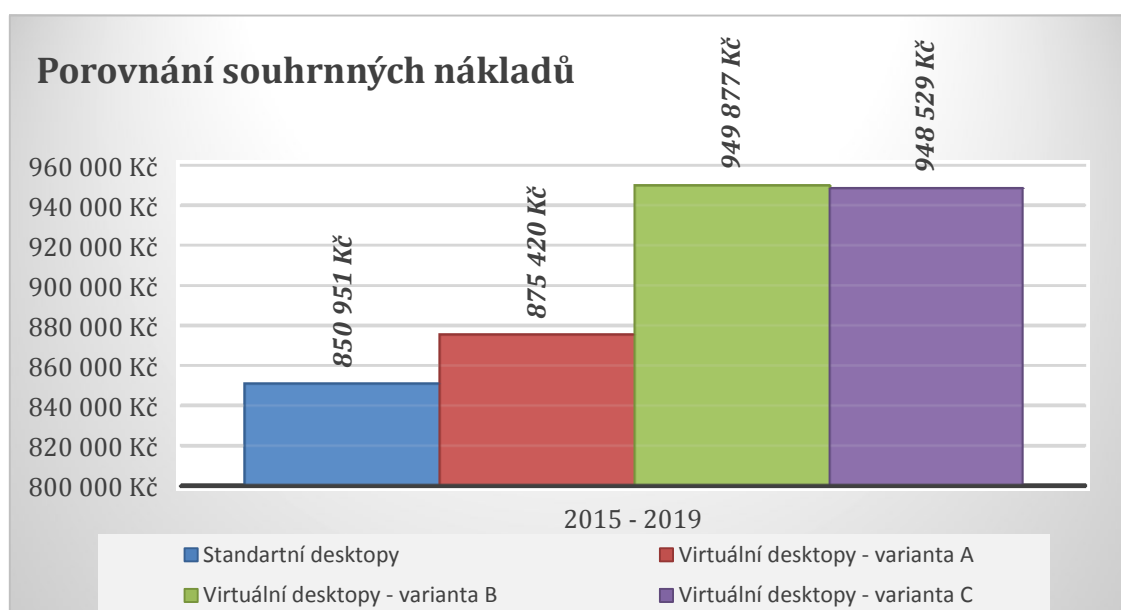
3.3.3 Souhrnné porovnání nákladů

Náklady na modernizaci VDI jsou nezanedbatelně vyšší nežli náklady na modernizaci obměnou vysloužilých strojů za nové standartní desktopty. Naopak v porovnání nákladů na energie je VDI mnohem úspornější než standartní desktopty. Při sečtení vypočítaných nákladů za modernizaci a nákladů za energie již získáme velmi podobná čísla, jejichž hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce a v grafické podobě rovněž na obrázku pod tabulkou.

Tabulka 25 - Srovnání celkových nákladů za roky 2015 - 2019

	Pořizovací náklady	Náklady na energie	Celkové náklady	Rozdíl
Standartní desktopty	630.000 Kč	220 951 Kč	850 951 Kč	
Virtualizace varianta A	739.665 Kč	135 755 Kč	875 420 Kč	+2,9 %
Virtualizace varianta B	764.815 Kč	185 062 Kč	949 877 Kč	+11,6 %
Virtualizace varianta C	771.374 Kč	177.155 Kč	948.529 Kč	+11,5 %

Zdroj: Autor



Obrázek 14 - Porovnání souhrnných nákladů

Zdroj: Autor

4 Shrnutí výsledků

Z porovnání ekonomických nákladů na modernizaci desktopové infrastruktury na Obvodním oddělení Policie České republiky v Trutnově vyplývá, že zavedení virtuálních desktopů namísto standardních fyzických desktopů je co do nákladů na hardware a software nákladnější. Toto je způsobeno zejména licenční politikou softwarových společností, kterou je v tomto případě společnost Microsoft. Nutnost pořídit licenci pro každého uživatele virtuálního desktopu se stává velkým handicapem pro tento způsob poskytování desktopových služeb. Rovněž tak povinnost legalizovat přístup z klientských stanic bez plnohodnotného operačního systému Microsoft Windows formou licence VDA, která je hrazena formou předplatného, neúměrně navyšuje náklady na provoz virtuálních desktopů.

V předkládané studii se bylo možné nadměrně zatěžujícím výdajům za VDA licence vyhnout pořízením dnes již velmi dostupných miniPC, které lze zakoupit s plnohodnotným operačním systémem Microsoft Windows za téměř stejné náklady, za které by bylo možné nakoupit tenké klienty, u nichž by uhrazení VDA licencí bylo nevyhnutelné. V případě takového ústupku, však muselo být počítáno i s negativními dopady na náklady, kterými jsou vyšší spotřeba miniPC o přibližně 7 Wh a nižší předpokládaná doba životnosti koncového klienta tvořeného miniPC, jelikož miniPC obsahuje na rozdíl od tenkého klienta mechanické komponenty. Tato negativa však nejsou ve výsledku natolik limitující a použití miniPC je tak z hlediska snížení nákladů velmi efektivní, jelikož cena VDA licencí pro 35 kusů tenkých klientů činí 70.532,- Kč ročně, což je částka za kterou by bylo možné pořídit 8 nových miniPC, a vyšší spotřeba navyšuje náklady pouze o přibližně 5.097,- Kč ročně, což je jen 7,2 % z nákladů za VDA licence.

Dalším velmi zajímavým zjištěním je výhodnost jednorázové modernizace na virtuální desktopy oproti postupnému přechodu. Takováto varianta modernizace na virtuální desktopy, která je v případové studii označována jako varianta A, je dle provedených kalkulací v konečném součtu nákladů jen o 2,9 % nákladnější než modernizace standardními desktopy, přičemž takový rozdíl je naprosto nepatrný a to zejména s ohledem na skutečnost, že jednorázově nahrazené standardní desktopy může organizace prodat nebo využít na dalších odděleních za desktopy vysloužilé.

5 Závěry a doporučení

Cílem této práce bylo představit efektivní cestu k modernizaci ICT pomocí dnes velmi prosazující se technologie, kterou je virtualizace, a předložit ekonomicky nejefektivnější způsob modernizace desktopů na Obvodním oddělení Policie České republiky v Trutnově, které je součástí krajského ředitelství policie Královéhradeckého kraje.

V teoretické části této práce byly představeny teoretické aspekty virtualizace a virtualizačních technologií. Byly představeny výhody a nevýhody této technologie a porovnání s dnes rovněž velmi rychle se prosazujícím cloud computingem. V praktické části práce byly formou případové studie předloženy tři možnosti, jak provést modernizaci při využití virtualizace desktopů u již ze značné části zastaralé desktopové infrastruktury Obvodního oddělení v Trutnově, při dodržení základních požadavků organizace na provedení takovéto modernizace.

Nejvíce problematickou částí případové studie bylo vypořádat se s licencováním softwarových produktů potřebných pro VDI. Zde se potvrdili teoretické předpoklady, že značně komplikované a drahé licencování softwaru, v tomto případě od společnosti Microsoft, zvyšuje náklady na virtuální desktopy a do jisté míry limituje výhodnost virtualizace desktopů. Přesto bylo nalezeno řešení, jak licenční náklady snížit, a to tak, že jako klientské stanice byly navrženy namísto tenkých klientů tzv. miniPC, která lze pořídit za téměř totožné náklady, přičemž svými parametry nejen v souvislosti se spotřebou energií se blíží vlastnostem tenkých klientů, které jsou pro virtualizaci vyvinuty, a jejichž použití by znamenalo nezanedbatelné zvýšení nákladů na licencování. Dále se jako problematické ukázalo zjištění nutné hardwarové konfigurace serverů, na kterých je virtualizace desktopů poskytována. Jelikož Microsoft neposkytuje žádný veřejně dostupný kalkulátor ani podrobnější manuál pro výpočet hardwarových požadavků, bylo přistoupeno k využití kalkulátoru dostupného v síti internet, který je však optimalizován pro platformu od společnosti VMware, což však v konečném výsledku nezpůsobuje další komplikace.

V následném ekonomickém porovnání byla data získaná v případové studii analyzována a porovnána s předpokládanými pořizovacími náklady na modernizaci běžnou obměnou zastaralých desktopů za nové. Jelikož by však nebylo takovéto porovnání nákladů úplně a odpovídající realitě, bylo rovněž provedeno porovnání nákladů na spotřebované energie a následné porovnání souhrnných nákladů za roky 2015 až 2019 za předpokladu, že by k zahájení modernizace došlo v roce 2015. Naopak náklady na implementaci a správu nebyly zohledňovány, jelikož takovouto činnost by prováděli vlastní zaměstnanci policie a nepředpokládá se tak žádné navýšení nákladů v důsledku těchto činností.

V konečném výsledku lze virtualizaci desktopů doporučit jako vhodnou a ekonomicky efektivní metodu pro modernizaci ICT na Obvodním oddělení Policie České republiky v Trutnově, avšak pouze v případě komplexní jednorázové modernizace tak, jak je navrhována ve variantě A případové studie, která je dle provedeného ekonomického porovnání s variantou modernizace provedené pořízením nových desktopů o 24.469,- Kč tedy o 2,9 % nákladnější, avšak energetické úspory lze z dlouhodobého hlediska považovat za natolik významné, že i přesto lze virtualizaci považovat za ekonomicky efektivní způsob modernizace ICT.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] PRODĚLAL, Jaroslav. Přednáška V3C - Historie virtualizace (část 4.). In: *Youtube* [online]. 04.01.2010 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=11iNYYTlkY>
- [2] PEJŠA, Petr. *Virtualizace desktopů v prostředí vysokých škol*. Praha, 2012. Dostupné z: http://is.bivs.cz/th/18560/bivs_m/. Diplomová práce. Bankovní institut vysoká škola. Vedoucí práce Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.
- [3] PATKA, Lukáš. *Virtualizační technologie*. Brno, 2009. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/72735/fi_m/. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Ing. Mgr. Zdeněk Říha, Ph.D.
- [4] RUEST, Danielle a Nelson RUEST. *Virtualizace: podrobný průvodce*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 408 s. ISBN 978-80-251-2676-9.
- [5] VMWARE, Inc. *VMware View Architecture Planning* [online]. 2002 [cit. 2014-08-14]. EN-000698-01. Dostupné z: <http://pubs.vmware.com/view-50/./PDF/view-50-architecture-planning.pdf>
- [6] TULLOCH, Mitch. *Understanding Microsoft Virtualization Solutions, From the Desktop to the Datacenter* [online]. Second edition. Redmond, Washington: Waypoint Press, 2010 [cit. 2014-08-14]. ISBN 9780735693821. Dostupné z: http://blogs.msdn.com/b/microsoft_press/archive/2010/02/16/free-ebook-understandingmicrosoft-virtualization-r2-solutions.aspx
- [7] VMware Inc. In: *VMware View Planner Installation and User Guide* [online]. 2. vyd. 2011, 2011-01-27 [cit. 2015-02-03]. EN-000224-02. Dostupné z: <https://communities.vmware.com/docs/DOC-15578>
- [8] JANOVSKEÝ, Petr. Licencování Windows 8 podruhé – firemní zákazníci. In: *TechNET* [online]. 2013 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://blogs.technet.com/b/technetczsk/archive/2013/05/22/licencovani-windows-8-podruhe-firemni-zakaznici.aspx>
- [9] SOSINSKY, Barrie A. *Cloud computing bible*. 2011. vyd. Chichester: John Wiley [distributor], c2011, xxviii, 497 p. ISBN 04-709-0356-2.

- [10] VAŇKOVÁ, Lucie. Cloud computing. In: JEDLIČKA, Pavel. *Hradecké ekonomické dny 2011: Ekonomický rozvoj a management regionů*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2011, s. 383-386. ISBN 978-80-7435-100-6. Dostupné z: <http://fim.uhk.cz/hed/data/sbornik/SBORNIK2011 I.pdf>.
- [11] ThinkCentre M53 Tiny Desktop. *LENOVO* [online]. 2015 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://shop.lenovo.com/us/en/desktops/thinkcentre/m-series-tiny/m53/>
- [12] Wyse 5000 Series Thin Clients: High-Performance Virtual Desktop. *DELL* [online]. © 2015 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.dell.com/us/business/p/wyse-d-class/pd>

7 Přílohy

- 1) Seznam použitých zkratk
- 2) Tabulka s porovnáním nákladů na modernizaci pro roky 2015 – 2019
- 3) Tabulka s porovnáním nákladů na energie pro roky 2015 - 2019

Seznam použitých zkratk

VDI – Virtual Desktop Infrastructure
ICT – Information and Communication Technologies
ČR – Česká republika
IT – Informační technologie
IBM – International Business Machines
OS – operační systém
VDA – Virtual Desktop Access
PCoIP – Personal Computer over Internet Protocol
PC – Personal Computer
IP – Internet Protocol
RDS – Remote Desktop Services
CPU – Central Processing Unit
CAL – Client Access License
OEM – Original Equipment Manufacturer
USD – United States Dollar
RAM – Random Access Memory
HDD – Hard Disk Drive
MB – Megabyte
GB – Gigabyte
Kč – Koruna česká
ks - kusů
Wh - watthodina
kWh - kilowatthodina
kW - kilowatt
DPH – daň z přidané hodnoty
Sb. - sbírky
km² – kilometr čtverečný
č. – číslo
obr. - obrázek
cit. - citováno

Porovnání nákladů na modernizaci pro roky 2015- 2019

	Rok 2015	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019	Celkem	
Standartní desktohy	270.000 Kč	90.000 Kč	90.000 Kč	90.000 Kč	90.000 Kč	630.000 Kč	Rozdíl
Virtualizace varianta A	739.665 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	739.665 Kč	+17,4 %
Virtualizace varianta B	565.905 Kč	48.260 Kč	49.225 Kč	50.210 Kč	51.215 Kč	764.815 Kč	+21,4 %
Virtualizace varianta C	415.013 Kč	90.566 Kč	66.155 Kč	113.197 Kč	86.443 Kč	771.374 Kč	+22,4 %

Zdroj: Autor

Porovnání nákladů na energie pro roky 2015- 2019

	Rok 2015	Rok 2016	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019	Celkem	
Standartní desktohy	46 187 Kč	43.691 Kč	43.691 Kč	43.691 Kč	43.691 Kč	220 951 Kč	Rozdíl
Virtualizace varianta A	27 151 Kč	27 151 Kč	27 151 Kč	27 151 Kč	27 151 Kč	135.755 Kč	-38,6 %
Virtualizace varianta B	48 372 Kč	41.194 Kč	36.513 Kč	31.832 Kč	27.151 Kč	185.062 Kč	-16,2 %
Virtualizace varianta C	44.627 Kč	39.113 Kč	34.432 Kč	31 832 Kč	27.151 Kč	177 155 Kč	-19,8 %

Zdroj: Autor



UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ

Fakulta informatiky a managementu

Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové, tel: 493 331 111, fax: 493 332 235

Zadání k závěrečné práci

Jméno a příjmení studenta:

Jaroslav Staněk

Obor studia:

Informační management (3)

Jméno a příjmení vedoucího práce:

Petra Marešová

Název práce:

Rozvoj a modernizace ICT z hlediska ekonomické efektivity organizace

Název práce v AJ:

Development and modernization of ICT in terms of economic efficiency of the organization

Podtitul práce:

Podtitul práce v AJ:

Cíl práce: Cílem práce je představit teoretická východiska virtualizace desktopů. Virtualizaci desktopů porovnat s cloud computingem. Předložit návrh nasazení VDI v organizaci a zpracovat ekonomické porovnání.

Osnova práce:

- 1) Úvod
- 2) Teoretická východiska
- 3) Porovnání virtuálních desktopů a cloud computingu
- 4) Nasazení VDI v organizaci a Ekonomické porovnání
- 5) Shrnutí a doporučení
- 6) Závěr

Projednáno dne: 9. 9. 2014

Podpis studenta

Podpis vedoucího práce