

**Univerzita Hradec Králové**  
**Fakulta informatiky a managementu**  
**Katedra informačních technologií**

# Analýza a výběr virtualizační platformy pro datové centrum

Diplomová práce

Autor: Bc. Vladimír Nývlt

Studijní obor: N1802 Aplikovaná informatika

Vedoucí práce: Mgr. Josef Horálek, Ph.D.

Hradec Králové

srpen 2017

Prohlášení:

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

V Hradci Králové dne 17. srpna 2017

Bc. Vladimír Nývlt

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu diplomové práce Mgr. Josefu Horálkovi, Ph.D. za příkladné vedení, cenné rady a veškerý jeho čas. Dále děkuji společnosti HLT Group za trpělivost při získávání zkušeností nutných pro realizaci této práce. V neposlední řadě děkuji rodině a blízkým za podporu po celou dobu mého studia.

## **Anotace**

Cílem této práce je představit nástroje pro virtualizaci v prostředí datového centra. V teoretické části autor popíše principy virtualizace a platformy leaderů v oblasti virtualizačních technologií. Dále jsou v teoretické části analyzovány požadavky zákazníků datových center. Praktická část je zaměřena na výběr platformy pro virtualizaci a popis jejího nasazení v datovém centru.

## **Klíčová slova**

Virtualizační platforma, hypervisor, vSphere Hypervisor, Hyper-V, virtuální počítač, datové centrum

## **Title**

Analysis and selecting of virtualization platform for Data Center

## **Annotation**

The aim of this thesis is to introduce principles of virtualization tools for data center environment. In the theoretical part, the author describe principles of virtualization and the leading platforms in virtualization technology. In addition, the requirements of data center customers are analyzed in theoretical part. The practical part is focused on selecting and deployment the virtualization platform in data center.

## **Key words**

Virtualization platform, hypervisor, vSphere Hypervisor, Hyper-V, virtual machine, data center

# Obsah

Úvod .....	1
<b>1. Principy virtualizace .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Progresivní vývoj IT .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Koncept virtualizace .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Typy hypervisorů .....</b>	<b>4</b>
1.3.1 Hypervisor .....	4
1.3.2 Type 1 Hypervisor (nezávislost na OS) .....	4
1.3.3 Type 2 Hypervisor (závislost na OS) .....	4
<b>1.4 Typy virtualizace .....</b>	<b>5</b>
1.4.1 Architektura x86 bez virtualizace .....	5
1.4.2 Plná virtualizace .....	6
1.4.3 Paravirtualizace .....	7
1.4.4 Hardwarově asistovaná virtualizace .....	8
<b>1.5 Odlišný pohled na kategorizaci virtualizace .....</b>	<b>9</b>
1.5.1 Virtualizace datových sítí .....	10
1.5.2 Virtualizace datových uložišť .....	11
<b>1.6 Techniky a technologie užívané ve virtualizaci .....</b>	<b>12</b>
1.6.1 Struktura virtuálního počítače .....	12
1.6.2 Thin Provisioning .....	13
1.6.3 Failover Cluster .....	15
1.6.4 Live Migration .....	16
<b>1.7 Migrační nástroje P2V .....</b>	<b>18</b>
1.7.1 VMware vCenter Converter .....	18
1.7.2 Microsoft Virtual Machine Converter (MVMC) .....	20
<b>1.8 Důvody pro nasazení virtualizace .....</b>	<b>21</b>
1.8.1 Konsolidace serverů .....	21
1.8.2 Podpora Disaster Recovery .....	22
1.8.3 Zachování životnosti dosluhujících systémů .....	23
1.8.4 Podpora vysoké dostupnosti .....	23
<b>2. Virtualizační platformy .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Citrix XenServer .....</b>	<b>25</b>
2.1.1 Architektura platformy XenServer .....	25
2.1.2 Hlavní vlastnosti .....	27
2.1.3 Správa platformy XenServer .....	28

2.1.4	Podporované operační systémy.....	28
<b>2.2</b>	<b>Platforma KVM.....</b>	<b>29</b>
2.2.1	Architektura platformy KVM/QEMU .....	29
2.2.2	Hlavní vlastnosti .....	30
2.2.3	Správa platformy KVM/QEMU.....	31
2.2.4	Podporované operační systémy.....	31
<b>2.3</b>	<b>Microsoft Hyper-V .....</b>	<b>32</b>
2.3.1	Architektura platformy Hyper-V .....	32
2.3.2	Instalace Microsoft Hyper-V .....	35
2.3.3	Správa platformy Hyper-V.....	36
2.3.4	Směr vývoje Hyper-V .....	38
2.3.5	Podporované operační systémy.....	39
<b>2.4</b>	<b>VMware vSphere Hypervisor.....</b>	<b>39</b>
2.4.1	Architektura platformy vSphere Hypervisor.....	39
2.4.2	Instalace VMware vSphere Hypervisor .....	41
2.4.3	Správa platformy vSphere Hypervisor.....	41
2.4.4	Směr vývoje vSphere Hypervisor .....	43
2.4.5	Podpora operačních systémů.....	45
<b>2.5</b>	<b>Porovnání platform Hyper-V a vSphere Hypervisor .....</b>	<b>45</b>
2.5.1	Základní parametry platform.....	45
2.5.2	Dostupné technologie platform .....	46
<b>3.</b>	<b>Datová centra ve vztahu s klienty.....</b>	<b>47</b>
3.1	Typy datových center .....	47
3.2	Tier klasifikace datových center .....	48
3.3	Definice malého a středního podniku (MSP).....	49
3.4	Service Level Agreement (SLA).....	50
3.4.1	Obsah SLA .....	50
3.5	Kategorizace klientů z pohledu SLA .....	51
3.6	Požadavky klientů datových center .....	53
<b>4.</b>	<b>Výběrové parametry pro virtualizaci.....</b>	<b>55</b>
4.1	Parametry z pohledu hostitelského serveru .....	55
4.2	Parametry z pohledu virtuálního počítače .....	57
4.3	Stávající stav IT infrastruktury a chování podniku.....	58
4.4	Pohled na bezpečnost .....	59
4.5	Mobilita a funkcionality platform.....	60
4.6	Ostatní parametry .....	61

<b>5. Praktická část - Nasazení virtualizace .....</b>	<b>62</b>
5.1 Popis společnosti .....	62
5.2 Ganttův diagram .....	62
5.3 Příprava, návrh a výběr řešení .....	64
5.3.1 Původní IT infrastruktura .....	64
5.3.2 Problémy původního stavu .....	68
5.3.3 Motivace investora .....	72
5.3.4 Stanovení parametrů pro výběr platformy .....	73
5.3.5 Výběr vhodného řešení .....	77
5.4 Realizace řešení.....	80
5.4.1 Konfigurace MSA .....	81
5.4.2 Instalace Hyper-V serveru ASRV03A .....	84
5.4.3 Instalace fyzické infrastruktury .....	88
5.4.4 Implementace SAN infrastruktury .....	89
5.4.5 Virtualizační platforma vSphere Hypervisor .....	92
5.4.6 Konfigurace diskového pole 3PAR.....	97
5.4.7 Migrace virtuálních počítačů na VMware platformu.....	99
5.4.8 Finální konfigurační úkony .....	100
5.5 Shrnutí výsledků práce .....	101
5.5.1 Porovnání původního a nového řešení .....	101
<b>6. Závěr .....</b>	<b>103</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>105</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Porovnání tradiční a virtualizované systémové architektury (Zdroj: autor) .....	3
Obrázek 2: Hypervisor typu 1 (Zdroj: autor).....	4
Obrázek 3: Hypervisor typu 2 (Zdroj: autor).....	5
Obrázek 4: Architektura x86 bez virtualizace (Zdroj: autor).....	6
Obrázek 5: Plná virtualizace s binárním překladem (Zdroj: autor) .....	7
Obrázek 6: Paravirtualizace s Hypercalls voláním (Zdroj: autor) .....	8
Obrázek 7: Hardwarově asistovaná virtualizace s úrovní Ring -1 (Zdroj: autor).....	9
Obrázek 8: Příklad využití VLAN ve dvoupatrovém objektu (Zdroj: autor) .....	10
Obrázek 9: Pohled ze souborového systému na strukturu virtuálního počítače platformy VMware (Zdroj: autor) .....	13
Obrázek 10: Princip Thin Provisioningu (Zdroj: autor) .....	14
Obrázek 11:Automatizovaný přesun VM v rámci Failover Cluster řešení (Zdroj: autor)...	16
Obrázek 12: Princip užití nástroje vCenter Converter (Zdroj: autor).....	19
Obrázek 13: Průvodce migračního nástroje MVMC (Zdroj: autor) .....	20
Obrázek 14: Pohled na tradiční a virtualizované serverové prostředí (Zdroj: autor) .....	22
Obrázek 15: Typický High Availability cluster se dvěma nody (Zdroj: autor).....	24
Obrázek 16: Příklad XenServer architektury (Zdroj: [21], upraveno autorem).....	26
Obrázek 17: Pohled na rozhraní XenCenter (Zdroj: [22]).....	28
Obrázek 18: Zjednodušený popis architektury KVM/QEMU (Zdroj: autor) .....	30
Obrázek 19: Architektura platformy Hyper-V (Zdroj: [29], upraveno autorem) .....	34
Obrázek 20: Instalace Hyper-V pomocí konzole pro správu serveru (Zdroj: autor) .....	35
Obrázek 21: Konzole Hyper-V Manager (Zdroj: autor).....	36
Obrázek 22: Architektura platformy VMware (Zdroj: [34]) .....	40
Obrázek 23: Instalace vSphere Hypervisor (Zdroj: autor).....	41
Obrázek 24: Konzole vSphere Web Client (Zdroj: autor).....	42
Obrázek 25: Architektura vCenter Server HA (Zdroj: [37]) .....	44
Obrázek 26: Ganttův diagram projektu modernizace datového centra (Zdroj: autor).....	63
Obrázek 27: Logické rozdělení diskového pole MSA 2040 (Zdroj: autor) .....	66
Obrázek 28: Strategie řízení operační paměti virtualizace (Zdroj: autor) .....	67
Obrázek 29: Grafické zobrazení četnosti výpadků a odstávek za rok 2016 (Zdroj: autor) .	71
Obrázek 30: Model rozvržení funkce hypervisorů po modernizaci.....	78
Obrázek 31: Schéma propojení controllerů polic MSA (Zdroj: autor).....	82



Obrázek 32: Migrace virtuálního počítače na jiné uložení (Zdroj: autor).....	82
Obrázek 33: Virtuální oddíl controlleru A (Zdroj: autor).....	83
Obrázek 34: Vytvoření volumes a přiřazení LUN (Zdroj: autor).....	83
Obrázek 35: Finální konfigurace oddílů MSA (Zdroj: autor).....	84
Obrázek 36: Instalace hardwarových komponent serveru ASRV03A (Zdroj: autor).....	84
Obrázek 37: Průvodce instalací systému Windows Server R2 (Zdroj: autor).....	85
Obrázek 38: Průvodce přidáním role Hyper-V (Zdroj: autor).....	86
Obrázek 39: Správce virtuálního přepínače pro ASRV03A (Zdroj: autor).....	86
Obrázek 40: Průvodce ověřením konfigurace (Zdroj: autor).....	87
Obrázek 41: Průvodce ověřením konfigurace při přidávání nodu do clusteru (Zdroj: autor) .....	88
Obrázek 42: Nové rozložení rackových skříní (Zdroj: autor).....	89
Obrázek 43: Schéma zapojení SAN sítě, pohled na zadní stranu racků (Zdroj: autor) .....	90
Obrázek 44: SAN switch, konfigurace aliasů (Zdroj: autor).....	91
Obrázek 45: SAN switch, konfigurace zón (Zdroj: autor).....	91
Obrázek 46: Nainstalovaný hypervisor ESXi na ASRV05A (Zdroj: autor).....	92
Obrázek 47: Rozhraní pro základní konfiguraci hypervisoru ESXi (Zdroj: autor) .....	93
Obrázek 48: Virtuální adaptéry hostitele ASRV05A (Zdroj: autor).....	94
Obrázek 49: Proces instalace vCenter Server (Zdroj: autor) .....	94
Obrázek 50: Implementace Single Sign-On funkce (Zdroj: autor).....	95
Obrázek 51: Průvodce pro vytvoření HA clusteru (Zdroj: autor).....	96
Obrázek 52: Finální mapování uložení pro ASRV01A (Zdroj: autor).....	97
Obrázek 53: Správa CPG diskového pole 3PAR (Zdroj: autor).....	98
Obrázek 54: Správa virtuálních oddílů diskového pole 3PAR (Zdroj: autor) .....	99
Obrázek 55: Průvodce nástroje VMware vCenter Converter Standalone (Zdroj: autor)...	100
Obrázek 56: Stav dostupnosti hypervisorů ESXi půl roku po nasazení (Zdroj: autor) .....	102

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Prognóza investic do IT, vyjádřeno v miliardách dolarů (Zdroj: [1], upraveno autorem) .....	2
Tabulka 2: Porovnání mezních parametrů platforem (Zdroj: [39], upraveno autorem) .....	45
Tabulka 3: Porovnání funkcí platforem (Zdroj: [39], upraveno autorem) .....	46
Tabulka 4: Přehled požadavků Tier klasifikace (Zdroj:[41], upraveno autorem) .....	48
Tabulka 5: Příklad kategorizace klientů dle úrovně SLA (Zdroj: autor) .....	52
Tabulka 6: Požadavky zákazníků na služby DC (Zdroj: autor) .....	53
Tabulka 7: Seznam fyzických serverů datového centra (Zdroj: autor) .....	64
Tabulka 8: Hardwarová konfigurace výchozích stavů hypervisorů (Zdroj: autor) .....	65
Tabulka 9: Standardní kategorie konfigurace VM (Zdroj: autor) .....	68
Tabulka 10: Parametry z pohledu hypervisoru (Zdroj: autor) .....	73
Tabulka 11: Parametry z pohledu virtuálního prostředí (Zdroj: autor) .....	74
Tabulka 12: Parametry z pohledu robustnosti řešení a bezpečnosti (Zdroj: autor) .....	75
Tabulka 13: Ostatní doplňkové parametry (Zdroj: autor) .....	75
Tabulka 14: Hardwarová konfigurace Hyper-V hypervisorů (Zdroj: autor) .....	79
Tabulka 15: Hardwarová konfigurace vSphere hypervisorů (Zdroj: autor) .....	79
Tabulka 16: Porovnání původního a nového řešení (Zdroj: autor) .....	102

# Úvod

Začátek 21. století je specifický zejména svým výrazným technologickým pokrokem a modernizací informačních technologií. Během uplynulé dekády se vývoj posunul natolik, že osobní počítače patří mezi standardní a nezbytné pracovní nástroje drtivé většiny společností. S rozšířením virtualizačních technik do sféry malých a středních podniků dostává IT infrastruktura firem možnosti moderního a efektivně řízeného využívání výpočetních zdrojů, ať už formou nákupu služeb zařízených datových center nebo výstavbou vlastního řešení. Téma virtualizace je také předmětem této diplomové práce, která je pro naplnění svých cílů rozdělena do teoretické a praktické části.

V teoretické části si práce klade za cíl představit možné přístupy k virtualizaci a zároveň dokumentovat možnosti virtualizačního prostředí se zaměřením tematiky na datová centra. Uvedeny jsou principy virtualizace a nasazované virtualizační platformy v prostředí datových center včetně porovnání nejvyužívanějších komerčních řešení v oblasti virtualizace. Součástí teoretické části je také kapitola věnovaná rozboru požadavků klientů, které jsou klíčové jak pro budoucí fungování podniků samotných, tak pro provozovatele datových center jakožto poskytovatele nabízených služeb. Na závěr teoretické části jsou popsány klíčové parametry pro volbu virtualizační platformy datového centra.

Diplomová práce je ve své praktické části zaměřena na konkrétní řešení modernizace datového centra společnosti HLT Group s.r.o. Důvodem jsou především rostoucí požadavky na kapacitu, výkon a zvýšení dostupnosti LAN infrastruktury. Dokumentovány jsou jednotlivé kroky implementace hardwarových komponent a nasazení virtualizační platformy. Závěr práce je věnován kritickému zhodnocení implementovaného řešení.

# 1. Principy virtualizace

Pojmem virtuální je možné v reálném světě označit něco, co v daný okamžik neexistuje nebo je jistým způsobem zdánlivé. V počítačové sféře je virtualizace sadou principů, technik a nástrojů, které mění způsob přístupu k tradičnímu pojetí počítačového hardwaru a obslužných operačních systémů.

První kapitola se zabývá základním konceptem virtualizace a rozebírá její jednotlivé typy. V textu jsou uvedeny také klíčové techniky a technologie, které jsou ve virtualizovaném prostředí využívány. Závěr kapitoly je věnován popisu výhod, které plynou z přechodu na virtualizaci.

## 1.1 Progresivní vývoj IT

Datová centra ve spojení s virtualizací byla dlouho chápána jako řešení pro velké firmy. S nástupem cloudových technologií a postupnou virtualizací síťové infrastruktury využívají technologií datových center také menší podniky, zejména pak formou služby. Prognózy společnosti Gartner [1] poukazují na celosvětové navýšení investic podniků do IT, přičemž se mezi hlavní faktory růstu řadí výdaje na software, IT služby a na systémy datových center. Stagnace trhu je naopak podle Gartneru znatelná v oblasti zařízení a hardwaru, na kterou má vliv částečně také virtualizace. Z poskytnutého průzkumu, vyjádřeného v tabulce 1, je možné vypočítat aktuální trendy v oblasti řízených investic podniků do informačních technologií, které v praxi často představují migraci stávající IT infrastruktury podniku pod technologie datových center nebo nasazení vlastního řešení virtualizace uvnitř firmy. [2]

*Tabulka 1: Prognóza investic do IT, vyjádřeno v miliardách dolarů (Zdroj: [1], upraveno autorem)*

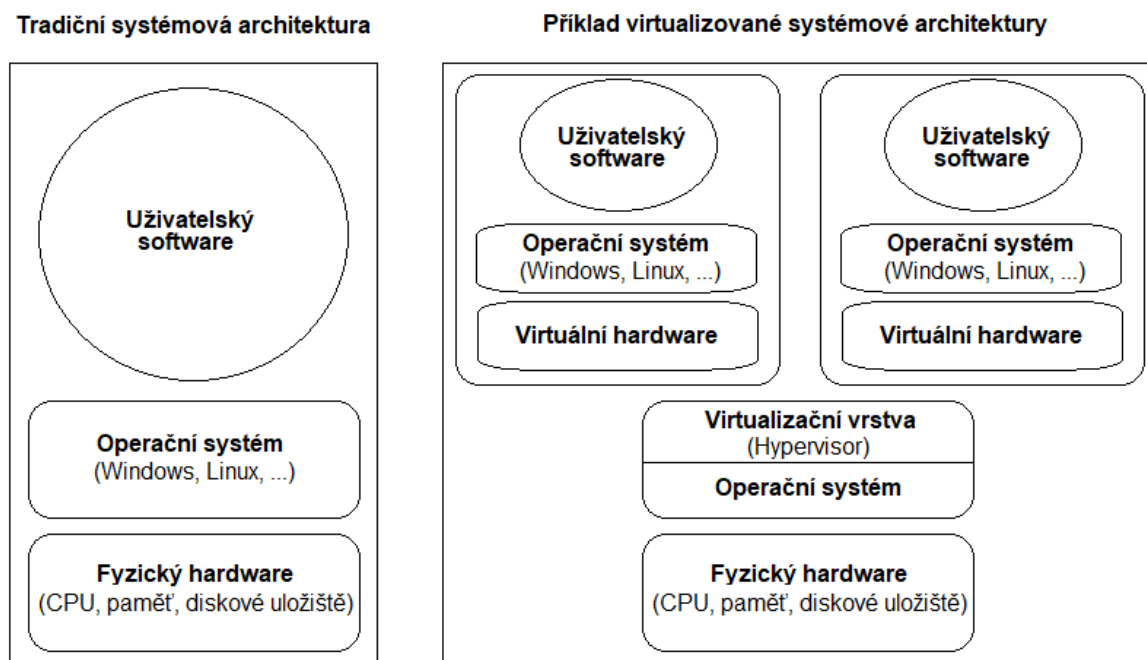
Segment	Investice 2016	Růst 2016 (%)	Investice 2017	Růst 2017 (%)
Systémy datových center	170	-0,6	175	2,6
Software	333	5,9	355	6,8
Zařízení	588	-8,9	589	0,1
IT služby	899	3,9	938	4,2
Komunikační služby	1 384	-1,0	1 408	1,7
<b>IT celkem</b>	<b>3 375</b>	<b>-0,6</b>	<b>3 464</b>	<b>2,7</b>

Podstatnou informací vyzdvihující důležitost problematiky virtualizace je fakt, že značné množství služeb, od online distribuce softwarových produktů, webových aplikací, cloudových uložišť až po nabízené řešení providera konektivity jsou dnes již zpravidla nějakým způsobem o tuto technologii opřeny.

## 1.2 Koncept virtualizace

Virtualizaci je možné definovat jako techniku, která zakrývá fyzické zdroje počítačového hardwaru a nabízí na místo nich distribuci zdrojů logických. Mezi tyto zdroje patří mimo jiné operační paměť, disková kapacita, síťové adaptéry nebo procesorový výkon. Přiblíží-li se zmíněný aspekt přímo do reálného prostředí počítačových sítí, je možné o virtualizaci hovořit jako o možnosti provozování více navzájem nezávislých virtuálních počítačů nad jedním počítačem fyzickým. Každému takovému virtuálnímu počítači je pak přiděleno adekvátní množství zdrojů, které pro svoji činnost vyžaduje. [3]

Aby byla fyzickému hardwaru umožněna výše popsaná funkcionalita, musí být přístup k fyzické hardwarové vrstvě částečně změněn pomocí softwarové virtualizační vrstvy. Rozdíl virtualizovaného prostředí oproti klasickému přístupu je demonstrován na obrázku 1.



Obrázek 1: Porovnání tradiční a virtualizované systémové architektury (Zdroj: autor)

## 1.3 Typy hypervisorů

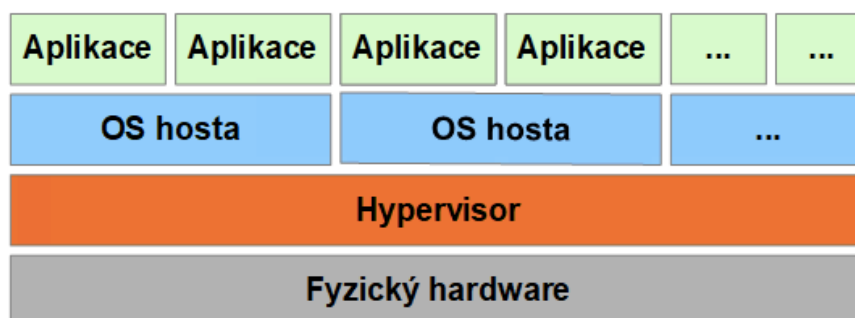
Virtualizaci lze kategorizovat z pohledu závislosti hypervisoru na operačním systému. Toto rozdělení se dle [4] nazývá Type 1 Hypervisor a Type 2 Hypervisor.

### 1.3.1 Hypervisor

Hypervisor (Virtual Machine Monitor) provádí správu hardwarových zdrojů serveru. Jedná se o tenkou softwarovou vrstvu, která v modelu virtualizace vstupuje do standardní architektury počítače a dokáže spouštět virtuální operační systémy (Virtual Machine). V praxi je fyzický server hypervisorem všech takových virtuálních počítačů, které čerpají z jeho zdrojů a představují tak pro daný server zátěž. [4]

### 1.3.2 Type 1 Hypervisor (nezávislost na OS)

Model je založen na přímé instalaci virtualizační vrstvy na fyzický hardware hostitele, proto bývá označován jako virtualizace hardwarová. Vzhledem k absenci operačního systému je zaručena vyšší stabilita řešení a efektivnější správa hardwarových zdrojů z pohledu virtualizační vrstvy. Virtualizace nezávislá na operačním systémem je jednou z klíčových komponent stabilní infrastruktury datového centra. Do modelu se řadí VMware ESXi, Microsoft Hyper-V nebo Citrix XenServer. [4]

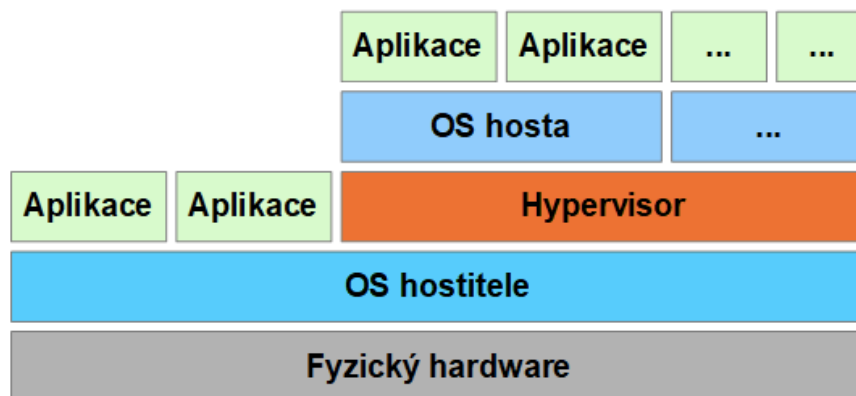


Obrázek 2: Hypervisor typu 1 (Zdroj: autor)

### 1.3.3 Type 2 Hypervisor (závislost na OS)

Vyznačuje model, ve kterém je virtualizační vrstva instalována jako softwarová aplikace nad existujícím operačním systémem. Volání požadavků na periferie a hardwarové zdroje (CPU, operační paměť, disky, síťové prostředí a další) je zprostředkováno pomocí OS fyzického hostitele. Operační systémy jsou zpravidla koncipovány pro možnosti všestranného využití a vlivem jejich komplexnosti je výrazně oslabena celková stabilita řešení. Operační systém

zároveň pro svoji režii využívá část z dostupných hardwarových prostředků, které by za jiných okolností mohly sloužit pro provoz virtuálního počítače. Nevýhodou jsou také časté požadavky na údržbu a restarty hostitelských serverů. Tento typ virtualizace je v praxi znám pod názvem softwarová virtualizace. Příkladem Type 2 Hypervisoru jsou VMware Fusion, Oracle Virtual Box, Solaris Zones, Parallels nebo VMware Workstation. [4]



Obrázek 3: Hypervisor typu 2 (Zdroj: autor)

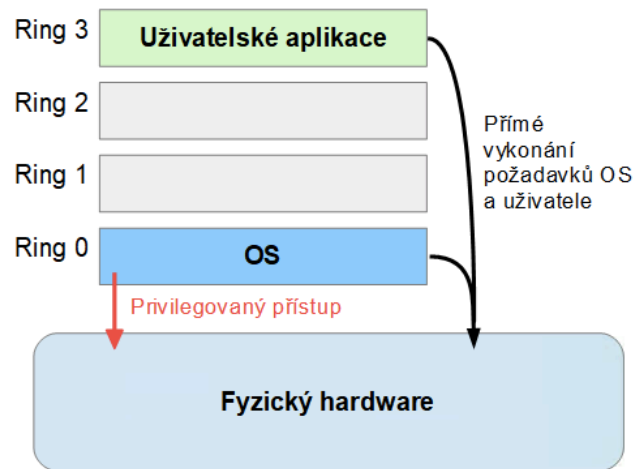
## 1.4 Typy virtualizace

Virtualizaci je možné rozdělit na základě způsobu zpracování privilegovaných instrukcí hostujících operačních systémů. Pro jejich specifikaci je nejprve nutné uvést bližší popis standardní x86 CPU architektury. Podle společnosti VMware [5] se virtualizace dělí na plnou virtualizaci, paravirtualizaci a hardwarově asistovanou virtualizaci.

### 1.4.1 Architektura x86 bez virtualizace

Operační systémy platformy x86 jsou navrženy pro běh na fyzické hardwarové vrstvě s privilegovaným přístupem operačního systému k hardwarovým prostředkům počítače. Pro zajištění ochrany před zneužitím hardwaru škodlivým programem nebo pro ochranu kódu jádra operačního systému mají procesory kompatibilní s architekturou x86 implementovány bezpečnostní mechanismy. Mezi tyto mechanismy patří možnost vykonávat kód programu na několika úrovních oprávnění, kde jsou definovány povolené a zakázané druhy instrukcí. Úrovně jsou u procesorů označovány jako Ring módy s číslovkou od 0 do 3, přičemž platí, že čím menší číslo, tím větší volnost má kód běžící na dané úrovni. Úroveň Ring 3 (uživatelský kód a aplikace) například nedokáže zprostředkovat přímou komunikaci s hardwarem. Aplikace operačního systému jsou nuceny pomocí systémového volání předat

požadavek jádru, aby vykonalo požadované instrukce. Podrobněji se tímto principem a dalšími souvislostmi zabývá ve své publikaci M. Dráb [6].



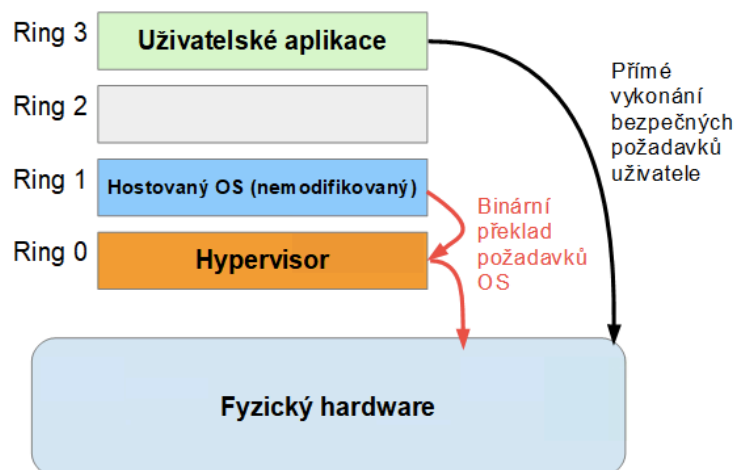
Obrázek 4: Architektura x86 bez virtualizace (Zdroj: autor)

### 1.4.2 Plná virtualizace

Plná virtualizace využívá technik přímého vykonání bezpečného uživatelského kódu z úrovně Ring 3 a binárního překladu mezi jádrem hostujícího a hostitelského systému. Jádro hostovaného virtuálního počítače je přesunuto do Ring 1 a hypervisor je provozován na úrovni Ring 0. Hostující operační systém si není vědom své virtualizace a nejsou zapotřebí další modifikace jeho jádra.

Při binárním překladu dochází ke změně kódu tak, aby došlo k nahrazení instrukcí nevirtualizovaného charakteru instrukcemi, které mají vliv na virtualizovaný hardware. Požadavky aplikačního kódu z úrovně 3 jsou směřovány přímo na procesor, pokud ale přijde požadavek na vykonání kódu, na který nemá Ring 3 oprávnění, například požadavek na přístup k fyzickému HW, hypervisor jej zachytí a pomocí binárního překladu zajistí jeho volání. Hypervisor tedy za běhu překládá instrukce operačního systému hosta, přiděluje operačním systémům prostředky dle potřeby, kontroluje, aby nedošlo k jejich vzájemnému narušení a zároveň ukládá přeložené instrukce do cache kvůli urychlení procesu do budoucna. [5]





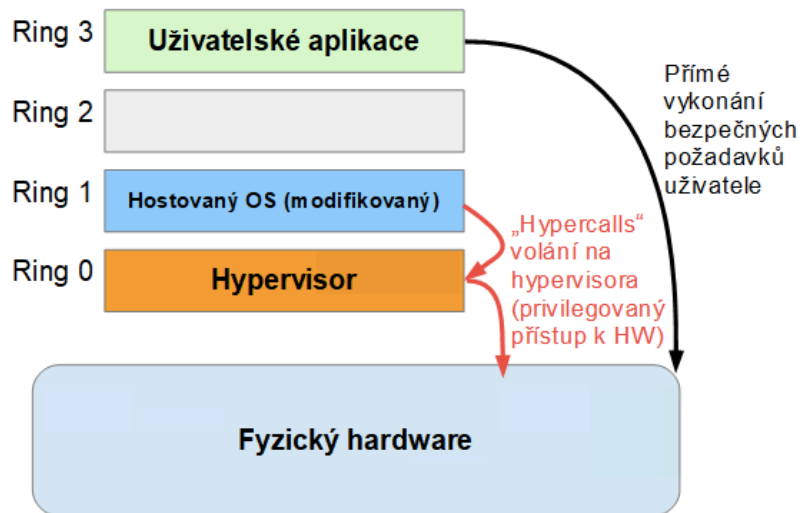
Obrázek 5: Plná virtualizace s binárním překladem (Zdroj: autor)

Plná virtualizace umožňuje bezproblémový přenos virtuálních počítačů na jiný hardware. Dochází ke zbavení se závislosti virtuálního počítače na fyzickém HW, důvodem je virtualizace kompletního HW a většiny operací včetně řady instrukcí procesoru, práce s pamětí nebo operace přístupu k disku. Nevýhodou je pomalejší zpracování vstupně-výstupních operací virtuálního počítače, důvodem je složitý proces překladu instrukcí. Plné virtualizace využívají ve svých produktech především společnosti Microsoft a VMware. [5]

### 1.4.3 Paravirtualizace

Hlavní rozdíl oproti plné virtualizaci spočívá v pouze částečné abstrakci na úrovni virtuálního počítače. Paravirtualizace nabízí virtuální prostředí, které je podobné tomu skutečnému a odpadá tak nutnost emulace kompletních hardwarových prostředků. Tento způsob virtualizace vyžaduje pro její korektní funkci částečně upravené jádro operačního systému. Požadavky na kritické operace z hostovaných operačních systémů probíhají pomocí tzv. Hypercalls volání na virtualizační vrstvu. Hypervisor po obdržení systémového volání přistoupí k hardwaru a provede požadované operace. [7]

Zpracování instrukcí prostřednictvím reálného prostředí vede k nárůstu výkonu daného typu virtualizace, což je také hlavní výhodou řešení paravirtualizace. Nevýhodou je závislost virtualizovaného hardwaru na reálných prostředcích a zároveň potřeba úpravy zdrojového kódu hostovaného systému, čímž dochází k omezení z hlediska dostupnosti možných virtualizovatelných operačních systémů. Nejznámějším zástupcem paravirtualizace je Xen. [7]

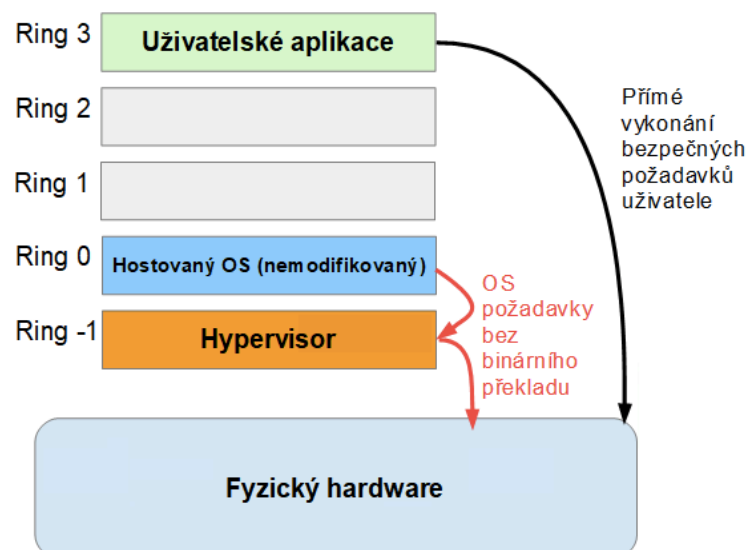


Obrázek 6: Paravirtualizace s Hypercalls voláním (Zdroj: autor)

Přístupy k paravirtualizaci se u jednotlivých výrobců řešení virtualizace částečně liší. Například společnost VMware definuje [5] chování Ring úrovní odlišně. Virtualizační vrstvu definuje až pod úroveň Ring 0, na které běží modifikovaný operační systém hostitele. Xen naopak rozlišuje rozložení architektury v závislosti na typu procesoru. Procesor architektury x86-64 definuje kernel hostovaného OS na úrovni Ring 3, odkud je zprostředkováno systémové volání a Hypercalls od OS i od uživatelských aplikací. Více informací o problematice Xen virtualizace uvádí D. Chisnall v knize [7].

#### 1.4.4 Hardwarově asistovaná virtualizace

Hardwarově asistovaný přístup k x86 virtualizaci přináší do klasického pojetí Ring úrovní další vrstvu, kterou je Ring -1. Tento typ virtualizace podporují procesory s VT-X nebo AMD-V technologií, které umožňují spuštění hypervisoru v režimu pod úrovní Ring 0. Umístění virtualizační vrstvy na úroveň Ring -1 umožní operačnímu systému hostitele běh na úrovni Ring 0. Tím odpadá nutnost binárního překladu pro privilegované požadavky. [5]



Obrázek 7: Hardwarově asistovaná virtualizace s úrovní Ring -1 (Zdroj: autor)

## 1.5 Odlišný pohled na kategorizaci virtualizace

Dle autorů Danielle a Nelsona Ruestových je možné definovat virtualizaci na tzv. virtualizačních vrstvách [8], které by měli být v rámci datového centra implementovány. Jednotlivá řešení virtualizačních vrstev na sobě nejsou závislá, ale jsou dnes již standardem pro provoz komplexnější síťové infrastruktury v datovém centru.

### Sedm vrstev virtualizace

- Virtualizace aplikací - AppV
- Virtualizace prezentační vrstvy - PresentV
- Virtualizace desktopů - DeskV
- Správa virtualizace - ManageV
- Virtualizace sítí - NetV
- Virtualizace uložení - StoreV
- Serverová virtualizace - SerV

Ze zmíněných vrstev jsou v diplomové práci popsány pouze některé, konkrétně virtualizace datových sítí a virtualizace uložení, které považuji ve spojení s problematikou virtualizace a datových center za klíčové.

## 1.5.1 Virtualizace datových sítí

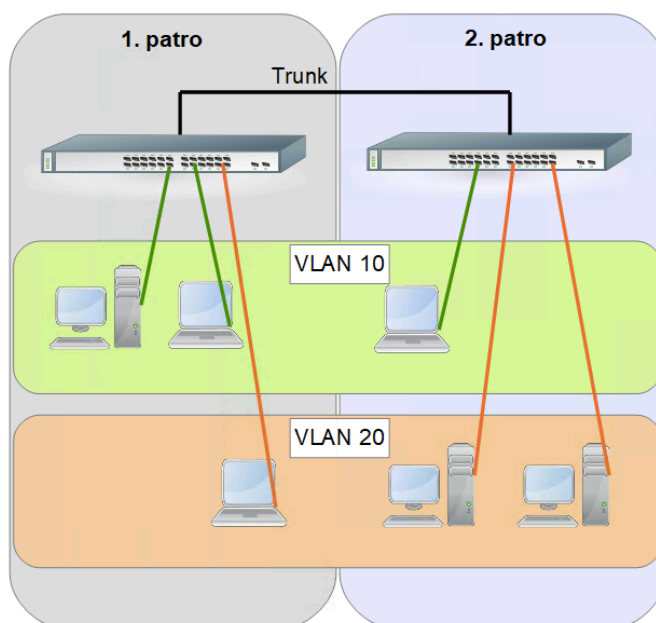
Virtualizace sítí umožňuje spravovat dostupnou šířku pásma tak, že dojde k jeho rozdělení na dílčí nezávislé kanály. Produkty serverové virtualizace podporují běh virtuálního síťového prostředí přímo ve svých virtualizačních platformách. Principem je vytvoření virtuálních síťových adaptérů v managementu hypervisoru a distribuce konkrétní počítačové sítě koncovým virtuálním počítačům prostřednictvím virtuální LAN. Tím je umožněna například separace zákazníků datových center do oddělených virtuálních LAN sítí. Jiným příkladem je využitelnost v rámci interní LAN sítě jedné konkrétní firmy, kdy je zapotřebí oddělit síť produkční, kancelářskou a veřejně přístupný public. [8]

### Virtual Local Area Network (VLAN)

VLAN vyznačuje oddělený a izolovaný datový tok na druhé vrstvě referenčního modelu ISO/OSI. Realizace VLAN probíhá prostřednictvím switchů, jejichž porty jsou rozděleny na několik logicky samostatných částí. Nejrozšířenější formou VLAN je tagovací protokol IEEE 802.1Q, který vkládá do hlavičky ethernetového rámce 32bitovou položku, která virtuální síť definuje. [9]

Příklad využití VLAN je demonstrován na obrázku 8, kdy je nutné vytvořit dvě separované počítačové sítě (VLAN 10 a VLAN 20) pro konkrétní počítače uvnitř dvoupatrové budovy.

Více informací a podrobností o této rozsáhlé problematice lze nalézt v [10].



Obrázek 8: Příklad využití VLAN ve dvoupatrovém objektu (Zdroj: autor)

## 1.5.2 Virtualizace datových uložišť

Dle [8] je možné pohlížet na datová uložišť v rámci datového centra jako na další virtualizační vrstvu. Datová uložišť používají softwarové nástroje a množinu datových disků pro efektivní řízení datových zdrojů, jejich rychlé zpracování a zabezpečení. Virtualizace datových uložišť umožňuje fyzická uložišť z více zařízení slučovat a distribuovat je počítačové síti tak, že se jeví jako jeden společný fond datových zdrojů. To umožní nejen efektivnější správu datových kapacit, ale také vyšší flexibilitu v oblasti migrace dat a podporu vysoké dostupnosti. V praxi jsou nejnámější tři typy datových uložišť, mezi které patří přímo připojené uložišť ke sběrnici počítače DAS (Direct Attached Storage), síťové přípojně uložišť NAS (Network Attached Storage) a síť SAN (Storage Area Network), které jsou vhodné zejména pro profesionální řešení v rámci infrastruktury datových center. [8]

### Storage Area Network (SAN)

Storage Area Network je moderní vysokorychlostní datová síť, která je oddělena od sítí LAN a WAN, a která je uzpůsobena pro připojení diskových polí a zálohovacích zařízení k serverům. Implementace SAN sítí pro virtualizovaná datová centra přináší řadu výhod:

- Oddělení závislostí dat na serverových prostředcích
- Flexibilní management zdrojů diskových polí a zálohovacích zařízení
- Vyšší datová propustnost vlivem využitých komunikačních technologií a separace od LAN sítě
- Podpora pro clustering
- Centralizovaná správa datových zdrojů [11]

### Fibre Channel (FC)

Jedná se o nejčastěji využívaný komunikační kanál v rámci sítě SAN. Jako nosné médium je použit optický kabel, díky kterému je možné dosáhnout přenosových rychlostí až 128Gb/s. FC dokáže oproti ethernetu dosáhnout obrovského navýšení výkonu a významného snížení latencí. Tento faktor je důležitý zejména u datově náročných aplikací, databází a virtuálních zařízení, které jsou spuštěny ze zdrojů diskového pole.

Mezi základní komponenty fabric sítí patří Host Bus Adapter (HBA), speciální karta, která připojuje jednotlivé servery do SAN. Každé HBA má unikátní 64-bitovou WWN adresu,

kteřá ji jednoznačně identifikuje v rámci SAN, podobně jako MAC adresa v ethernetu. Pro propojení prvků sítě jsou využívány FC switche, které zajišťují komunikaci mezi uzly (HBA) a koncovými zařízeními SAN sítě. [11]

### **Logical Unit Number (LUN)**

Tok dat fabric sítí je zprostředkován mechanismem tzv. zonu, který definuje pomocí zón zařízení, které spolu mohou komunikovat. Zónováním je možné separovat část infrastruktury a oddělit tak komunikaci některých subsystémů, například zálohovacích serverů. Toho je docíleno buď definicí zón nad fyzickými porty switchů nebo definicí nad WWN adresami. Pro bližší specifikaci komunikace napříč diskovým polem se využívá LUN maskingu, který zajišťuje definici logického uspořádání disků a jejich přiřazení konkrétním serverům. Jednotlivým virtuálním diskům je přiřazen LUN identifikátor, který je následně mapován na WWN adresy v SAN síti. Kombinací zonu a LUN je docíleno stavu, kdy servery mohou efektivně přistupovat k diskovému poli, ale zároveň pracují pouze s prostředky, virtuálními disky, které jsou každému z nich určeny. LUN může vyjadřovat fyzický disk, část disku, kompletní diskové pole nebo jeho individuální část. [11]

Více o rozsáhlé tématice SAN sítí lze nalézt v literatuře [12].

## **1.6 Techniky a technologie užívané ve virtualizaci**

Podkapitola rozebírá často užívané praktiky a pojmy v rámci virtualizovaného počítačového prostředí. Uvedené nástroje jsou standardem pro virtualizaci v datových centrech a bývají zpravidla na platformách implementovány.

### **1.6.1 Struktura virtuálního počítače**

Virtuální počítač je samostatnou instancí operačního systému, která je spuštěna nad hypervisorem. Struktura virtuálního počítače, z pohledu souborového systému, je tvořena z několika dílčích souborů, které se mohou v závislosti na virtualizační platformě částečně lišit, v principu však zůstávají základní stavební kameny virtuálního počítače stejné.

Name	Size	Provisioned Size	Type	Path	Modified
VDHH002.vmdk	71 824 380,00 K	73 400 320,00 KB	Virtual Disk	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.03.2017 14:03:13
VDHH002.vmx.lck	0,00 KB		File	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.03.2017 14:03:11
VDHH002-5a05032f.hlog	0,08 KB		File	[datastore3Par_R5]VDHH002	06.03.2017 16:51:29
VDHH002.nvram	72,49 KB		Non-volatile me...	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.06.2017 10:44:46
vmx-VDHH002-1510277935-1....	169 984,00 KB		File	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.03.2017 14:03:11
VDHH002.vmsd	0,00 KB		File	[datastore3Par_R5]VDHH002	05.03.2017 18:44:06
vmware-9.log	174,58 KB		Virtual Machine ...	[datastore3Par_R5]VDHH002	07.03.2017 15:03:13
vmware-8.log	203,53 KB		Virtual Machine ...	[datastore3Par_R5]VDHH002	06.03.2017 19:04:40
vmware.log	422,48 KB		Virtual Machine ...	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.06.2017 14:11:36
VDHH002-5a05032f.vswp	4 194 304,00 KB		File	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.03.2017 14:03:11
vmware-13.log	248,55 KB		Virtual Machine ...	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.03.2017 13:45:15
vmware-12.log	174,36 KB		Virtual Machine ...	[datastore3Par_R5]VDHH002	08.03.2017 15:00:57
vmware-11.log	174,37 KB		Virtual Machine ...	[datastore3Par_R5]VDHH002	08.03.2017 13:10:53
vmware-10.log	174,21 KB		Virtual Machine ...	[datastore3Par_R5]VDHH002	07.03.2017 16:14:01
VDHH002.vmx~	2,31 KB		File	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.03.2017 14:03:12
VDHH002.vmx	2,31 KB		File	[datastore3Par_R5]VDHH002	29.03.2017 14:03:12
VDHH002.vmx~f	4,05 KB		File	[datastore3Par_R5]VDHH002	06.03.2017 19:04:32

Obrázek 9: Pohled ze souborového systému na strukturu virtuálního počítače platformy VMware (Zdroj: autor)

### Konfigurační soubor

Soubor, který uchovává informace o velikosti operační paměti RAM, počtu procesorů, počtu a typu síťových karet, přiřazených pevných disků a dalších nastavení hostovaného počítače. Je vytvořen při vzniku virtuálního počítače a slouží pro přiřazení specifického množství fyzických zdrojů hostitele. Zároveň nese informaci o umístění dalších souborů nutných pro provoz počítače. Jedná se o malý textový soubor, zpravidla ve formátu XML. [8]

### Soubor pevného disku

Ve virtualizovaném prostředí jsou soubory pevného disku analogií klasických pevných disků. Každý virtuální počítač může mít několik souborů disků a kvůli simulaci fyzického disku bývají tyto soubory z pohledu kapacity objemné. Leadeři virtualizačních platform využívají formáty souborů disků VMDK (VMware) a VHD, VDHX (Microsoft). [8]

### Soubor obsahu paměti

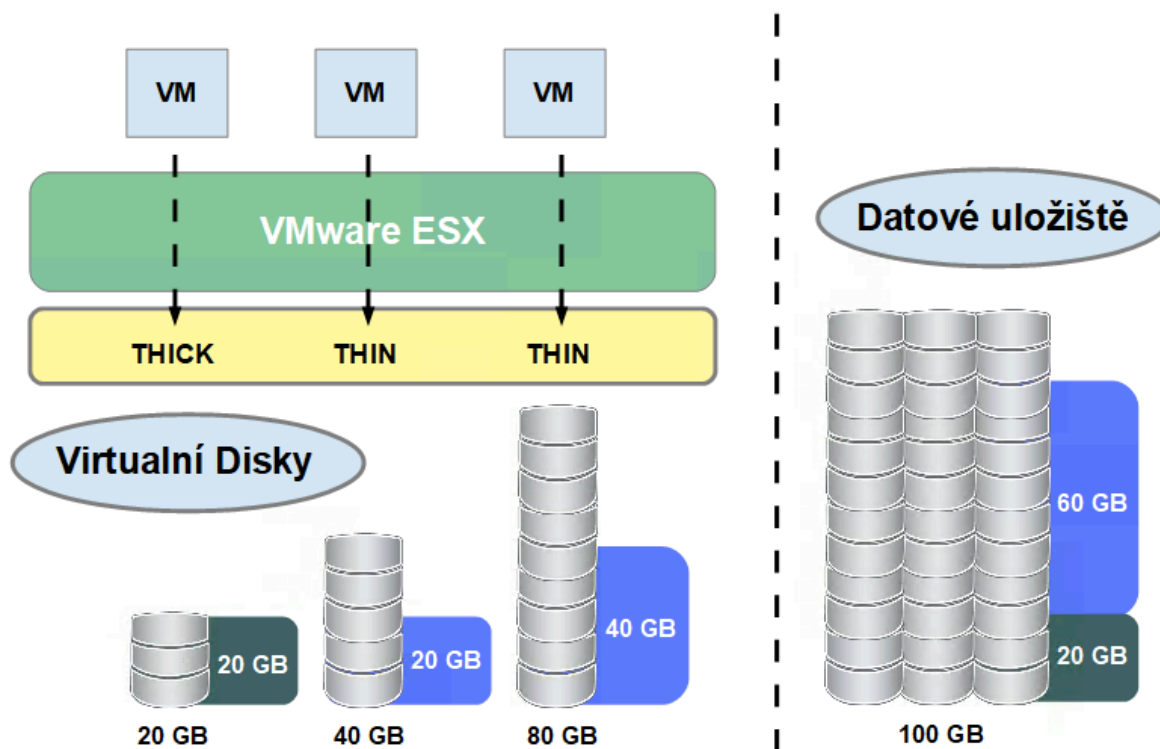
Obsahuje informace uložené v paměti, která je určena pro běžící virtuální počítač. Tyto informace jsou následně po vypnutí počítače zapsány do souboru pevného disku. [8]

## 1.6.2 Thin Provisioning

Thin Provisioning je technologie často užívaná při nasazování SAN sítí, která definuje způsob využívání virtuálních disků ve vztahu k dostupné kapacitě uložení. Thin Provisioning dovoluje virtuálním diskům zabrat z fyzického uložení pouze tolik místa, kolik skutečně v daný moment využívají. Technologii Thin Provisioningu využívá zejména platforma

z dílny společnosti VMware, výhody této technologie jsou však natolik zajímavé, že jsou její principy využity také v dalších odvětvích počítačové sféry. [13]

Koncept Thin Provisioningu je vysvětlen na obrázku 10, kde jsou nad hypervisorem vytvořeny tři virtuální počítače. První virtuální počítač (zleva) má definovaný disk ve standardním režimu (Thick Provisioning), tedy pevně alokovaných 20 GB, kde tato velikost je zabrána také na sdíleném uložišti bez závislosti na tom, zda virtuální disk je zaplněn do své mezní kapacity nebo ne. Zbylé dva virtuální počítače mají vytvořen disk v režimu Thin Provisioningu s mezními kapacitami 40 GB a 80 GB, na obrázku je vyznačena skutečná kapacita, která je na discích využita, tedy 20 GB a 40 GB. Těchto 60 GB je také skutečná velikost, která bude z obou zbylých virtuálních počítačů na datastore uložišti zabrána. Z obrázku je zřejmé, že bez využití Thin Provisioningu by virtuální disky nad datovým uložištem s kapacitou 100 GB musely být definovány s jinými kapacitami. Thin Provisioning tedy budí dojem možnosti využití většího množství zdrojů, než je fyzicky k dispozici, čímž dochází k usnadnění a zefektivnění práce s hardwarovými zdroji. Opakem je Thick Provisioning, který alokuje skutečně definovanou velikost disku na fyzickém uložišti přímo při vytváření disku nebo při spuštění virtuálního počítače.



Obrázek 10: Princip Thin Provisioningu (Zdroj: autor)



### 1.6.3 Failover Cluster

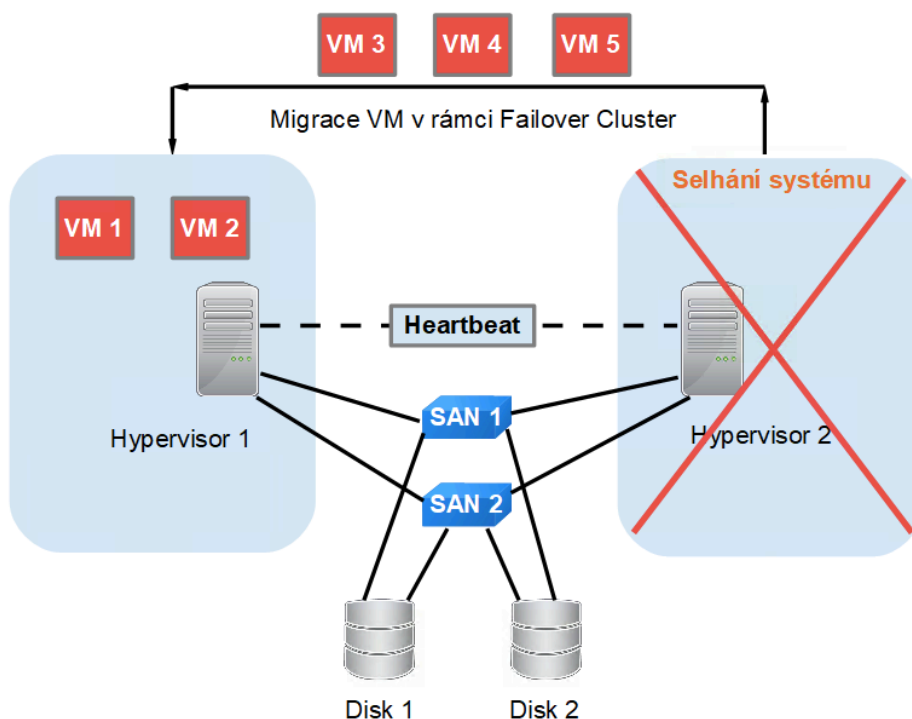
Clustering je v počítačovém světě skloňován hned v několika významech, virtualizované prostředí pracuje zejména s termíny Failover Cluster nebo Cluster High Availability (HA). Failover Cluster označuje skupinu hypervisorů, která je nakonfigurována tak, aby v případě selhání jednoho z nodů došlo k přesunutí zátěže (virtuální počítače, služby a procesy) na některý z dalších hypervisorů. Clusterové služby však nezajišťují eliminaci výpadku virtuálních počítačů selhaného hypervisoru, pouze minimalizují čas nedostupnosti virtuálního počítače na několik sekund, po které failover služba realizuje jejich přesunutí na jiného hostitele. Ačkoliv samotný cluster nezajišťuje doslova vysokou dostupnost provozované zátěže serveru, je termín High Availability spolu s clusteringem spojován z důvodu výrazného urychlení uvedení řešení do provozuschopného stavu po výpadku. [14]

Požadavky na provoz clusteru ve virtualizovaném prostředí:

- Sdílené úložiště dostupné pro jednotlivé nody clusteru (FC, FCoE, iSCSI)
- CPU s nativní podporou virtualizace
- Nutnost totožné konfigurace síťového rozhraní na všech nodech v clusteru
- Podpora ze strany OS
- Korektně dokončená systémová validace na virtualizační platformě [14]

#### Failover proces

Společnost VMware detekuje selhání napříč clusterovými servery pomocí tzv. heartbeat signálu, který je z hypervisoru vysílán každou sekundu všem ostatním nodům. Pokud z některého nodu nepřichází po 15 sekund heartbeat a zároveň tento host neodpovídá na ping, je označen za selhaný. [14]



Obrázek 11:Automatizovaný přesun VM v rámci Failover Cluster řešení (Zdroj: autor)

## 1.6.4 Live Migration

Migrační nástroje virtualizačních platforem jsou zodpovědné za dostupnou mobilitu, kterou řešení virtualizace nabízí. Migrace znamená přesunutí virtuálního počítače z jednoho fyzického hostitele na jiný nod, v ideálním případě bez zaznamenání výpadku pro koncového uživatele. To umožňuje hypervisoru zbavit zátěže a připravit ho pro případnou odstavku. Migrační nástroje výraznou měrou přispívají k dosažení vysoké dostupnosti.

### Virtual Machine Quick Migration (Cold Migration)

Rychlá migrace provede přesunutí virtuálního počítače, v rámci sdíleného uložště, z jednoho nodu na jiný, přičemž dochází k pozastavení stavu virtuálního počítače.

Fáze Quick Migration:

1. Navázání TCP konektivity s cílovým nodem clusteru a provedení kontroly dostupnosti zdrojů pro migrovaný VM (shoda modelu fyzických procesorů, dostupná kapacita RAM, dostupný výkon procesoru, dostupné síťové prostředí, dostupnost souborů disků, grafické adaptéry, atp.)
2. Vytvoření kostry VM na cílovém nodu

3. Proveden Save State (pozastavení) virtuálního počítače a uložení obsahu alokované operační paměti do souboru na sdíleném uložišti
4. Přepnutí Cluster Disku, který obsahuje datové soubory VM
5. Obnova operační paměti ze souboru na novém hostiteli
6. Opětovný start VM a odebrání původní identity na zdrojovém hostiteli [15]

### **Virtual Machine Live Migration (Hot Migration)**

Při migraci za "živa" dochází k přesunu virtuálního počítače za běhu a bez omezení jeho funkčnosti. Proces je obdobný jako u Quick Migration, nedochází však k přesunu paměti pomocí dočasného souboru, ale za pomoci synchronizačního procesu. Live Migration v nových verzích systému Windows není závislé na existenci clusteru mezi hypervisory, stále však vyžaduje sdílené datové uložště.

Fáze Live Migration:

1. Navázání TCP konektivity s cílovým nodem clusteru a provedení kontroly dostupnosti zdrojů pro migrovaný VM
2. Vytvoření stínové neaktivní kopie migrovaného VM na cílovém hostiteli.
3. Migrace neaktivních stránek operační paměti
4. Zachycení veškerých zápisů do paměti VM a jejich synchronizace do VM na cílovém hypervisoru
5. Pozdržení I/O operací virtuálního počítače a přepnutí komunikace na cílový nod.
6. Odebrání původní identity na zdrojovém hostiteli [15]

### **Storage Live Migration**

Slouží k přesunu virtuálních pevných disků na jiné uložště bez přerušení běhu OS daného VM.

Fáze Storage Live Migration:

1. Vytvoření kopie migrovaného disku na cílovém uložišti
2. Zápis operací prováděn do původního i nového souboru pevného disku, operace čtení jsou prováděny pouze z původního souboru
3. Fáze kopírování kompletních dat do nového uložště
4. Ověření a validace, přepnutí IO operací do nového datového uložště
5. Odebrání původní identity na zdrojovém uložišti

V případě chyby během procesu je vždy možný návrat k původnímu datovému souboru pevného disku. [15]

### **Shared Nothing Live Migration**

Umožňuje migraci VM mezi fyzickými hostiteli prostřednictvím sítě, například WiFi připojení, bez ukončení běhu OS. Podmínkou je rychlost linky 1Gb/s, odpadá závislost na sdíleném uložišti mezi hostiteli. [15]

## **1.7 Migrační nástroje P2V**

Přechod infrastruktury počítačové sítě do virtualizovaného prostředí často vyžaduje převod stávajících instalovaných serverových systémů bez jejich reinstalace. Pro tyto případy mají leadři virtualizace připravené migrační nástroje, které dokáží migrovat operační systém, aplikace a data z fyzického stroje do virtuálního počítače provozovaného na virtualizační platformě. Tyto nástroje jsou nazývány P2V dle anglického výrazu physical-to-virtual. [8]

Dle literatury [8] je možné migrační nástroje rozdělit do tří skupin:

- **Ruční převod P2V** - Ruční vytvoření virtuálního počítače a kopie souborů operačního systému, aplikací a dat ze zdrojového počítače.
- **Poloautomatizovaný převod P2V** - Pro přesun fyzických serverů na virtuální platformu je použit vhodný migrační nástroj, který vytvoří soubory virtuálního počítače a provede jejich přesunutí do virtualizovaného prostředí.
- **Plně automatizovaný převod P2V** - Migrace probíhá pomocí automatizovaných nástrojů, které využívají přímou migraci po síti bez zásahu uživatele.

V kapitole jsou uvedeny migrační nástroje dvou nejpoužívanějších komerčních řešení virtualizace, VMware vCenter Converter a Microsoft MVMC, jejichž konvertory jsou zástupcem poloautomatizovaného převodu P2V. Zmíněné nástroje jsou k dispozici zdarma a jsou v současných verzích efektivním a dostačujícím nástrojem pro běžné potřeby konverze. Zástupcem plně automatizovaného převodu P2V jsou produkty Symantec System Recovery, PlateSpin nebo System Center Virtual Machine Manager (SCVMM).

### **1.7.1 VMware vCenter Converter**

vCenter Converter je nástroj společnosti VMware pro migraci fyzických strojů a virtuálních počítačů platformy Hyper-V a KVM na virtualizační platformu VMware ESX/ESXi.

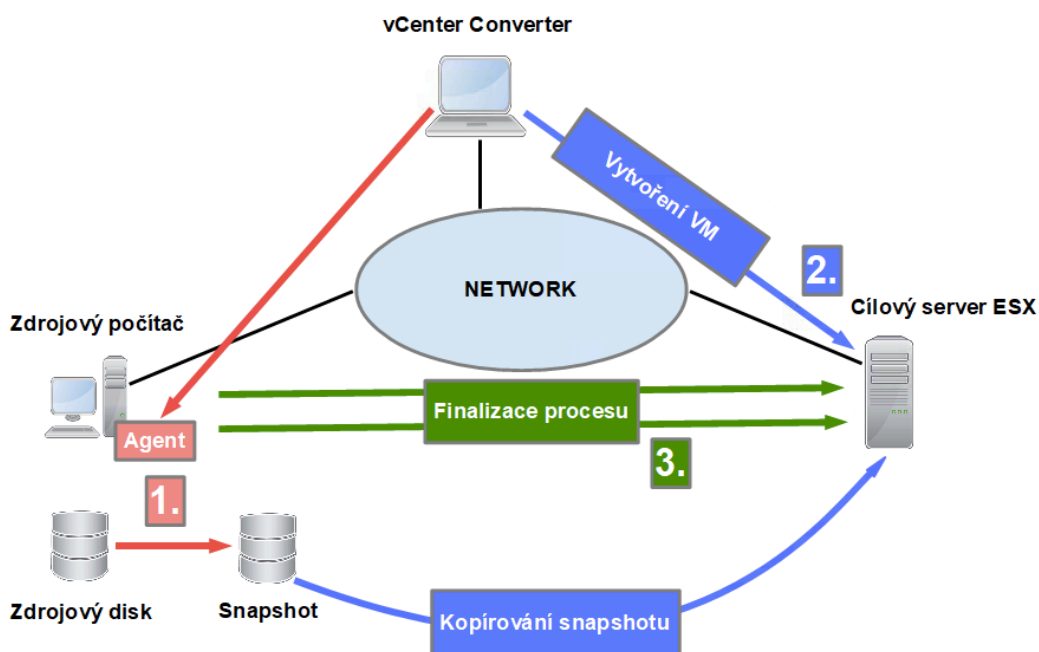
vCenter Converter umožňuje souběžnou konverzi většího množství strojů, export virtuálních strojů do jiného formátu, instalaci VMware Tools pro zlepšení kompatibility instalovaných OS a konfiguraci provisioningu virtuálních disků. [16]

### Komponenty vCenter Converter

- **Converter Standalone server** - Zpřístupní možnosti importu a exportu virtuálních strojů.
- **Converter Standalone agent** - Serverová komponenta instaluje agenty na zdrojové operační systémy, které jsou určené k migraci. Agenti mohou být po zprostředkování migrace automaticky odstraněni z počítače.
- **Converter Standalone client** - Komponenta client zprostředkovává grafické uživatelské rozhraní, které poskytuje přístup k nástrojům pro migraci a správě konverzních úloh. [16]

### Princip migrace fyzického stroje do virtualizovaného prostředí

1. Instalace agenta do zdrojového fyzického počítače a následné vytvoření snapshotu pevného disku
2. Vytvoření virtuálního počítače na cílovém stroji a zahájení kopírování obrazu disku ze zdrojového počítače
3. Instalace potřebných ovladačů virtuálního počítače a finalizace procesu
4. Odebrání agenta ze zdrojového počítače. (volitelné) [16]



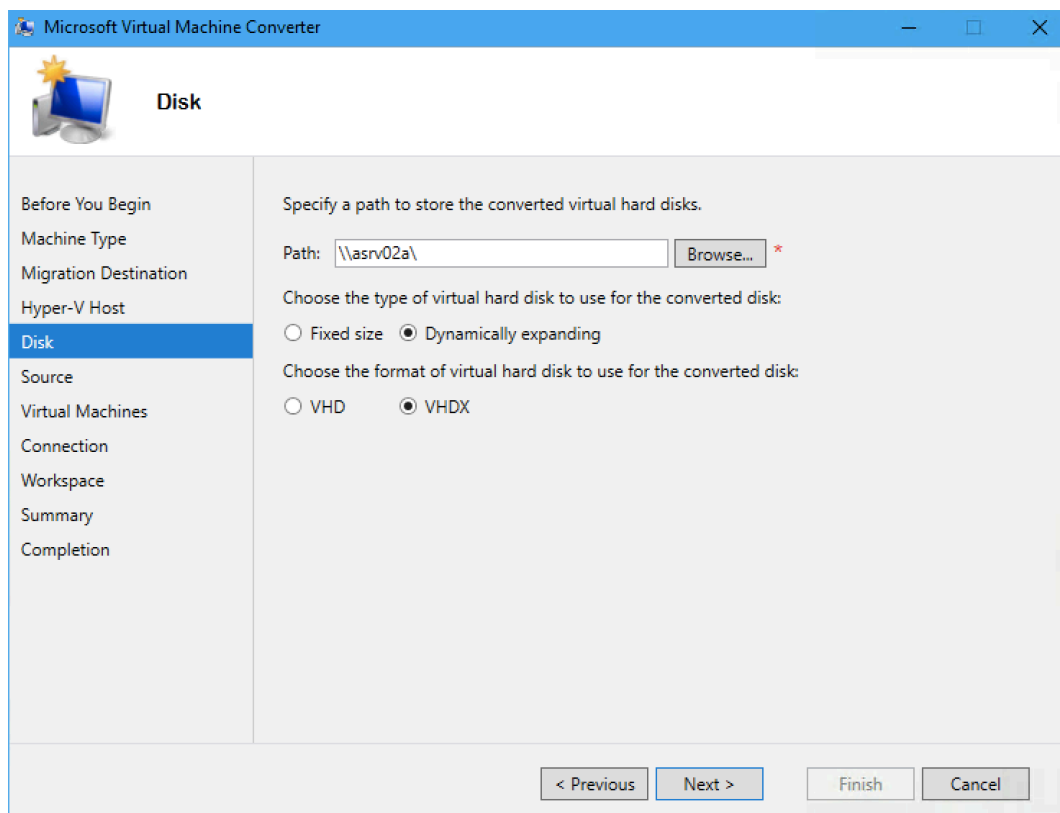
Obrázek 12: Princip užití nástroje vCenter Converter (Zdroj: autor)

Nástroj vCenter Converter podporuje konverzi operačních systémů Windows Vista, Windows Server 2008 a novější. Mezi migrovatelné edice Linuxu patří CentOS 6.X, Red Hat Enterprise Linux 4.X, SUSE Linux Enterprise Server 10.X, Ubuntu 12.04 a novější. [16]

### 1.7.2 Microsoft Virtual Machine Converter (MVMC)

Jedná se o konvertor společnosti Microsoft, který dokáže zprostředkovat migraci P2V a konverzi virtuálních strojů VMware platformy na virtuální počítače Hyper-V. Umožňuje vytvoření VHD nebo VHDX souborů virtuálních disků ze zdrojového pevného disku fyzického zařízení bez potřeby konverze kompletního systému. Během migrační úlohy je na zdrojový počítač dočasně instalován aplikační agent, který převod zprostředkuje. [17]

Po instalaci nástroje MVMC je možné provést konverzi počítačů a pevných disků pomocí předpřipraveného GUI nebo Windows PowerShell konzole. Průvodce konverze provede administrátora jednoduchou konfigurací, při které jsou stanoveny parametry migrace jako jsou cesta cílového serveru nebo typ virtuálního disku. Specifikace virtuálního disku je jednou z nejdůležitějších součástí konverze z důvodů možnosti volby dynamického disku, který šetří kapacitu sdíleného úložiště. [17]



Obrázek 13: Průvodce migračního nástroje MVMC (Zdroj: autor)

Konvertovat je možné operační systémy Microsoft od edice Windows 7, Windows Server 2008 R2 SP1 a novější a Linuxové distribuce Ubuntu 12.04, SUSE Linux Enterprise Server 11, CentOS 5, Debian 7, Oracle Linux 5 a novější. [17]

## **1.8 Důvody pro nasazení virtualizace**

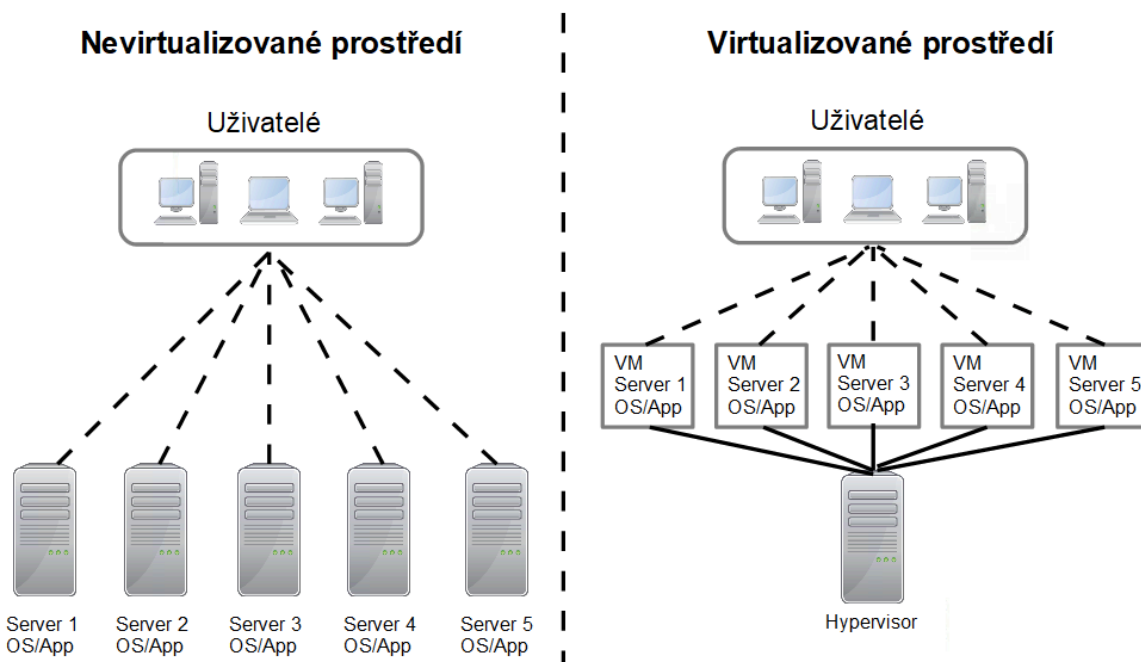
Virtualizační technologie bývá nejčastěji spojována s možností spuštění více virtuálních počítačů nad jedním fyzickým hardwarem. Důvodů pro nasazení virtualizace je však mnohem více, přičemž lze obecně tvrdit, že virtualizace při jejím správném využití přináší do podnikové sféry moderní a efektivní nástroje pro správu počítačové sítě, výrazné navýšení mobility pro koncové uživatele, vysokou dostupnost IT a úsporu finančních prostředků.

### **1.8.1 Konsolidace serverů**

V nevirtualizované počítačové infrastruktuře středně velkého podniku se zpravidla vyskytuje několik jednotek serverů, kde každý z nich plní konkrétní účel. Mezi tyto servery patří například file server, print server, poštovní server, web server, aplikační server a databázový server. Separace klíčových systémů vede k nákupu několika méně výkonných serverů, jejichž výkon bývá v konečném důsledku nevyužit. [3]

Serverová virtualizace řeší problém nevyužitého výpočetního výkonu konsolidací serverů. Výše popsané servery je možné přesunout do virtualizovaného prostředí, kde se o správu výpočetních prostředků postará hypervisor. Funkcionalita podnikových systémů zůstane zachována a systémy jsou od sebe i nadále separovány. V tomto scénáři dochází k výraznému ušetření na energetických nákladech datového centra, efektivnímu využití výpočetních zdrojů a jednodušší správě serverů a zálohování. [3]

Virtualizované prostředí zároveň usnadňuje nasazení nových serverů do počítačové sítě. Odpadá manipulace s fyzickým zařízením a dochází ke zkrácení doby, v jaké je server do produkce nasazen. Údržba systémů a distribuce softwaru je centrálně spravována, pracovní prostředí virtualizační platformy poskytuje administrátorovi prostředky pro efektivní řešení požadavků na IT. [3]



Obrázek 14: Pohled na tradiční a virtualizované serverové prostředí (Zdroj: autor)

## 1.8.2 Podpora Disaster Recovery

Disaster Recovery je termín popisující strategie a procesy užívané v informačních technologiích, které v případě havárie nebo poškození části IT infrastruktury pomáhají zajistit obnovu IT a její kontinuitu v co nejkratším čase a s minimem výdajů. [3]

Virtualizační technologie přispívá k vylepšení scénáře Disaster Recovery mnoha způsoby. Virtuální počítače, jejich operační systémy, instalované aplikace a data uložená na virtuálních discích jsou díky své charakteristice snadno zálohovatelné. Záloha virtuálního počítače může být provedena pomocí vytvoření kopie konfiguračních souborů virtuálního počítače a souborů virtuálních disků na sdílené síťové úložiště nebo zálohovací pásky. V případě selhání operačního systému je celý virtuální počítač obnoven pomocí zálohovaných souborů do několika minut bez další nutné konfigurace nebo reinstalace OS. [3]

Virtualizace také dopomáhá scénáři Disaster Recovery v případě selhání hardwarových komponent uživatelských stanic. K virtuálnímu počítači se lze snadno přihlásit z jiného fyzického zařízení. Tím dochází k výraznému snížení nedostupnosti pracovních nástrojů koncových uživatelů v podniku. [3]



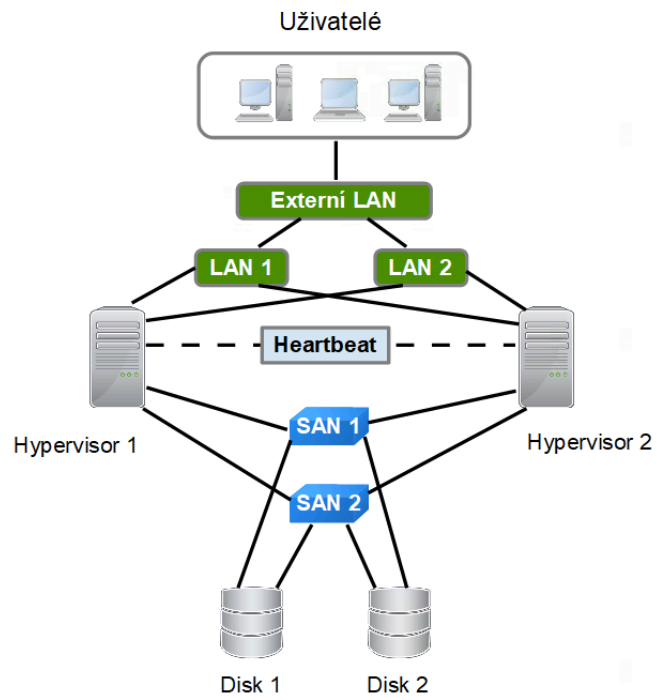
### **1.8.3 Zachování životnosti dosluhujících systémů**

Progresivní vývoj v oblasti informačních technologií se ve společenské i podnikové sféře projevuje tlakem na nutné aktualizace podnikových systémů, nákupy nových produktových řad softwarových řešení nebo upgradu operačních systémů počítačového vybavení. Podniky se často dostávají do situace, kdy po modernizaci části IT infrastruktury stále zůstávají závislé na zastaralém hardwaru, který je nutné udržovat v chodu z archivních důvodů, nebo z důvodu chybějící podpory softwarového řešení pro nové operační systémy. Dle [3] je jednou ze zásadních výhod virtualizace právě možnost konverze P2V těchto podnikových systémů, které jsou kvůli stáří, své specifčnosti nebo z důvodů rizikové migrace odkázány na dožití na stávajícím hardwaru. Konverze do virtualizovaného prostředí ušetří náklady za provoz dosluhujícího hardwarového vybavení. Virtualizace zároveň umožní efektivnější zálohu dále nepodporovaných systémových řešení a zajistí další ochranou vrstvu před případnou ztrátou dat.

### **1.8.4 Podpora vysoké dostupnosti**

Virtualizace přispívá k zajištění tzv. vysoké dostupnosti služeb. Ta v procentuálním zastoupení vyjadřuje pravděpodobnost toho, že systém stabilně běží a vykonává stanovené funkce. Strategie vysoké dostupnosti obnáší implementaci takových technických a softwarových řešení, které i přes nahodilé selhání části systému dokáží udržet celkové řešení v chodu. Toho je dosaženo například zapojením serverů do clusteru, nebo implementací redundance systémových komponent a prvků datové sítě.

Každá společnost by měla usilovat o maximální možné zajištění dostupnosti a zabezpečení kritických dat a systémů. Vysokou dostupnost služeb je možné u virtualizace posílit vytvořením clusteru pro hypervisory, pod jehož správou budou přesunuty klíčové podnikové virtuální počítače. V případě výpadku jednoho z nodů, jsou virtuální počítače migrovány na další hypervisor, který převezme jejich správu. Příklad jednoduchého clusterového řešení, pro zajištění vysoké dostupnosti, je demonstrován na obrázku 15. Více informací o vysoké dostupnosti, clusteru a jeho výhodách lze nalézt v [18].



Obrázek 15: Typický High Availability cluster se dvěma nody (Zdroj: autor)

## 2. Virtualizační platformy

V předchozí kapitole byly nastíněny principy, rozdělení, klíčové nástroje a techniky užívané ve virtualizaci. Cílem této části je představení konkrétních virtualizačních platforem využitelných v prostředí datového centra. Jednotlivé platformy se neustále vyvíjí, každá nově vydaná verze tedy přináší sadu vylepšení a další funkcionality, kterými se společnosti snaží přeběhnout konkurenční řešení.

Nejprve jsou stručně popsány open source řešení Citrix XenServer a KVM. Zbytek kapitoly je věnován komerčním řešením Microsoft Hyper-V a VMware vSphere Hypervisor, které jsou, z pohledu technické podpory, dostupných možností a bezpečnosti, preferovaným řešením pro nasazení do profesionálního business prostředí datových center. Na závěr kapitoly je uvedeno porovnání funkcionalit a výkonnostních měřítek obou komerčních řešení.

### 2.1 Citrix XenServer

Společnost Citrix Systems je známá zejména díky svým produktům XenApp a XenDesktop pro virtualizaci aplikací a doručování desktopů do zařízení koncového uživatele. V segmentu serverové virtualizace vystupuje Citrix Systems s produktem XenServer, který je aktuálně ve verzi 7.2. XenServer je ve své základní edici distribuovaný jako open source řešení zdarma, tato varianta však přináší omezení z hlediska dostupných funkcionalit a absenci technické podpory. Placená varianta je k dispozici v edicích Standard a Enterprise, kde verze Enterprise nabízí navíc například automatické aktualizace pomocí XenCenter nebo možnost virtualizace GPU pro virtuální počítače hypervisoru. Podrobně jsou rozdíly edic produktu XenServer popsány v [19].

#### 2.1.1 Architektura platformy XenServer

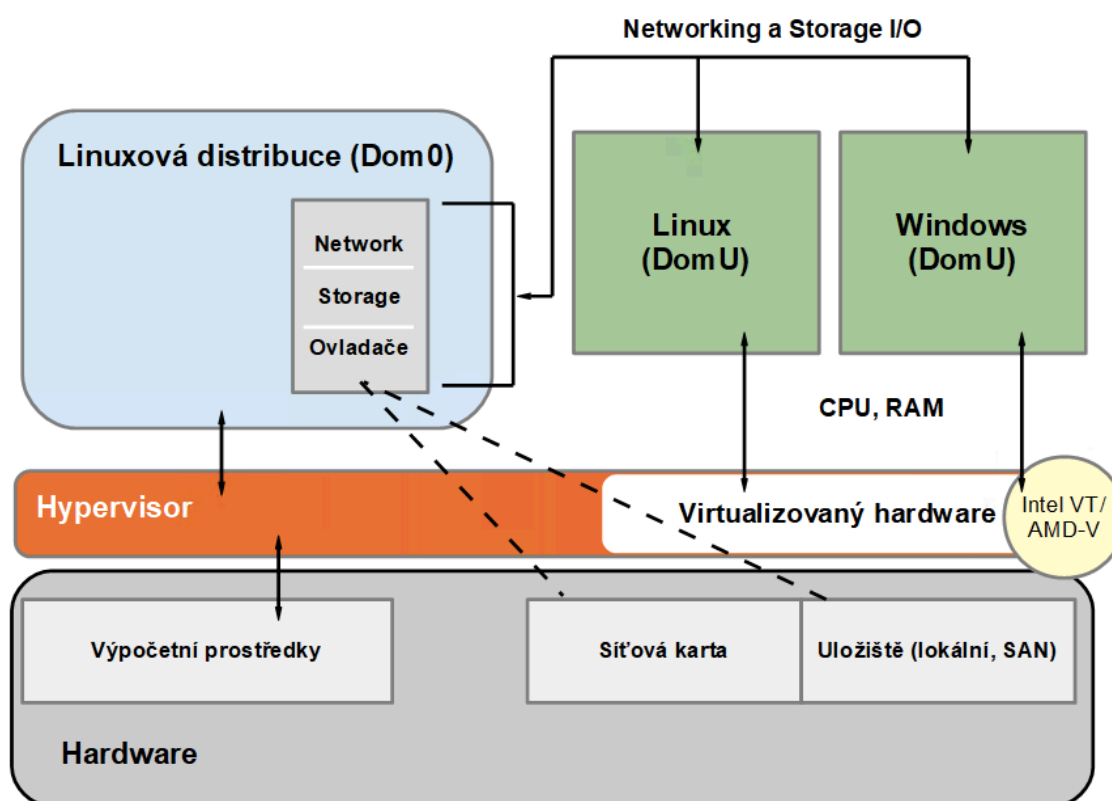
XenServer je virtualizační platforma založená na open source Xen Project hypervisoru. Jedná se o Type 1 Hypervisor, nevyžaduje tedy pro svůj běh vrstvu operačního systému. XenServer je provozován na úrovni Ring 0, využívá paravirtualizaci a hardwarově asistovanou virtualizaci, přičemž vyžaduje buď modifikaci operačního systému hostovaného počítače nebo kompatibilní procesor řady Intel VT-X nebo AMD-V. Na jednom hypervisoru lze využít obou technik virtualizace k provozu virtuálních počítačů. Prostředí virtuálních počítačů je v terminologii Xenu popisováno pomocí tzv. Domains. [20]

## Domain 0

Jedná se o řídicí virtuální počítač s Linuxovým operačním systémem. Tento virtuální počítač, nazývaný také zkráceně Dom0, nemá sám o sobě grafické rozhraní, ale zprostředkovává rozhraní pro správu XenServeru. Je spuštěn hypervisorem při bootování a jeho hlavním cílem je obsluha zařízení, neboť je umístěn do vyšší privilegované úrovně a má tedy přímý přístup k volání hardwarových prostředků. V oddílu Dom0 jsou obsaženy ovladače pro hardware počítače, rozhraní pro komunikaci s virtuálními stroji a komponenty pro ovládání virtuálních počítačů. [7]

## Domain U

Jedná se o tzv. Unprivileged Domain (DomU), který standardně u paravirtualizace není schopen provádět přímé hypercall volání na hardwarové zdroje (síťové prostředí, uložště). Namísto přímého přístupu, DomU komunikuje s hardwarem pomocí ovladačů umístěných v Dom0. V případě hardwarově asistované virtualizace však dokáže pomocí instrukcí přímé volání na hypervisoru zprostředkovat. Podporován je tedy běh několika variant operačních systémů hostovaných počítačů v závislosti na typu využití virtualizace. [7]



Obrázek 16: Příklad XenServer architektury (Zdroj: [21], upraveno autorem)

## 2.1.2 Hlavní vlastnosti

Ideologie vývoje Xen hypervisoru spočívá v hesle „méně znamená více“. Každá další verze virtualizační platformy s sebou přináší pouze drobné změny a nová vylepšení jsou implementována s velkou opatrností. Podle [7] je vývoj produktu tímto směrem způsoben maximální snahou o zabezpečení jádra Xenu před možnými chybami. Ač patří Citrix Xen ke špičce v oblasti serverové virtualizace, je stále v závěsu za technologickými giganty VMware a Microsoft. To je způsobeno právě absencí pokročilých funkcí, které konkurenční řešení nabízejí. Omezení přicházejí také ze strany clusteru, kdy je možné nad výpočetními zdroji provozovat pouze 16 hostitelů a 4096 VM. Řešení XenServer je díky svým limitacím považován spíše za produkt pro nasazení do small business prostředí.

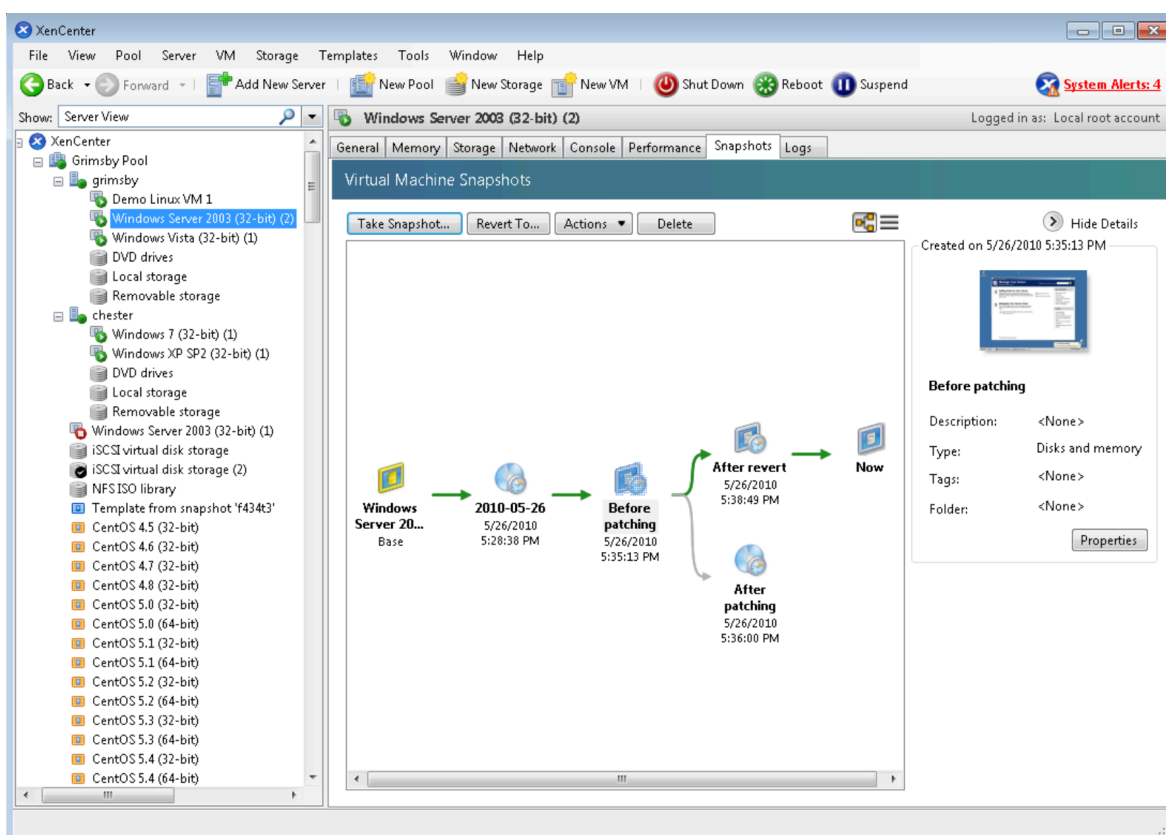
XenServer má implementovány standardní funkcionality virtualizace, mezi ty nejdůležitější patří:

- **Dynamic Memory Control (DMC)** - Automatizovaná dynamická správa paměti VM.
- **Live Memory VM, Snapshot and Revert** - Implementace mechanismu snapshotů uložení VM a paměti.
- **Live VM Migration (XenMotion)** - Přesun virtuálních počítačů mezi dvěma hostiteli nad společným výpočetním hardwarem.
- **XenServer Conversion Manager** - Implementace migračních nástrojů V2V pro převod VM z VMware virtualizační platformy.
- **Host Failure Protection (HA)** - Implementace mechanismů pro zajištění vysoké dostupnosti při selhání hardwaru.
- **Shared Storage Connectivity** - Podpora pro připojení lokálních a sdílených uložení, včetně EXT3, NFS v3 a v4, iSCSI, FC HBA, FCoE.
- **GPU Virtualization** - Podpora pro virtualizaci a distribuci grafických zdrojů pro virtuální počítače.
- **Active Directory Integration** - Možnost implementace doménových uživatelských účtů pro správu hypervisorů.
- **XenCenter GUI** - Grafické rozhraní pro správu hostitelů a zdrojů.

Kompletní seznam dostupných nástrojů a možností hypervisoru XenServer je k nalezení na [19].

### 2.1.3 Správa platformy XenServer

Správa XenServerů je zprostředkována pomocí instalovatelného grafického rozhraní XenCenter, který je určen pro operační systém Windows. Díky open source programu je možné do XenCenteru doinstalovat některý z vytvořených pluginů. XenCenter umožňuje instalaci a správu virtuálních počítačů, správu vApps, správu uložení, management síťových karet hostitele včetně konfigurace VLAN. V neposlední řadě obsahuje nástroje pro snadnou orientaci v prostředí v podobě dostupného vyhledávání, třídění, filtrování nebo seskupování prvků, konfiguraci HA, rozhraní pro implementaci AD uživatelských účtů, správu zdrojů, snapshot management a analytické nástroje. [22]



Obrázek 17: Pohled na rozhraní XenCenter (Zdroj: [22])

Kromě XenCenteru je umožněno spravovat hypervisor také pomocí příkazové řádky, protokolu SSH nebo produktů třetích stran, kterými jsou například XVP nebo OpenXenManager.

### 2.1.4 Podporované operační systémy

XenServer podporuje pro své virtuální počítače nasazení operačních systémů Windows 7, Windows Server 2008 SP2 a novější, CentOS 5.0, Red Hat Enterprise Linux 4.5, SUSE

Linux Enterprise Server 10, Oracle Linux 5.0, Scientific Linux 5.11, Debian Squeeze 6.0, Ubuntu 10.04, CoreOS 633.1.0 a novější. XenServer je obecně znám díky své dostupnější podpoře pro Linuxové systémy. [23]

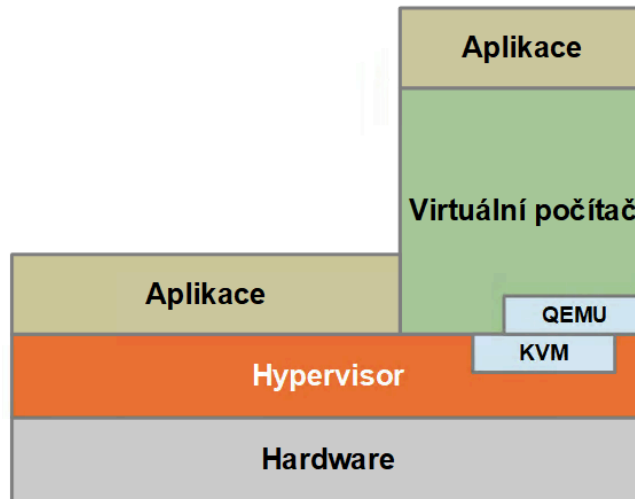
## **2.2 Platforma KVM**

Kernel-based Virtual Machine představuje open source virtualizační platformu, která je založena na Linuxovém jádře. KVM je implementováno jako instalovatelný kernel modul, který přemění Linuxové jádro v hypervisor. Podpora pro KVM virtualizaci je v Linuxovém jádře již od verze 2.6.20. Platformu KVM využívá ve své produktové nabídce společnost Red Hat, která nabízí řešení Red Hat Enterprise Virtualization (RHEV) včetně placené podpory. [24]

### **2.2.1 Architektura platformy KVM/QEMU**

KVM je řešením plné virtualizace hardwarové architektury x86, vyžadující technologii procesorů Intel VT-X nebo AMD-V. Skládá se z modulu jádra `kvm.ko`, který je zároveň jádrem virtualizační infrastruktury a modulů `kvm-intel.ko` nebo `kvm-amd.ko`. Platforma KVM umožňuje spuštění několika virtuálních počítačů s nemodifikovaným operačním systémem Linux nebo Windows. Každý virtuální počítač využívá své privátní virtualizované hardwarové zdroje (síťová karta, disk, grafický adaptér). Virtuální počítače jsou v KVM architektuře implementovány jako regulérní procesy Linuxu. [24]

KVM je sám o sobě spíše zprostředkovatelem virtualizační infrastruktury. Pro zajištění plnohodnotné funkcionality hypervisoru vyžaduje KVM implementaci tzv. QEMU. Jedná se o hostovaného hypervisoru a emulátor, který je schopen operovat v několika režimech (Systémová emulace, KVM Hosting, Xen Hosting, User-mode emulace) a je vnímán jako hypervisor typu 2 [25]. QEMU ve spojení s KVM zachycuje instrukce virtuálního CPU a za pomoci operačního systému hypervisoru vykonává dané instrukce na fyzickém CPU. QEMU zároveň zprostředkovává emulaci BIOSu, sběrnice PCI, USB, standardní zařízení IDE a SCSI, síťové karty a další hardwarové komponenty. Kompletní architektura KVM/QEMU je jako celek řazena pod Type 1 Hypervisor. [24]



Obrázek 18: Zjednodušený popis architektury KVM/QEMU (Zdroj: autor)

## 2.2.2 Hlavní vlastnosti

Platforma KVM je, pod záštitou společnosti Red Hat, dalším open source virtualizačním nástrojem, který je schopen dostupnými funkcionalitami a cenou částečně konkurovat řešením společností Microsoft a VMware. Virtualizační platforma KVM však, stejně jako v případě hypervisoru Xen, postrádá vzhledem k mládí produktu některé pokročilé funkce a vyžaduje pokročilejší znalosti operačního systému Linux.

Red Hat je výrazným hráčem na poli integrace hypervisoru do prostředí OpenStack, které představuje cloudovou platformu, která zajišťuje rozdělování virtualizované výpočetní kapacity. [26]

Mezi hlavní vlastnosti RHEV platformy dle Red Hatu [26] patří:

- **Škálovatelnost** - Podpora až 288 logických CPU a 12TB RAM na hypervisoru. U VM podpora až 240 vCPU a 6TB vRAM na virtuální počítač.
- **Overcommitment** - KVM podporuje tzv. overcommitment výpočetních zdrojů, který dovoluje virtuálním počítačům přiřadit více CPU nebo paměti, než je reálně k dispozici. Zdroje mohou být mezi VM dynamicky měněny.
- **Kernel Same-page Merging** - Hostující virtuální počítače mají možnost sdílet identické stránky paměti, kterými jsou často využívány knihovny nebo identická data. Dochází k minimalizaci duplikace obsahu paměti.



- **OpenStack Integration** - Poskytuje možnost použití, exportu a sdílení image VM pomocí Red Hat OpenStack platformy. Zároveň poskytuje pokročilý engine pro konfiguraci sítě a podporu Open vSwitch-distributed virtual switching.
- **Podpora disaster recovery** - Dostupné aplikace třetí strany pro možnosti zálohování, obnovy a replikace. Podpora array-based replikace.
- **Podpora live migration** - Umožňuje přesun VM v rámci Red Hat Virtualization cluster.
- **Podpora storage live migration** - Umožňuje změnu uložení VM bez přerušení práce uživatele.
- **Snapshots** - Podpora pro cold a live snapshoty stávajícího stavu VM.
- **Maintenance mode** - One-click řešení pro migraci VM z hypervisoru za účelem údržby hostitele.
- **System Scheduler** - Umožňuje vytvářet politiky pro load balancing, který automaticky dokáže vyvažovat VM zátěž napříč hostiteli v clusteru.
- **Storage a network management**
- **Migrační nástroje pro V2V migraci**
- **RHEV Manager** - GUI pro správu virtualizace. [26]

### 2.2.3 Správa platformy KVM/QEMU

Pro správu platformy KVM je využíváno hned několik open source nástrojů, mezi ně patří například Mist.io, oVirt, Virtual Machine Manager a další. Mnoho z těchto nástrojů má základ v rozsáhlém API rozhraní libvirt, které je slouží pro správu virtualizovaného prostředí. Libvirt není zaměřen pouze na KVM, je možné pomocí jeho nástrojů spravovat také prostředí XEN a další. Některé nadstavbové nástroje libvirt zprostředkují správu hypervisoru pomocí příkazové řádky, jiné, například Virtual Machine Manager, jsou grafickým nástrojem, který je spustitelný pomocí webového prohlížeče. [27]

V případě API libvirt se jedná o rozsáhlou problematiku, která není přímo předmětem diplomové práce, více informací k nalezení na [27].

### 2.2.4 Podporované operační systémy

Dle webového portálu projektu KVM [28] je podporována většina produkčních operačních systémů z rodiny Microsoft Windows, Linux distribucí Fedora, RedHat, Ubuntu, Debian,

openSUSE, Xandros, Knoppix a mnoho dalších. Výčet jednotlivých podporovaných verzí Linuxových distribucí a systémů Windows je k dispozici na [28].

## **2.3 Microsoft Hyper-V**

Microsoft Hyper-V nahrazuje starší produkty Microsoft Virtual PC, Microsoft Virtual Server nebo Windows Virtual PC. Jedná se o moderní virtualizační platformu, která byla poprvé nasazena s operačním systémem Windows Server 2008. Za posledních deset let prošla virtualizace společnosti Microsoft cestu robustního vývoje a vyšplhala se do pozice předního giganta v oblasti virtualizačních platforem. Velký podíl na tom nese zejména jeho snadná integrace do počítačových sítí s dominantním zastoupením operačních systémů Windows Server. Integrace správy virtualizace do známého prostředí Windows je také jednou z velkých výhod tohoto řešení. Podniky, které přechází pod řešení virtualizace, si často vybírají produkt společnosti Microsoft právě z důvodů znalosti prostředí Windows a snadné instalace Hyper-V.

Microsoft Hyper-V je v současné verzi dostupný prostřednictvím instalovatelné role licencovaného operačního systému Windows Server 2016 s grafickým rozhraním nebo prostřednictvím edice systému Server Core nebo Nano Server bez GUI. K dispozici je zdarma také varianta Microsoft Hyper-V Server 2016, která je omezena čistě pro funkci hypervisoru, taktéž bez GUI.

### **2.3.1 Architektura platformy Hyper-V**

Jádrem platformy Hyper-V je Microsoft Hypervisor, který je spuštěn přímo nad hardwarovou vrstvou, jedná se tedy o Type 1 Hypervisor. Architektura Hyper-V platformy je tvořena z tzv. partitions, které vyznačují izolované logické jednotky operačních systémů a alokovaných výpočetních zdrojů. Microsoft hypervisor musí mít alespoň jeden parent partition, někdy nazývaný také root partition, na kterém poběží operační systém Windows. Druhým oddílem jsou tzv. child partition, které jsou vytvořeny rodičovským oddílem, a ve kterých jsou spuštěny hostované operační systémy a jejich aplikace. Partitions komunikují s hypervisorem prostřednictvím API rozhraní, které umí operační systém hostovaného PC využít, jedná se o tzv. hypercalls volání. [29]

#### **Parent partition**

Rodičovský oddíl zahrnuje několik speciálních komponent, které nejsou obsaženy v child oddílech. Parent partition je prvním oddílem, který je vytvořený po nastartování hypervisoru.

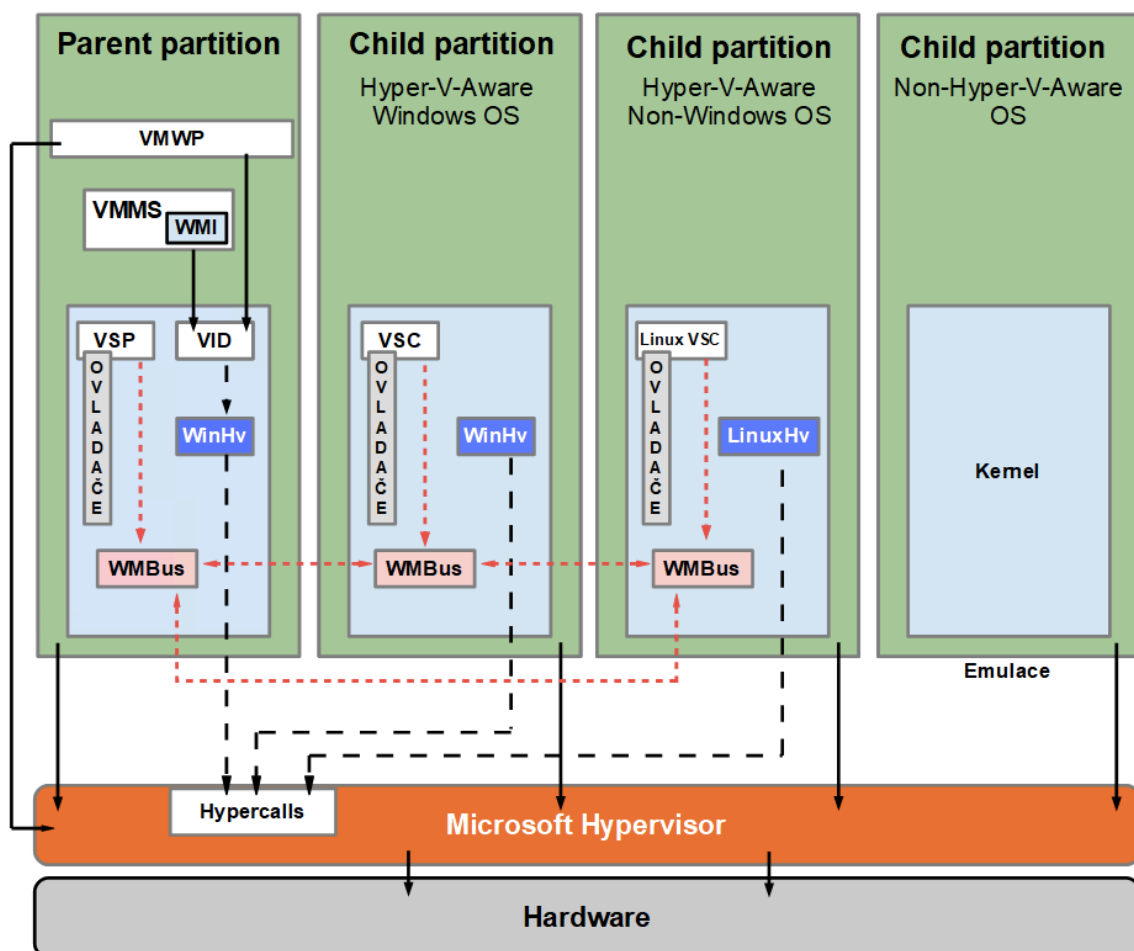
Je využíván pro vytváření a správu ostatních child partitions a zahrnuje také WMI, základní API pro správu virtuálních počítačů. Rodičovský oddíl spravuje a přiřazuje hardwarové zařízení podřízeným oddílům, kromě alokace paměti a procesoru, o kterou se stará hypervisor. Parent partition je také zodpovědný za power management, plug and play operace a záznam událostí o poruše hardwaru. Rodičovský oddíl dále obsahuje:

- **Virtual Machine Management Service (WMMS)** - Zodpovědný za správu stavu všech virtuálních počítačů v podřízených oddílech. Mezi spravované stavy patří zapnutí, aktivní, neaktivní, stav pořízení snapshotu, aplikace snapshotu nebo mazání snapshotu.
- **Virtual Machine Worker Processes (WMWP)** - Jedná se o user-mode komponentu, která je zodpovědná za správu managementu virtuálních počítačů v child partitions. WMWP vytváří pro každý VM samostatný worker proces. Díky tomu jsou od sebe virtuální počítače izolovány, při selhání jednoho procesu dochází k selhání pouze jednoho VM. WMWP se u asociovaného VM stará o jeho vytvoření, konfiguraci, běh, pozastavení, uložení a obnovu stavu VM a také o pořízení snapshotu virtuálního počítače.
- **Virtual Machine Bus (VMBus)** - Komunikační kanál mezi parent a child partitions.
- **Virtualization Service Providers (VSP)** - Komponenta, která slouží jako přípojný bod pro vyřizování požadavků I/O podřízených oddílů.
- **Windows Hypervisor Interface Library (WinHv)** - Jedná se o most mezi ovladači operačního systému oddílu a hypervisorem, který dovoluje ovladačům volat hypervisor pomocí standardních Windows konvencí.
- **Virtualization Infrastructure Driver (VID)** - Kernel-mode komponenta, která zprostředkovává služby pro správu oddílů, virtuálního procesoru a paměti pro podřízené oddíly. [29]

### **Child partition**

Podřízeným oddílem je jakýkoliv oddíl, který byl vytvořen oddílem rodičovským. Child partitions nemají přímý přístup k hardwarovým zdrojům, mají pouze zpřístupněn pohled na zdroje virtuální. Požadavky na tyto zdroje jsou od podřízených oddílů směrovány pomocí VMBus kanálu rodičovskému oddílu, který pomocí VSP provede jejich zpracování. Platforma Hyper-V rozlišuje hostované virtuální počítače dle typu operačního systému a dostupné kompatibility následujícím způsobem:

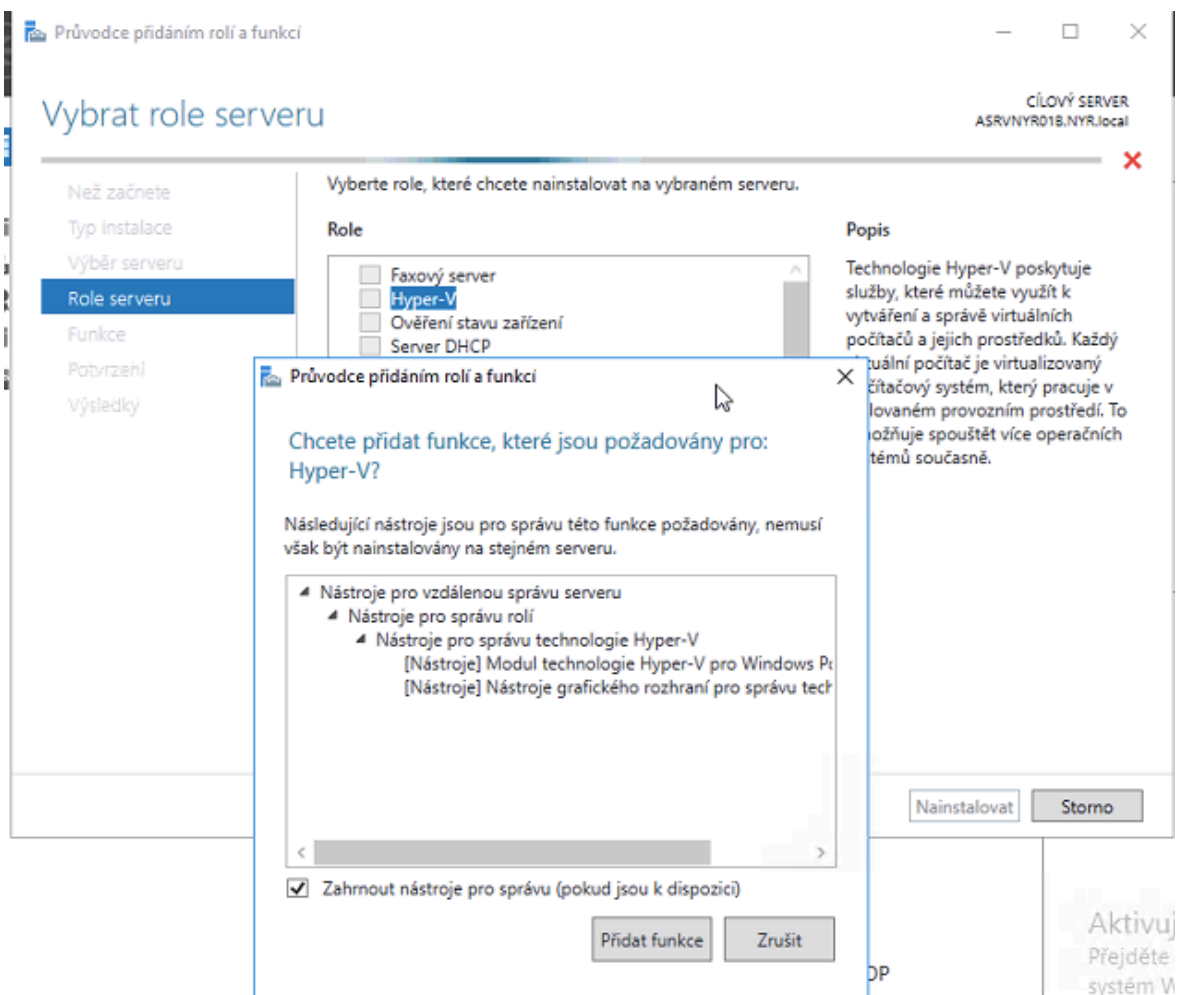
- **Hyper-V-Aware Windows OS** - Operační systém si je vědom toho, že pracuje ve virtualizovaném prostředí. Child partition hostující tento typ operačního systému využívá Virtualization Service Consumers (VSC) komponentu pro zprostředkování požadavků virtuálního počítače přes VMBus kanál. Tím je zajištěna efektivnější komunikace mezi virtuálním počítačem a hypervisorem, tato funkcionality je zprostředkována pomocí integračních služeb Hyper-V.
- **Hyper-V-Aware Non-Windows OS** - Využívá stejného principu jako u předchozí varianty Hyper-V-Aware-Windows OS, s tím rozdílem, že vyžaduje instalaci kompatibilních integračních služeb s daným operačním systémem hostujícího počítače.
- **Non-Hyper-V-Aware OS** - Takový systém, který není s Hyper-V plně kompatibilní a neexistují pro něho integrační služby. Tento typ virtuálního počítače nevyužívá komunikaci přes VMBus, ale využívají emulace hardwaru, která vede k nižšímu výkonu virtuálního počítače. [29]



Obrázek 19: Architektura platformy Hyper-V (Zdroj: [29], upraveno autorem)

## 2.3.2 Instalace Microsoft Hyper-V

Virtualizační platforma Hyper-V je dostupná dvěma různými instalačními procesy. Jednotlivé postupy se liší v závislosti na zvolené edici operačního systému Windows. V klasické GUI verzi operačního systému je Microsoft Hyper-V dostupný jako instalovatelná role operačního systému prostřednictvím konzole pro správu serveru. Tímto způsobem se do operačního systému Windows doinstaluje konzole Správce technologie Hyper-V, pomocí které je dále prováděna správa virtualizovaného prostředí. V edicích systému Windows bez standardního grafického rozhraní je instalace prováděna pomocí mapovaného ISO obrazu s instalačními soubory a příkazové řádky, přičemž další správu je možné provádět vzdáleně pomocí Správce technologie Hyper-V z jiného počítače s operačním systémem Windows.



Obrázek 20: Instalace Hyper-V pomocí konzole pro správu serveru (Zdroj: autor)

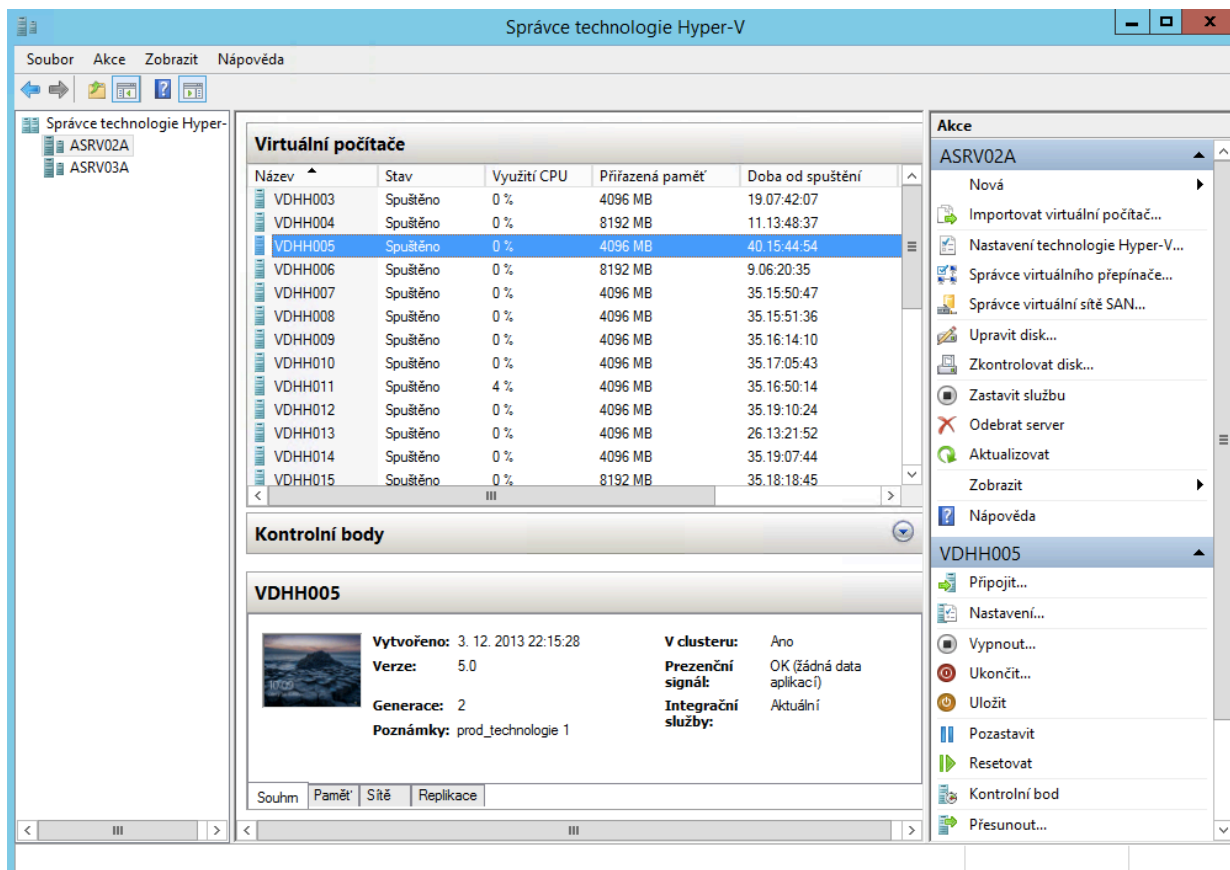
### 2.3.3 Správa platformy Hyper-V

Správa platformy Hyper-V je prováděna primárně pomocí konzole Hyper-V Manager (Správce technologie Hyper-V) a dále zmíněných nástrojů, buď na lokálním serveru, nebo ze vzdáleného počítače. Alternativou je správa pomocí příkazové řádky, tato varianta je však náročná na pokročilé znalosti kódu hypervisoru. Dále proto bude popisována pouze práce s GUI.

#### Hyper-V Manager

Hyper-V Manager je nejběžnějším nástrojem pro interakci s hypervisorem Hyper-V. Správce Hyper-V je efektivním pro správu zejména malých business řešení o velikosti maximálně několika jednotek hostitelských serverů.

Na obrázku 21 je znázorněna konzole Správce technologie Hyper-V se dvěma připojenými hostiteli ASRV02A a ASRV03A. Střed pracovního okna je určen virtuálním počítačům, které jsou na hostech provozovány. Pravý panel konzole slouží pro interakci s virtuálními počítači a samotnými hostiteli.



Obrázek 21: Konzole Hyper-V Manager (Zdroj: autor)

Hyper-V Manager konzole dále umožňuje:

- Konfiguraci funkcí Hyper-V jako je správa GPU RemoteFX, Live Migration nebo konfigurace uložení pro VM
- Vytváření, mazání a konfiguraci Hyper-V virtuálních počítačů
- Vytváření, mazání a správu virtuálních pevných disků
- Přímou kontrolu stavů virtuálního počítače (Stop, Start, Save)
- Vytváření, mazání a aplikování tzv. revert checkpoints (analogie ke snapshotům)
- Konfiguraci a řízení Hyper-V Replication
- Export virtuálních počítačů na fyzické uložení [30]

### **Failover Cluster Manager**

Failover Cluster je mezi špičkou virtuálních platform již standardní funkcionalitou. Microsoft umožňuje správu clusteru pomocí konzole Failover Cluster Manager, v překladu Správce clusteru s podporou převzetí služeb při selhání. Jedná se o vzhledově obdobnou konzoli jako u Hyper-V manageru. V případě, že je Hyper-V hostitel připojen do clusteru a virtuální počítače tohoto hypervisoru jsou nakonfigurovány jako clusterové role, přebírá Failover Cluster Manager správu daných VM a některá nastavení nebudou dále pod Hyper-V Managerem dostupná. Důležitým procesem před nasazením clusteru je validační úloha, která ověří, zda jsou splněny podmínky stejné architektury procesoru hostitelů, síťové prostředí a další dílčí systémové konfigurace. Mezi další podmínky provozu hypervisoru v clusteru patří:

- Všechny hostitelské servery musí mít přiřazenu alespoň jednu IP adresu stejné sítě
- Role Failover Cluster musí být nainstalována na všech hostitelích
- Pro kompletní funkcionalitu je nutné umístit nody do stejné domény
- Management operačních systémů musí být na všech nodech ve stejné verzi

Failover Cluster Manager umožňuje provádět s VM následující operace:

- Správu stavu VM (Start, Save, Shut Down, Turn Off)
- Konfiguraci VM (síťové karty, operace s disky, paměť, konfigurace MAC adresy a další nastavení)
- Replikace virtuálního počítače

- Přesunutí virtuálního počítače na jiný nod nebo na jiné uložení (Live Migration, Quick Migration, Virtual Machine Storage Migration)
- Změnu priority spuštění (High, Medium, Low)
- Možnost reportu a konfiguraci monitoringu VM [31]

### **System Center Virtual Machine Manager**

Je alternativou pro správu virtualizovaného řešení, které je však licencované a není k dispozici zdarma. Vyžaduje nasazení databáze Microsoft SQL Server a instalaci komponent agentů na jednotlivé Hyper-V hostitele. Obecně lze tvrdit, že se jedná o variantu správy zejména pro velká clusterová řešení. Vlivem menší systémové integrace je považováno SCVMM za méně stabilní řešení. Nevýhodou je také větší odezva ovládacích prvků rozhraní z důvodů komplikovanější architektury aplikace (zpracování databáze, komunikace pomocí agentů). SCVMM umožňuje nasazení Hyper-V instalace na čistý hardware, ukládání šablon pro rychlé nasazení virtuálních počítačů. Výhodou je také podpora dalších produktů virtualizačních platforem jako je VMware vSphere Hypervisor nebo Citrix XenServer. [30]

### **2.3.4 Směr vývoje Hyper-V**

Ve své nejnovější verzi se Windows Server 2016 Hyper-V ubírá cestou implementace několika zajímavých, ač spíše kosmetických vylepšení uživatelského prostředí pro správu, upgradem stávajících funkcí a rozšířením robustnosti řešení ve smyslu navýšení výkonu hypervisoru. Mezi nejzásadnější vylepšení patří:

- Integrace ovládacích prvků Hyper-V Manager konzole pro snazší přechod mezi konfigurací jednotlivých VM
- Implementace podpory šifrování pro disk operačního systému VM generace 1
- Implementace pokročilého monitoringu výkonu VM (Host Resource Protection) pro efektivnější správu náhlého vytížení zdrojů VM
- Implementace možnosti odebrání síťového adaptéru a změny paměti za běhu virtuálního počítače
- Distribuce integračních služeb pomocí Windows Update
- Implementace produkčních checkpointů
- Implementace bezpečnostních funkcí pro VM v podobě šifrování dat a samotného stavu virtuálního počítače (Shielded virtual machines) [32]



### 2.3.5 Podporované operační systémy

Mezi podporované operační systémy Windows patří edice Windows 7 SP1 a Windows Server 2008 a vyšší. Linux je podporován v edicích CentOS, Red Hat Enterprise Linux, Debian, Oracle Linux, Suse, Ubuntu a FreeBSD. Konkrétní verze a další specifikace ohledně podpory těchto systémů jsou k dispozici na [33].

## 2.4 VMware vSphere Hypervisor

Společnost VMware patří mezi zkušené leadery v oblasti virtualizačních platforem. Na trhu vystupuje s hypervisorem VMware vSphere Hypervisor, nazývaný také jako ESX/ESXi. Server ESX již v současné produktové nabídce není k dispozici, dále je vyvíjena pouze upravená verze s názvem ESXi. Hlavním rozdílem mezi zmíněnými produkty je absence Service Console, která zprostředkovávala rozhraní pro konfiguraci hypervisora. Odstraněním konzole dosáhl hypervisor ESXi optimalizace a výrazné úspory místa samotné instalace. [34]

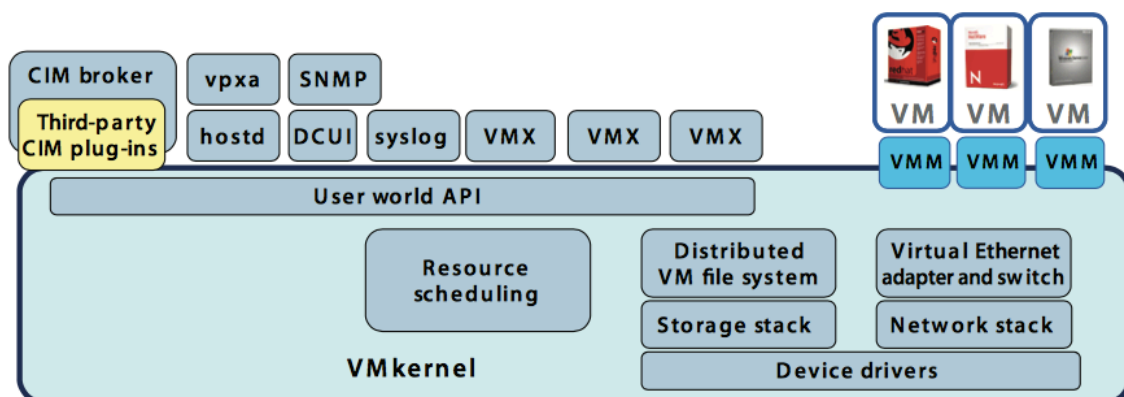
VMware ESXi hypervisor je v současné době k dispozici ve verzi 6.5 v licenčních programech VMware vSphere Standard, VMware vSphere Enterprise Plus a VMware vSphere With Operations Management, které se liší zejména v pokročilých funkcích. Pro střední a menší podniky je k dispozici varianta licence VMware vSphere Essentials Kit s dostupnou podporou, která je obdobná licenčnímu programu VMware vSphere Standard, ale je omezena pouze na 3 ESXi servery. K dispozici je také varianta hypervisoru zdarma, která však nese zásadní omezení v podobě limitace hardwaru, správy, podpory i dostupného výkonu pro virtuální počítače a není pro business nasazení vhodným řešením. [35]

### 2.4.1 Architektura platformy vSphere Hypervisor

vSphere hypervisor je kategorizován jako Type 1 Hypervisor, má tedy přímý přístup k hardwarovým prostředkům. Odstraněním servisní konzole a s příchodem verze ESXi se částečně změnila také architektura hypervisoru společnosti VMware. Mezi komponenty ESXi hypervisoru dle [34] patří:

- **VMkernel** - Je základní komponentou hypervisoru. Jedná se o 64bitové mikrojádro, vytvořené společností VMware pro potřeby hypervisoru. VMkernel spravuje hardware fyzického serveru, koordinuje CPU zdroje, alokaci paměti, stará se o I/O operace a pracuje s ovladači zařízení.

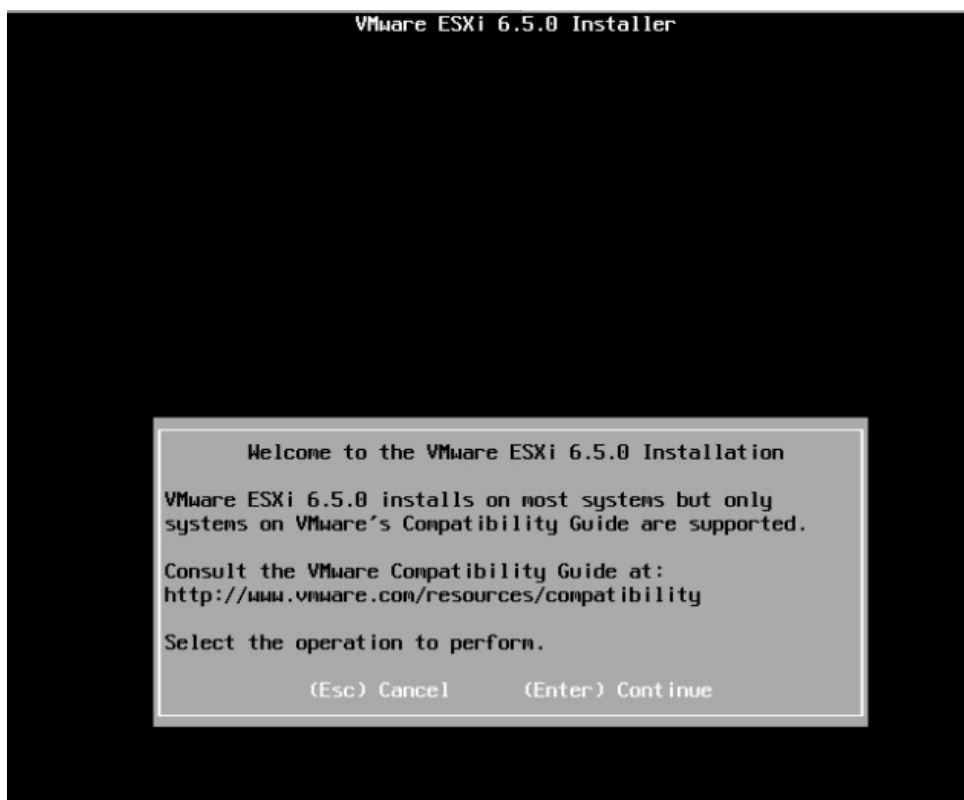
- **Direct Console User Interface (DCUI)** - Rozhraní pro konfiguraci a management, přístupné z konzole serveru. Využívá se převážně pro základní konfiguraci hypervisoru.
- **VMkernel Extensions** - V jádře hypervisoru je několik speciálních kernel modulů a ovladačů, které dovolují interakci operačního systému s hardwararem prostřednictvím ovladačů zařízení. VMkernel Extensions pracují se systémovým voláním a zajišťují podporu rozdílných filesystémů.
- **System Worlds** - Jedná se o speciální kernel-mode procesy, které jsou spuštěny se systémovým oprávněním. System Worlds jsou například procesy idle (neaktivity) nebo proces helper.
- **VMM Worlds** - Procesy, které se starají o to, aby hostující operační systém měl povědomí o svém virtualizovaném hardwaru. Každý VM běží ve svém VMM worldu, kterému jsou tímto způsobem prezentovány hardwarové prostředky jako vCPU, RAM, disky, vNIC nebo BIOS.
- **User Worlds** - Mohou zprostředkovat systémová volání VMkernelu k interakci s VM nebo s operačním systémem. Není však určen jako obecný mechanismus pro spouštění libovolných aplikací a procesů, poskytuje pouze dostatečný prostor a prostředky pro spuštění procesů, nezbytných pro běh v prostředí hypervisoru.
- **ESXi Agents** - VMkernel spouští několik obslužných agentů, mezi které patří například hostd, vpxa, syslog, ntpd, DCUI nebo sfcdb. Více o jednotlivých agentech k nalezení na [34].



Obrázek 22: Architektura platformy VMware (Zdroj: [34])

## 2.4.2 Instalace VMware vSphere Hypervisor

VMware vSphere Hypervisor je instalovatelný obdobně jako edice systému Windows bez grafického rozhraní pomocí mapovaného ISO souboru. Instalaci provede jednoduché rozhraní s volbou rozvržení znaků klávesnice a uložště, po kterém následuje možnost konfigurace základních systémových nastavení. Následná správa je prováděna pomocí instalovatelné aplikace vSphere Client na počítač s operačním systémem Windows nebo pomocí internetového prohlížeče.



Obrázek 23: Instalace vSphere Hypervisor (Zdroj: autor)

## 2.4.3 Správa platformy vSphere Hypervisor

Platforma VMware obsahuje důležitou instalovatelnou komponentu vCenter Server, která zprostředkuje centrální správu platformy VMware. vCenter Server je dostupný prostřednictvím tzv. virtual appliance, tedy jako předpřipravený virtuální počítač. K samotnému ESXi hypervisoru nebo k vCenter Serveru je možné přihlásit se pomocí webového prohlížeče nebo desktopové aplikace. Stejně jako v případě Hyper-V je další variantou správa pomocí příkazové řádky. [36]

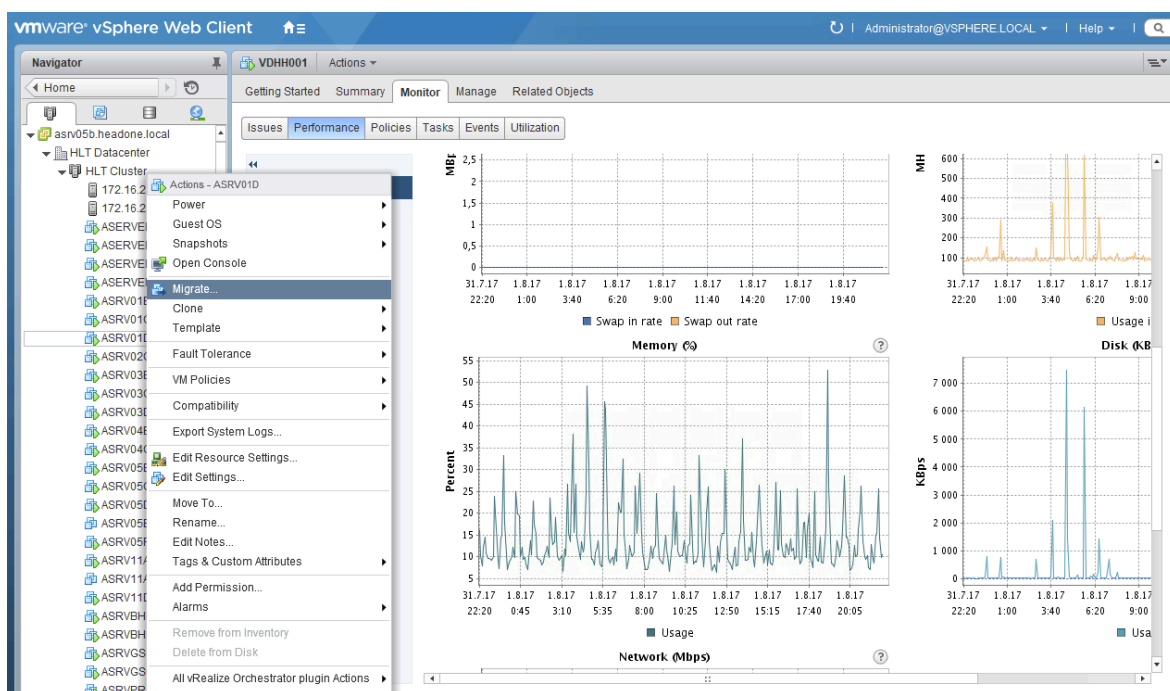
Z důvodů značné analogie s platformou Hyper-V nejsou v této podkapitole dále popisovány konkrétní funkcionality, které rozhraní pro správu VMware nabízí. Zmíněny jsou pouze nástroje, se kterými se uživatel může při správě platformy setkat. Jednotlivé funkcionality a dostupné možnosti platform Hyper-V a vSphere Hypervisor, spravované pomocí těchto nástrojů, jsou porovnány v kapitole 2.5.

## VMware Host Client

Jedná se o webové rozhraní pro správu individuálních ESXi hostitelů, kteří nejsou připojeni do vCenter Server. Správu pomocí Host Client rozhraní je možné využít také v případě, kdy je vCenter Server z nějakého důvodu nedostupný. Obsahuje standardní nástroje pro správu základní konfigurace hostitele, virtuálních počítačů, správu uložení a síťového prostředí. Host Client je zpravidla určen k prvotní konfiguraci hypervisoru. [36]

## VMware vSphere Web Client

Webová aplikace, poháněná technologií Adobe Flash, která je určena pro správu vCenter Serveru, clusterového řešení vSphere a virtuálních počítačů. Ač se nejedná o přesně tentýž nástroj, je možné analogicky přirovnat vSphere Web Client svými možnostmi a funkcionalitou k Failover Cluster Manager konzoli u virtualizační platformy Hyper-V. Umožňuje správu nad jednotlivými nody v clusteru, VM, správu uložení, pokročilý monitoring a mnoho dalších funkcí. [36]



Obrázek 24: Konzole vSphere Web Client (Zdroj: autor)

## **VMware vSphere Client**

vSphere Client je desktopová varianta řešení vSphere Web Client, která je v současné verzi 6.5 považována již za deprecated, avšak pro vSphere verze 6.0 a nižší je stále k dispozici. vSphere Client je ve verzi vSphere 6.5 nahrazen přeprogramovaným HTML5 rozhraním, které by do budoucna mělo být výchozím nástrojem pro správu hypervisorů a clusteru. V současné verzi nepodporuje některé funkce, které jsou ve správě vSphere Web Client dostupné. [36]

### **2.4.4 Směr vývoje vSphere Hypervisor**

Společnost VMware se v současné verzi vSphere Hypervisor 6.5 zaměřuje na kosmetické změny, vylepšené GUI rozhraní pro správu, přepracování instalačního rozhraní vCenter Server a vylepšení některých klíčových funkcionalit hypervisoru. Následující výčet popisuje nejzásadnější změny v poslední verzi produktu vSphere Hypervisor. [37]

#### **vCenter Server Appliance 6.5 Installer**

Kromě nového vzhledu správy vCenter Server došlo ke změně také při instalaci této komponenty. Nové rozhraní poskytuje vylepšené migrační nástroje pro přechod z existující instalace vCenter Server Windows na vCenter Server Appliance, obnovu zálohy vCenter Serveru nebo upgrade stávající verze. [37]

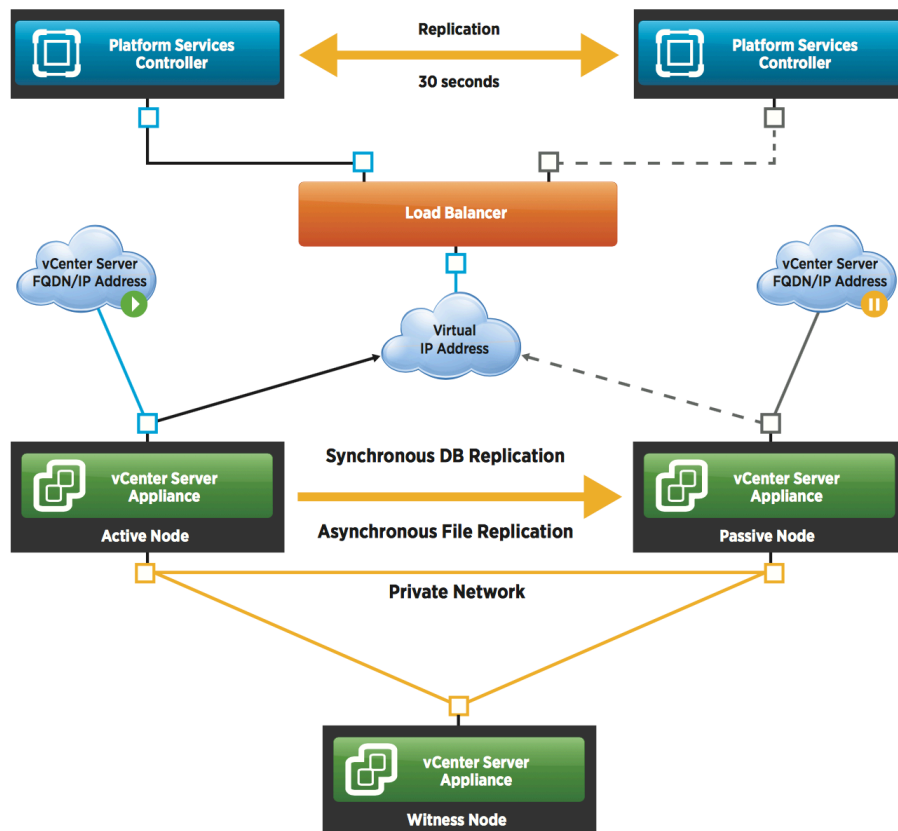
#### **vCenter Server Appliance Management**

Management samotné vCenter Server Appliance dostal vylepšení v podobě pokročilejšího monitorování a sběru statistických dat CPU, paměti, sítě, databáze, využití diskových kapacit a dat. Obecně lze říct, že došlo k implementaci funkcí, které dříve byly dostupné pouze pomocí příkazové řádky. [37]

#### **vCenter Server High Availability**

Jedná se o důležitou novinku pro řešení HA v rámci vCenter Serveru. Ve chvíli, kdy nastane chyba nodu, který hostuje vCenter Server řešení, je dočasně vypnuto webové rozhraní pro správu, které informuje o probíhajícím failover procesu. Stránka je po chvíli automaticky obnovena do přihlašovací obrazovky vSphere Web Client replikovaného vCenter Serveru. Principem řešení je klonování aktivní instance vCenter Serveru na tzv. Passive a Witness nody. [37]

vCenter Server Appliance dosáhl vylepšení také v oblasti zálohování a obnovy, kdy je uživatelům dovoleno zálohovat vCenter přímo z API. [37]



Obrázek 25: Architektura vCenter Server HA (Zdroj: [37])

## Bezpečnostní funkce

U společnosti je dále znát výrazný tlak na zabezpečení komponent virtualizační platformy. Verze produktu 6.5 vyvíjí bezpečnostní funkce jako VM Encryption, Encrypted vMotion, Secure Boot Support pro VM a pokročilé logování.

- Virtual Machine Encryption - Šifrování VM je prováděno pomocí politik na úrovni hypervisoru, je tedy nezávislé na typu uložení a operačního systému VM.
- Encrypted vMotion - Šifrování vMotion funguje na principu šifrování jednotlivých VM a dat, pro které je vygenerován unikátní klíč.
- VM Secure Boot Support - UEFI Secure Boot je mechanismus, který zajišťuje načtení pouze důvěryhodného kódu EFI firmwarem. Důvěra je definována klíčem a certifikátem, které jsou spravovány firmwarem. [37]

## HA, Networking, Datastore

K drobným úpravám došlo také v dalších oblastech vSphere platformy. Vylepšení se týkají vysoké dostupnosti, pokročilé správy zdrojů a podpory síťových technologií. Kompletní výčet inovací je dostupný na [37].

## 2.4.5 Podpora operačních systémů

Podporované operační systémy jsou s každou vydanou verzí hypervisoru velkým argumentem VMwaru při konkurenčním boji. Podporované jsou systémy Windows již od svých raných verzí Windows 3.1, Windows 95 - 98, Windows NT, Windows XP, Windows Server 2003 a vyšší. Zajímavostí je také podpora virtualizovaného systému OS X společnosti Apple do verze 10.12. Samozřejmostí je podpora pro širokou škálu Linuxově založených systémů. Kompletní výčet a přehledné formulářové rozhraní pro ověření kompatibility je dostupné na [38].

## 2.5 Porovnání platform Hyper-V a vSphere Hypervisor

Porovnání platform je pojato z pohledu maximalistického řešení, tedy nejvyšších licenčních programů řešení virtualizace Microsoft Hyper-V 2016 a VMware vSphere Hypervisor 6.5. Cílem přehledu je informovat o dostupných funkcionalitách a o faktu, že současné produktové řady obou společností dosahují v klíčových funkcionalitách technologické roviny.

Obecným popisem lze ze současné situace u obou konkurentů vytyčit obecný zájem o rozvoj zejména uživatelských nástrojů, ladění funkcionalit z pohledu monitoringu a správy jednotlivých virtualizačních platform. Obě společnosti zároveň investují prostředky do bezpečnostních funkcí a komponent, dominantní je však v tomto oboru především VMware.

### 2.5.1 Základní parametry platform

Současné verze produktů dosahují u jednotlivých položek takových hodnot, které jsou pro běžné podniky, využívající virtualizaci, více než dostačující. Zmíněné parametry s každou další verzí virtualizační platformy výrazně rostou a již delší dobu nejsou limitujícím kritériem pro volbu platformy pro nasazení do běžného pracovního prostředí.

Tabulka 2: Porovnání mezních parametrů platform (Zdroj: [39], upraveno autorem)

Objekt	Položka	Windows Server 2016 Hyper-V	vSphere Hypervisor 6.5
Hypervisor	Max fyzické CPU	512	576
	Max fyzická paměť	24 TB	12 TB
VM	Max virtuální CPU	240	128
	Max virtuální paměť	12 TB	6 TB
Cluster	Max hostitelů	64	64
	Max VM/cluster	8000	8000

## 2.5.2 Dostupné technologie platformem

Položky jsou ponechány v anglickém jazyce z důvodu zažité terminologie. Porovnání je provedeno na základě informací z webového portálu [39].

*Tabulka 3: Porovnání funkcí platformem (Zdroj: [39], upraveno autorem)*

Položka	Windows Server 2016 Hyper-V	vSphere Hypervisor 6.5
Live Migration	Ano	Ano (vMotion)
Maintenance Mode	Ano	Ano
Automated Live Migration	Ano (Dynamic Optimization, VM Load Balancing)	Ano (DRS)
Power Management	Ano	Ano (DPM)
Storage Migration	Ano (Live and Shared Nothing)	Ano (Live Storage vMotion)
Automatic VM Reset	Ano (Heartbeat)	Ano (VMware HA)
Integrated HA	Ano (Virtual Machine Compute Resiliency)	Ano (VMware HA)
VM Lockstep Protection	Ne	Ano (Fault Tolerance)
Replication	Hyper-V Replica, Storage Replica	vSphere Replication, DR Orchestration
Central Management	Ano (System Center 2016)	Ano (vSphere Server Standard)
RBAC / AD integration	Ano	Ano (vCenter, ESXi hosts)
Browser Based Management	Primárně ne	Ano (vSphere Web Client, HTML5 vSphere Client)
Hypervisor Upgrades	Ano (Cluster Aware Updates)	Ano (Update Manager)
Live VM Snapshot	Ano (Production Checkpoints)	Ano
Backup Integration API	Ano	Ano
Integrated Backup	Ano (Azure Backup)	Ano (vSphere Data Protection)
VM Templates	Ano	Ano (Content Library)
Host Profiles	Omezeně	Ano (Host Profiles)
Storage Profiles	Ano (Storage Classifications)	Ano (Storage Based Policy Management)
P2V	Ne	Ano (vCenter Converter)
Security	Ano, Windows Security (BitLocker, Shield VM, DNSSEC, PVLANS)	Ano (ESXi Firewall, vShield Endpoint, VM Encryption)
Supported Storage	SMB3, virtual FC, SAS, SATA, iSCSI, FC, FCoE	DAS, NFS, FC, iSCSI, FCoE, vFRC, SDDC
Thin Disk Provisioning	Ano (Dynamic Disks)	Ano (Thin Provisioning)
SW Storage Replication	Ano (Hyper-V Replica, Storage Replica)	Ano (vSphere Replication)
VLAN	Ano	Ano



## 3. Datová centra ve vztahu s klienty

V předchozích kapitolách byly představeny principy virtualizace a jednotlivé virtualizační platformy, jejichž využití je typické právě pro prostředí datových center. Třetí kapitola se problematikou zabývá z pohledu zákazníků datových center a jejich požadavků. Zmíněn je způsob klasifikace datových center, základní členění podniků, problematika SLA smluv o úrovni poskytovaných služeb a konkrétní požadavky klientů datového centra.

### 3.1 Typy datových center

Datová centra vyznačují prostory, koncipované pro řízení, správu a podporu počítačových zdrojů pro jednu nebo více organizací. Charakteristickým prvkem datových center jsou zvýšená bezpečnostní opatření proti působení negativních přírodních vlivů, krádeži, výpadku elektrické energie nebo konektivity za účelem zajištění vysoké dostupnosti služeb a ochrany dat.

Datová centra je možné rozdělit dle velikosti na:

- Malá datová centra o velikosti maximálně několika jednotek racků v rámci místnosti, určené primárně pro interní potřeby dané společnosti
- Střední datová centra o velikosti speciálně vyhrazené místnosti s obsahem desítek racků
- Velká datová centra o velikosti speciálně vyhrazených sálových místností a budov, pokročilým systémem chlazení a vysokého zabezpečení [40]

Datová centra je možné rozdělit dle způsobu využití na:

- Datová centra nabízející primárně veřejné cloudové a tzv. infrastructure as a service služby (Google, Microsoft)
- Veřejná datová centra nabízející primárně housing a hosting virtuálních a dedikovaných serverů nebo celých racků (zpravidla malá a střední datová centra se záběrem na malé a střední podniky)
- Soukromá datová centra, která jsou určena k plnění konkrétních potřeb společnosti (interní datová centra společností) [40]

## 3.2 Tier klasifikace datových center

Tier vyjadřuje určitý kvalitativní stupeň infrastruktury datových center, definovaný americkou společností Uptime Institute, která také provádí jeho certifikaci. Aktuálně je Tier číslován až do čtvrtého stupně, který značí nejvyšší zabezpečení z pohledu certifikace Uptime Institute. Sledovanou veličinou je dostupnost, která je udávána v procentech. Do jisté míry mohou certifikace obecně vypovídat o dodržovaných požadavcích provozní bezpečnosti datových center.

- **Tier I** - DC s jedním napájecím a chladícím procesem, bez pokročilé redundance.
- **Tier II** - DC s jedním napájecím a chladícím procesem s podporou redundantních prvků.
- **Tier III** - DC s více aktivními napájecími a chladícími prvky, včetně redundance a možného servisu za provozu.
- **Tier IV** - DC s více aktivními napájecími a chladícími prvky (nezávislé přípoje elektrické energie od dvou dodavatelů, samostatný generátor pro každou větev napájení), včetně redundance, možného servisu za provozu a systémem prevence výpadků. [41]

Tabulka 4: Přehled požadavků Tier klasifikace (Zdroj:[41], upraveno autorem)

Stav	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Počet elektrických přívodů (do racku)	1	1	1 aktivní, 1 pasivní	2 aktivní
Redundance prvků	N	N + 1	N + 1	Minimum N+1
Průměrná doba výpadků způsobených infrastrukturou za dobu jednoho roku	28,8 hodiny	22,0 hodiny	1,6 hodiny	15 minut
Průměrná počáteční hustota zátěže	1,9 – 2,8 kW/m <sup>2</sup>	3,7 – 4,7 kW/m <sup>2</sup>	3,7 – 5,6 kW/m <sup>2</sup>	4,6 – 7,4 kW/m <sup>2</sup>
Průměrná koncová hustota zátěže			9,3 – 13,9 kW/m <sup>2</sup>	13,9 - více kW/m <sup>2</sup>
Dostupnost A = MTBF / (MTBF + MTTR)	99,671%	99,749%	99,982%	99,995%

**MTBF** - střední doba mezi poruchami; **MTTR** - střední doba pro opravu

Skutečnou certifikací (stupně nejvýše Tier III) v České Republice disponuje pouze několik málo společností, mezi které spadá například O2 Teleconica Czech Republic, DataSpring

s.r.o. nebo DHL ITS. Zažité stupňování bývá často zneužíváno bez podložené certifikace také dalšími společnostmi. Alternativou pro hodnocení stavu datových center je IRMS Data Center Certification.

### 3.3 Definice malého a středního podniku (MSP)

Potenciálními klienty datových center jsou zpravidla společnosti s nižším počtem zaměstnanců, absencí informační strategie nebo letitým dosluhujícím hardwarem, které stojí před otázkou budoucího vývoje jejich IT infrastruktury. Využívání služeb datových center je tedy doménou zejména charakteristických malých a středních firem, pro které jsou výhody plynoucí z nasazených technologií efektivním nástrojem pro zvýšení konkurenceschopnosti. Pro charakteristiku zákazníků datového centra je nejprve vhodné vymezit základní pojmy:

#### Podnikání

Definice podnikání dle obchodního zákoníku: „*Podnikání se rozumí soustavná činnost prováděná samostatně podnikatelem vlastním jménem a na vlastní odpovědnost za účelem dosažení zisku.*“ [43]

#### Podnik

Definice podniku dle obchodního zákoníku: „*Podnikem se pro účely zákona rozumí soubor hmotných, jakož i osobních a nehmotných složek podnikání. K podniku náleží věci, práva a jiné majetkové hodnoty, které patří podnikateli a slouží k provozování podniku nebo vzhledem k své povaze mají tomuto účelu sloužit.*“ [43]

Rozlišení podniků je určováno podle jednotných Doporučení Komise Evropské unie [44] ze dne 6. května 2003 týkající se definice mikropodniků, malých a středních podniků.

- **Mikropodniky (drobní podnikatelé)** - Podniky, které zaměstnávají méně než 10 osob a jejichž roční obrat nebo bilanční suma roční rozvahy nepřekročí 2 miliony EUR.
- **Malé podniky** - Podniky, které zaměstnávají méně než 50 osob a jejichž roční obrat nebo bilanční suma roční rozvahy nepřekročí 10 milionů EUR.
- **Střední podniky** - Podniky, které zaměstnávají méně než 250 osob a jejichž obrat nepřekročí 50 milionů EUR nebo bilanční suma roční rozvahy nepřekročí 43 milionů EUR. [44]

## 3.4 Service Level Agreement (SLA)

Provozování klíčových systémů a aplikací v profesionálním prostředí s důrazem na zajištění dostupnosti systémů a zabezpečení dat je v cenově přijatelné hladině dostupné prakticky i nejmenším podnikatelům. Pro ty je investice do vlastního řešení odpovídající kvality finančně nevýhodné. Klienti mají možnost smluvní definice parametrů pronajatého řešení a dostupných služeb s ohledem na jejich flexibilitu. To umožňuje zákazníkům lépe plánovat náklady v závislosti na potřebách podniků.

Service Level Agreement je dohoda o úrovni poskytovaných služeb mezi poskytovatelem a jejím uživatelem. Definiuje rozsah, úroveň a kvalitu služeb a zároveň představuje jejich formalizovaný popis. Je důležitým aspektem z hlediska garance dostupnosti služeb datového centra a plnění požadavků zákazníka. Pro datová centra jsou typickým předmětem smlouvy například parametry napájení, teploty a vlhkosti prostor nebo linka konektivity. SLA smlouvy jsou základním aspektem pro reflexi požadavků a potřeb zákazníka.

### 3.4.1 Obsah SLA

Obsah smlouvy je do jisté míry dán charakterem služby. Zároveň platí, že SLA může mít rozdílné parametry pro různé kategorie koncových zákazníků. Znění SLA stanovuje metodika ITIL. V následujícím odstavci jsou obecně popsány jednotlivé části SLA, které ve své práci shrnuje I. Štefek [45].

- **Identifikace služby** - Stanovuje smluvní strany a odpovídá na otázku, kdo komu poskytuje služby. Mezi konkrétní položky identifikace služby spadá přesný název služby, kontaktní údaje poskytovatele a zákazníka, kategorie uživatelů služby a odkaz na rámcovou smlouvu.
- **Cíle a metriky** - Tato část popisuje specifikaci business cílů, které mají být prostřednictvím služby dosažitelné. Stanovení metrik je důležité pro zpětnou kontrolu plnění požadavků zákazníka.
- **Obsah** - Jednoznačné vymezení obsahu dodávané služby, popřípadě vymezení toho, co již do obsahu nespadá. Přímě navazuje na identifikaci služby a rozvíjí aspekty typu služby (informační, aplikační, infrastruktura, podpora). Odpovídá například na otázku, zda je součástí smlouvy také školení.

- **Objem** - Specifikuje objemové ukazatele, které dávají přehled o šíři záběru dodávané služby. Nejčastěji používanými ukazateli jsou například počet uživatelů, počet koncových stanic nebo velikost pronajatého výkonu.
- **Rozsah** - Definiuje lokalitu, ve které bude služba poskytována. Je třeba konkretizovat, zda bude služba poskytnuta uživateli, celému oddělení firmy nebo pouze konkrétní pobočce podniku. Tato část zároveň může obsahovat specifikaci doby dostupného supportu.
- **Kvalita** - Klíčová část, která stanovuje v jaké kvalitě bude služba dodávána. Kvalita je zpravidla vyjadřována pomocí měřítek dostupnosti (infrastruktury, aplikace, služby), doby odezvy nebo reakční doby. Zákazník by měl dobře uvážit požadovanou dostupnost vzhledem k účelům využití služby. Poskytovatel naopak musí mít pro stanovení nabídky zmapovanou dostupnost systému i jeho komponent a celé prostředí pečlivě analyzovat.
- **Cena** - Stanovení ceny dle definovaných cenových modelů poskytovatele (předplatné, transakční, platy za konkrétní služby). S cenou souvisí také platební podmínky a ošetření pravidel pro případné změny služby.
- **Sankce** - Řeší situaci, která nastane při nedodržení jednotlivých parametrů smlouvy. Jaké sankce bude mít poskytovatel v případě, kdy nedodrží objemové nebo kvalitativní parametry. V případě, že je kvalita dodané služby na dohodnuté úrovni, lze tento stav považovat za standard, případně nadstandard a sankce nejsou uvaleny. Stav služby se zároveň může dostat do takové situace, kdy vlivem služby dojde ke způsobení škody zákazníkovi. V takovém případě je poskytovatel povinen tuto škodu uhradit. [45]

### 3.5 Kategorizace klientů z pohledu SLA

Volba konkrétních parametrů pro kategorizaci zákazníků z pohledu SLA se odvíjí od volené strategie a velikosti datového centra. Diplomová práce je zaměřena především na datová centra, která cílí svým záběrem na distribuci služeb virtuální technologie pro malé a střední podniky. Pro tyto je možné kategorizovat rozdělení klientů a jejich požadavků dle nároků na dostupnost služeb datového centra.

Obecně platí, že má-li poskytovatel zajistit definované služby, musí být stanoveny podmínky, za kterých bude služba realizována. Podmínky vyplývají z výše uvedeného doporučeného obsahu SLA a lze je vyčlenit do tří základních skupin: [46]

- **Základní specifikace, pravidla a podmínky** - Popis služeb, cena, platební podmínky, způsob realizace, objem služeb a další.
- **Tvrdé metriky** - Dostupnost, běžná a maximální přípustná doba odezvy na požadavek, běžná a maximální přípustná doba řešení požadavku, průměrná a mezní odezva aplikace v rámci služby.
- **Měkké metriky** - Všechny další metriky, např. akceptace, potvrzení realizovaného školení, hodnocení lektora školení, hodnocení účastníka školení. [46]

Kategorizaci je pak možné provádět v rámci interních pravidel podniku, nebo její vymezení zobecnit na jednotlivé zákazníky datového centra. Příklad možného rozdělení klientů a jejich požadavků dle SLA je zobrazen v tabulce 5.

*Tabulka 5: Příklad kategorizace klientů dle úrovně SLA (Zdroj: autor)*

	SLA 1	SLA 2	SLA 3	SLA 4
Dostupnost (%)	97	99	99,9	99,99
Max. počet výpadků za období	10	5	2	1
Reakční doba na požadavek/incident	24 hodin	8 hodin	2 hodiny	1 hodina
Automatický záznam a monitoring incidentů	Ne	Ne	Ano	Ano
Dostupná podpora	8h/5d	8h/5d	24h/7d	24h/7d

## Úrovně SLA

- **SLA 1** - Společnosti, které jsou pouze minimálně závislé na dostupnosti pořízených služeb.
- **SLA 2** - Společnosti, které snesou až 7 hodin výpadků za měsíc. Takové firmy, které nemají na službách datového centra postavené kritické systémy společnosti, ale již požadují pro naplnění svých cílů určitou spolehlivost.
- **SLA 3** - Společnosti, které mají své kritické systémy postaveny na službách datového centra, snesou pouze kratší a méně časté výpadky v řádu maximálně desítek minut měsíčně. Požadavkem jsou již pokročilé postupy pro detekci incidentu a automatizované zpracování požadavků.
- **SLA 4** - Společnosti, jejichž uživatelé jsou kriticky závislí na maximální dostupnosti služeb datového centra. Typickým zástupcem jsou expediční firmy, kde i několikaminutový výpadek může způsobit podniku výrazné škody.

### 3.6 Požadavky klientů datových center

Požadavky klientů datových center je vhodné vystihnout na reálném příkladu. Na vzorku dvaceti převážně malých firem byl proveden průzkum v oblasti využívaných služeb datového centra společnosti HLT Group. Vzhledem k malému počtu analyzovaných firem nejsou data uvedená v tabulce určena k následné predikci nebo dalšímu zpracování, mají spíše informativní podstatu a jsou určena k získání přehledu o aktuálně poptávaných službách datového centra ve sféře malých podnikatelů.

Tabulka 6: Požadavky zákazníků na služby DC (Zdroj: autor)

	Malé a střední podniky																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Hosting VM	X	X	X	X	X		X			X	X	X		X		X	X		X	
Housing serverů					X				X											
Správa počítačové sítě (instalace PC, konfigurace síťových prvků)	X	X	X	X		X		X			X	X	X		X	X	X	X	X	X
Technická podpora 24h/7d											X	X		X		X	X			
Technická podpora 8h/5d	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X				X	X
Poradenství a budování strategie		X		X	X		X	X		X	X	X		X		X	X		X	
Vzdálený přístup VM	X	X	X		X		X			X	X	X				X	X		X	
Terminálové aplikace				X										X		X	X			
Zálohování Standard (denní zálohy)	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X		X		X	X		X	
Zálohování Komfort (hodinové zálohy)																				
Údržba v čase Standard (v běžné pracovní době DC)	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X					X	X
Údržba v čase Komfort (mimo běžnou pracovní dobu DC)																X	X			
Bezpečnostní školení zaměstnanců podniků			X				X				X	X								X
Správa podnikových systémů (docházka, ekonomické SW)	X	X	X	X		X			X		X	X	X		X	X	X		X	X
Údržba koncového HW	X	X			X				X		X	X		X		X	X			X
Instalace fyz. infrastruktury		X									X	X		X		X	X			X

Data byla ze vzorku získána na základě ustanovení SLA smluv, pozorování zákazníků a účasti autora diplomové práce na obchodních jednání s klienty. S ohledem na přání zákazníků a vedení společnosti HLT Group je v tabulce 6 zachována anonymita jednotlivých společností, jejichž názvy jsou nahrazeny písmeny abecedy.

Ze své téměř čtyřleté praxe v oboru a častého kontaktu se zákazníky zároveň mohou potvrdit rostoucí zájem malých podnikatelů o obecné poradenství v oblasti IT. Datová centra nejsou pro zákazníky pouze prostředkem pro fungující IT infrastrukturu a podnikové systémy, stále častěji totiž hledají v poskytovateli služeb stabilního partnera v oblasti poradenství a celkové správy IT podniku. Dále je specifickým znakem minimální zájem o rozšířenou technickou podporu na celý pracovní týden nebo nasazení nadstandardního zálohovacího plánu. Oblíbenou službou je zbavení odpovědnosti společností za provozování vlastního serverového hardwaru, firmy volí namísto toho elektronické licence pro virtuální systémy, které jsou v datovém centru hostovány. Z přehledu je dále zřejmé, že společnosti si jsou vědomy rizika ztráty dat a k dalším službám DC standardně volí také službu zálohování.



## 4. Výběrové parametry pro virtualizaci

Výběr virtualizační platformy je vzhledem ke své komplexnosti ovlivněn mnoha faktory. Ty se ve výrazné míře odvíjí od požadavků na konkrétní projektové řešení. I přes to, že každé prostředí je svým způsobem unikátní, je možné stanovit základní parametry, na které by společnosti měli před nasazením virtualizační platformy pohlížet. Konečné rozhodnutí však zpravidla vyplyne až z testování dostupných produktů, analýzy možností daných řešení, získaných dosavadních zkušeností administrátorů a ověřených recenzí jednotlivých alternativ. V problematice virtualizačních platform nelze bez bližšího průzkumu konkrétního projektu jednoznačně stanovit nejlepší řešení pouze na základě produktové nabídky distributorů virtualizace.

Kapitola popisuje parametry pro výběr virtualizační platformy a řeší základní otázky při rozhodování a volbě vhodné platformy. Pro zjednodušení a přehlednější pohled na parametry je provedena jejich kategorizace. Parametry jsou stanoveny na základě publikace [3] a praxe autora diplomové práce. Podnik, který chce virtualizaci nasadit, by měl být schopen na jednotlivé parametry odpovědět. Projektový záměr podniku pak tímto nabyde konkrétních specifikací, které dopomohou k finálnímu výběru platformy.

Konkrétní výběr platformy je dále dokumentován, na základě této kapitoly, v praktické části, která je zaměřena na popis nasazení platformy v rámci projektu modernizace datového centra společnosti HLT Group.

### 4.1 Parametry z pohledu hostitelského serveru

Takové parametry, které se svojí charakteristikou odpovídají popisu vlastností fyzického hostitele, popřípadě virtualizační platformy, která je na hostiteli provozována.

#### **Hardwarová kompatibilita**

Ne všechny x86 virtualizační platformy dokáží pracovat s jakýmkoliv x86 serverovým hardwarem. I přes to, že je dnes otázka kompatibility hardwaru spíše historickou záležitostí, je nutné o tomto faktoru mít povědomí a zařadit parametr správné specifikace hardwaru mezi primárně vytyčené body, dle kterých se celé řešení virtualizace bude budovat. Pro bezproblémovou funkci je nezbytně nutné zvolit takové hardwarové prostředky, které podporují virtualizaci, vhodné je využít pro specifikaci konkrétního hardwaru dostupnou

dokumentaci distributorů virtualizačních platforem, kde jsou popsány kompatibilní komponenty. Příklad vhodného hardwaru je uveden v praktické části práce, v kapitole 5.3.1.

### **Operační systém hostitele**

At' už se jedná o mikrojádro platformy VMware nebo o standardní operační systém Windows Server, jedná se o důležitý parametr, který by neměl být při volbě přehlížen. Ačkoliv se jedná o systém hostitele, s kterým koncový uživatel nepřijde do styku, je vhodné z pohledu administrátora zvážit několik podstatných faktů. Mezi ty patří například možná implementace hostitelských serverů do domény, úzce spojený parametr správy platformy nebo otázka stability řešení. Příkladem je operační systém Windows Server v edici s GUI, na kterém je možné instalovat roli Hyper-V. Díky plnohodnotnému systému je velký tlak na instalaci aktualizací, který způsobuje vyšší frekvenci nutných odstavek. Windows naopak nabízí známé pracovní prostředí pro správu a snadnou implementaci do stávající Windows architektury. [3]

### **Limitní provozní parametry**

Jedná se o faktor, který je v současné době posunován do pozadí, neboť přední výrobci virtualizačních platforem došli do takového technologického bodu, kdy jsou mezní parametry řešení v reálném případě prakticky nedosažitelné, převážně pak pro malé a střední podniky, nejsou tedy limitem. Jiná je situace v prostředí datových center tříd Tier 3, Tier 4, kde již může být dosahováno v některých případech limitů z pohledu technologické dostupnosti. Mezní parametry pro platformy vSphere Hypervisor a Hyper-V jsou vymezeny v kapitole 2.5.1, tabulce 2.

### **Stabilita**

Je vhodné nasadit do produkčního prostředí verzi platformy, která byla vydána před měsícem? To je otázka, kterou řeší parametr stability. Často jsou novinky nově vydaných produktů natolik lákavé, že jsou bez dalšího rozmyšlení nasazeny do produkčního prostředí. To s sebou však přináší problémy spojené se stabilitou celkového řešení.

### **Údržba a uptime**

Pro produkční prostředí je kriticky důležitá maximální možná dostupnost systému. Virtualizační platformy, které jsou provozovány na vrstvě operačního systému kvůli svým častým updatům dostupnost systému snižují. Důležitou otázkou pro společnost je, jak moc jsou firemní systémy a uživatelé závislí na vysoké dostupnosti. Diskutabilní je, i přes

architekturu Type 1 Hypervisor, platforma Microsoft Hyper-V, která si v případě plné GUI instalace nese nevýhodu nutnosti častých aktualizací. [3]

### **Správa platformy**

Řeší otázky pohodlí při správě platformy. Firma by měla mít představu o dostupných nástrojích pro správu, podporovaných platformách, ze kterých je možné konkrétní řešení spravovat a způsobu přístupu ke správě (webové rozhraní, desktopová aplikace). [3]

### **Technická podpora, support packs (HW, SW)**

Úroveň dostupné technické podpory pro produkty virtualizace je parametr, na který by měl být, zejména v případě nasazení platformy do produkčního prostředí, kladen velký důraz. V případě havárie hardwaru nebo technických problémů s virtualizační platformou je důležité zajistit její rychlou obnovu do provozuschopného stavu. Technická podpora v tomto scénáři může snížit dobu nefunkčnosti systému o zásadní časový úsek.

### **Cena platformy**

Rozhodovacím faktorem je samozřejmě také cena platformy. Ta je zpravidla závislá na voleném licenčním programu a predikci případné škálovatelnosti řešení. Jednotlivé licenční programy a dostupné edice platforem distributorů virtualizace se téměř každoročně mění. Reálné ceny jsou zároveň, vlivem obchodních partnerů, často odlišné od publikovaných částek na webových portálech leaderů virtualizace. Kalkulaci je tedy vhodné uskutečnit s konkrétním prodejcem.

## **4.2 Parametry z pohledu virtuálního počítače**

Tyto jsou důležité zejména pro získání přidané hodnoty u koncových uživatelů virtualizační technologie.

### **Operační systém hosta**

Současné verze platforem nabízí možnost a podporu virtualizace téměř všech běžně dostupných operačních systémů. Parametr je proto důležitý zejména na místech, která jsou určena pro laboratorní nasazení, vývoj a testování, kde okolnosti vyžadují využití specifických operačních systémů nebo testování na dále nepodporovaných verzích OS. Specifickým je v tomto případě operační systém OS X, méně známe distribuce systému Linux a operační systémy Windows od verze XP a starší, které nejsou běžně podporovaným produktem. [3]

## **Podpora aplikací a periférií**

Licenční programy aplikačních řešení často mívají implementovány mechanismy pro kontrolu platnosti licence pomocí hardwarových klíčů nebo jiných specifických postupů, které virtualizace může komplikovat. Kompatibilitu virtualizace a provozovaných systémů je nejprve nutné u distributorů ověřit.

## **Účel provozu VM**

Při výběru platformy je důležitým ukazatelem také předpokládané využití virtuálních počítačů. I přes nesporné výhody, které virtualizace nabízí, je nutné počítat s případy, kdy virtualizace naopak, při nevhodně zvolené koncepci, uškodí. Typickým příkladem je využití virtualizace pro běh náročných aplikací, které se zabývají 3D modelováním a kreslením, komplexní grafikou nebo prací s externími perifériemi (čtečka čárových kódů, platební terminály, specifické výrobní periférie). I přes částečně dostupnou podporu ovladačů a distribuci grafického výkonu pro virtuální počítače, jsou tato odvětví stále přenechávána klasickým desktopovým řešením. Pro eliminaci negativních dopadů musí mít podnik jasné stanovené cíle, kterých chce v tomto případě virtualizací dosáhnout. [3]

## **4.3 Stávající stav IT infrastruktury a chování podniku**

Analýza stávajícího stavu IT infrastruktury je důležitým aspektem z pohledu celkové strategie podniku v oblasti IT. Vhodné je využití například SWOT analýzy pro specifikaci silných, slabých stránek, hrozeb a příležitostí, na které by právě virtualizace mohla být odpovědí.

### **Robustnost stávajícího stavu**

Na výběr platformy má vliv také velikost společnosti, která o nasazení virtualizace usiluje. Velikost podniku, týká se IT vybavení a počtu uživatelů, je důležitá pro nastavení správného licenčního programu platformy. Firemní prostředí o patnácti virtuálních počítačích, které jsou určeny primárně pro standardní kancelářskou práci, postačí hypervisor s běžnou funkcionalitou a základním licenčním programem. Naopak společnosti, které hostí stovky virtuálních počítačů již využijí licenční programy, popřípadě celé cílené platformy, které pokryjí požadavky podniku a nabídnou mu, díky pokročilým funkcionalitám, efektivnější využití a správu IT.

## **Predikce růstu firmy a škálovatelnost**

Faktor škálovatelnosti je v tomto smyslu chápán z pohledu licenční politiky platformy a vhodného dimenzování fyzického hardwaru. Některé licenční programy distributorů platform jsou v základní verzi vhodnou a levnou variantou pro menší nasazení, limit však přichází například při pokusu o nasazení více jak tří hypervisorů, kdy je firma nucena zakoupit podstatně dražší variantu licenčního programu. Je nutné počítat také s budoucím rozšířením a přibývajícím potřebou výpočetních kapacit z hlediska rozšiřitelnosti hardwarových komponent hypervisorů, rackových skříní a dalších komponent. Při výběru platformy je vhodné nalézt odpovědi na otázku, zda je v dohledné době vysoká pravděpodobnost výrazné potřeby rozšíření výpočetních kapacit společnosti. [3]

## **4.4 Pohled na bezpečnost**

Je nutné, aby byl na bezpečnost kladen velký důraz, ať už z pohledu zákonů nebo interních směrnic a politik společnosti.

### **Zákon o kybernetické bezpečnosti**

Nasazení platformy by mělo probíhat v souvislosti se zákonem o kybernetické bezpečnosti (č. 181/2014 Sb.). Cílem zákona je navýšení bezpečnosti kybernetického prostoru a ochrany kriticky důležitých částí infrastruktury. Neřeší všechna rizika kyberprostoru, jako je např. porušování autorských práv, podvodné aktivity nebo úniky elektronických dat. Samotný zákon se dotýká pouze vymezeného okruhu právnických osob, orgánů a podnikajících fyzických osob. Je však záhodné, aby i ostatní subjekty chránili své informační a komunikační systémy před narůstajícími kybernetickými hrozbami. [47]

Základní prvky kybernetické bezpečnosti:

- Hlášení kybernetických bezpečnostních incidentů.
- Zavedení bezpečnostních opatření do 1 roku ode dne naplnění určujících kritérií pro významné informační systémy.
- Provádět reaktivní a ochranné opatření.
- Monitorování a detekování bezpečnostních událostí. [47]

Podrobnosti o bezpečnostních opatření a kybernetických bezpečnostních incidentech jsou k nalezení ve vyhlášce č. 316/2014 Sb. [48].

## **Bezpečnostní politiky**

Virtuální prostředí je nutné, stejně tak jako řešení fyzických stanic, udržovat pod určitým stupněm bezpečnostních opatření. Tato opatření zahrnují správnou segmentaci virtuálních serverů, implementaci bezpečnostních politik AD, zbavení oprávnění uživatelů za systémy, které využívat nepotřebují, využívání zabezpečených mechanismů SSH, pravidel firewallu, monitoring a logování, aktualizace hostitelských i virtuálních systémů. Společnost by měla při přechodu na nové technologické řešení provést revizi stávajících bezpečnostních politik, popřípadě stanovit další bezpečnostní pravidla. Výběr platformy by měl být směřován tak, aby řešení splnilo obecně definovaná pravidla společnosti a bylo schopno podpořit potlačení kybernetických hrozeb. [3]

## **4.5 Mobilita a funkcionality platformem**

V této části by měly zaznít konkrétní požadavky zákazníků na virtualizaci. Typické požadavky na virtualizaci z pohledu funkcionalit:

- Vysoká dostupnost řešení
- Vzdálené připojení k VM a provoz terminálových aplikací
- Efektivní zálohování a rychlá obnova dat
- Funkce snapshotů
- Live Migration
- Správa přes webové rozhraní (GUI preference)
- Podpora funkcí pro disaster recovery
- RemoteFX (podpora GPU pro VM)
- Live Storage Migration
- Failover Cluster řešení
- Konfigurace virtuálních HW prostředků VM za běhu
- Logování a monitoring
- Dostupná technická podpora
- Podpora VLAN
- Integrace do AD

## 4.6 Ostatní parametry

Takové parametry, které svojí charakteristikou nespádají do předchozích kategorií, ale mohou být pro výběr platformy podstatné, kvůli reflexi lidského přístupu k dané problematice.

### **Ease of Use parametr**

Termín Ease of Use obecně vyjadřuje snadné pochopení, nauku a pohodlné užívání platformy. Distributor řešení by měl být schopen pomocí školení a dostupné dokumentace dostatečně poučit administrátory o správě dané platformy. [3]

### **Osobní preference a zkušenosti podniku**

Motivace k nasazení konkrétní platformy může přijít také na základě předchozích zkušeností podniku s virtualizací. Při výběru platformy je pak eliminována taková varianta, která i přes to, že splňuje většinu ostatních parametrů, neprojde selekcí z důvodů negativních zkušeností.

### **Vliv reklamy, obchodních partnerů a vývoj trhu**

Na trhu se každým rokem objeví několik nových verzí produktů a distributoři platform cílí své reklamy na co nejširší záběr zákazníků, čímž se dostávají do globálního povědomí ve společnosti. Faktor trhu, obchodních partnerů, popřípadě aktuálních trendů by neměl být primárně určen k volbě platformy, ale spíše by měl poukazovat na stávající situaci na trhu a případný směr vývoje konkrétních řešení. Tato informace může být pro podniky cenná při plánování v delším časovém horizontu.

### **Recenze, studie, porovnávací testy**

Internet je plný případových studií nasazení virtualizace v podniku. Tyto případy mohou pomoci společnostem, které nad virtualizací uvažují, lépe pochopit základní výhody a problémy, které s sebou virtualizace přináší. Ve výsledku mohou tyto informace být natolik podstatné, že utvoří jeden z hlavních důvodů pro realizaci nasazení virtualizace.

V závislosti na SWOT analýze stávajícího stavu, vytyčení důležitých parametrů pro podnik a získání přehledu o dostupné nabídce trhu, by společnost měla být schopna zvolit vhodnou virtualizační platformu pro její potřeby.

## **5. Praktická část - Nasazení virtualizace**

Diplomová práce se ve své praktické části zaměřuje na realizaci nasazení virtualizační platformy v rámci datového centra společnosti HLT Group. Projektovým záměrem je především optimalizace současného stavu, zvýšení dostupnosti LAN infrastruktury a rozšíření virtualizační vrstvy datového centra.

Kapitola popisuje stav datového centra před realizací projektu, výběr a kroky nasazení platformy virtualizace.

### **5.1 Popis společnosti**

HLT Group s.r.o. je společností, která se zabývá aktivitami v oblasti informačních technologií. Primárním cílem společnosti je výstavba datového centra a aktivity spojené s poradenstvím v oblasti IT a správou počítačových sítí. Svým záběrem společnost cílí na malé a střední podniky, kterým kromě standardních služeb datových center nabízí také rovnocenné partnerství při budování IT strategie.

Stávající infrastruktura byla budována od roku 2006 postupnou implementací technologických řešení a rozšiřováním výpočetních kapacit. Datové centrum společnosti se nachází na provozovně v Trutnově, její celkový záběr však sahá daleko za hranice Královéhradeckého kraje a své zákazníky má rozmístěné téměř po celé republice.

### **5.2 Ganttův diagram**

Je druh pruhového diagramu, který se využívá při řízení projektů pro grafickou reprezentaci posloupnosti projektových činností v čase. Na horizontální ose je znázorněna vodně zvolená časová jednotka. Na vertikální ose jsou popsány jednotlivé činnosti, na které je realizovaný projekt členěn. Pro potřeby diplomové práce byl zhotoven jednoduchý Ganttův diagram s přehledem časového zasazení realizace projektu modernizace datového centra společnosti HLT Group. Jednotlivé činnosti, vyobrazené v diagramu, jsou popsány dále v praktické části diplomové práce. Z diagramu lze vyčíst časovou náročnost jednotlivých činností, které byly realizovány téměř pravidelně vždy v rámci dvou týdnů.



Modernizace datového centra	Rok:	2016												2017															
	Měsíc:	2. - 7.		8.	9.	10.	11.	12.	1.				2.				3.				4.								
	Týden:																												
	Týden	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.												
<b>Příprava a návrh řešení</b>																													
Analyza původního stavu																													
Jednání s obchodními partnery, návrh řešení																													
Realizace projektového záměru																													
<b>Realizace řešení</b>																													
Konfigurace diskového pole MSA (controller A i B)																													
Kompletace platformy Hyper-V																													
Fyzické instalace rackových skříní a sítě LAN																													
Implementace SAN infrastruktury																													
Kompletace platformy vSphere Hypervisor																													
Konfigurace diskového pole 3PAR																													
Migrace virtuálních počítačů, finalizace prostředí																													
<b>Ostří provoz</b>																													

Obrázek 26: Ganttův diagram projektu modernizace datového centra (Zdroj: autor)

## 5.3 Příprava, návrh a výběr řešení

Pro realizaci projektu je nejprve nutné provést analýzu stávajícího stavu, vytyčit nedostatky, stanovit cíle a určit klíčové parametry pro výběr řešení. V diplomové práci není rozepsán kompletní stav IT infrastruktury společnosti, uvedena je pouze ta část IT, která souvisí s projektem modernizace datového centra a nasazením virtualizační platformy.

### 5.3.1 Původní IT infrastruktura

Výchozí infrastruktura datového centra je tvořena ze tří aktivních fyzických serverů. Provozovány jsou dva hypervisory na platformě Hyper-V v clusteru a třetí fyzický server s páskovou mechanikou, který je primárně určen k zálohování. Na tomto serveru je zároveň nainstalována role sekundárního doménového řadiče. V datovém centru je dostupný také čtvrtý server, který není z důvodu absence klíčového hardwarového vybavení využíván. Server však bude v průběhu modernizace upgradován a nasazen do provozu. Přehledně jsou názvy serverů a jejich provozní účel zobrazeny v tabulce 7.

*Tabulka 7: Seznam fyzických serverů datového centra (Zdroj: autor)*

Název	Účel	Typ serveru
ASRV01A	Hyper-V hypervisor	HP DL380G8
ASRV02A	Hyper-V hypervisor	HP ML350G8
ASRV03A	Odstavený server	HP ML350G8
ASRV04A	Zálohovací server, sekundární doménový řadič	HP ML350G6

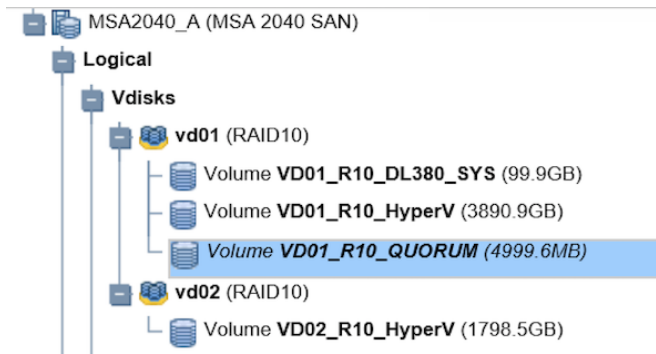
Z tabulky 7 je zřejmé, že servery jsou voleny ve variantě ML (klasický věžový server) a pouze jeden server je typu DL (server pro umístění do racku). To je způsobeno postupným vývojem datového centra, kdy z počátku nebyl při výběru hardwaru brán zásadní ohled na typ serveru. S postupným rozšiřováním výpočetních kapacit však roste tlak na úsporu místa, která je u varianty DL zásadní výhodou. Z toho důvodu byl a je každý další fyzický hardware volen s ohledem na vhodné umístění do rackových skříní. Hardwarová konfigurace výchozích stavů obou hypervisorů je uvedena v tabulce 8.

Tabulka 8: Hardwarová konfigurace výchozích stavů hypervisorů (Zdroj: autor)

	HP DL380G8 (ASRV01A)		HP ML350G8 (ASRV02A)	
	Typ	Počet	Typ	Počet
<b>Procesor</b>	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 0 @ 2.00GHz (8 cores)	2	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 0 @ 2.00GHz (6 cores)	2
<b>Paměť</b>	HP 16GB 2Rx4 PC3-12800R	10	HP 16GB 2Rx4 PC3-12800R	10
<b>Uložiště</b>	Bez lokálního uložení, hostováno na MSA	0	HP HDD 300GB 10k SAS 2.5	7
<b>NIC 1Gb</b>	HP Ethernet 1Gb 4-port 331T Adapter	1	HP Ethernet 1Gb 4-port 331i Adapter	1
<b>NIC 10Gb</b>	HP Ethernet 10Gb 2-port 530FLR-SFP+ Adapter	1	HP NC552SFP Dual Port 10GbE Server Adapter	1
<b>FC</b>	HP StorageWorks 81Q 8Gb PCI-e FC HBA	2	HP StorageWorks 81Q 8Gb PCI-e FC HBA	2

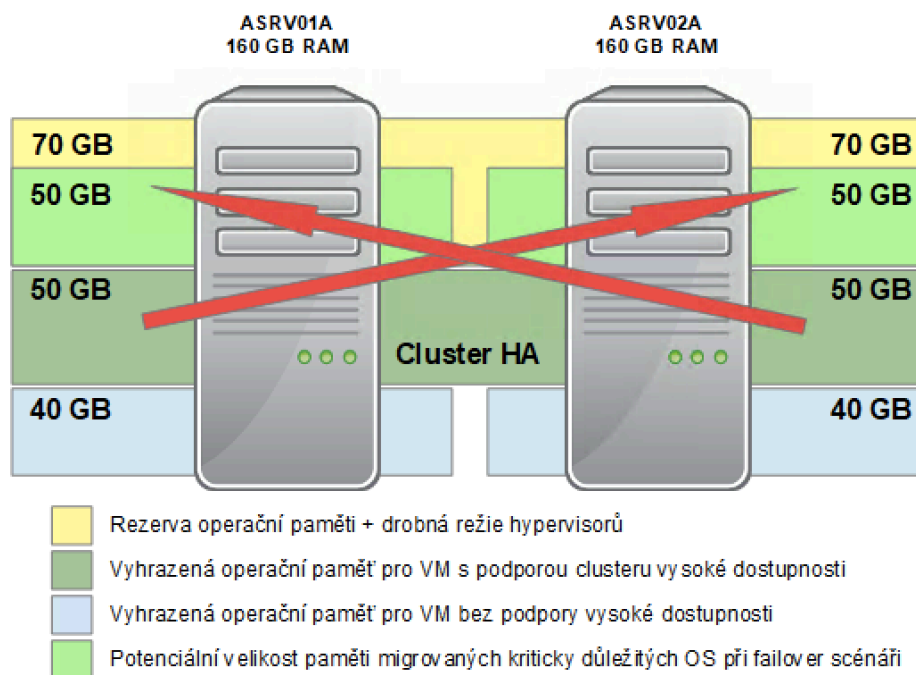
Motorem datového centra jsou servery značky Hewlett Packard v takovém sestavení, které zároveň demonstruje vhodnou variantu minimální hardwarové konfigurace pro běh clusterovaného řešení virtualizace podniku menší a střední velikosti. Dostupné procesory a 160 GB operační paměti na obou hypervisorech poskytují dostatečný výpočetní výkon pro běh desítek klíčových virtuálních počítačů v clusteru s vysokou dostupností. Stávající řešení postrádá implementaci pokročilého grafického výkonu, předpokladem je tedy především provoz virtuálních operačních systémů, určených pro běžné serverové role nebo kancelářské desktopy. Absence grafického výkonu vyplývá ze zaměření na cílovou skupinu zákazníků datového centra, kdy je prioritou provoz ekonomických systémů, firemních agend a kancelářských aplikací bez potřeby pokročilé grafické akcelerace.

Centrálním uložištěm datového centra je diskové pole MSA 2040 Storage SFF, jehož celková kapacita je v době před realizací projektu tvořena z dvaceti disků o velikosti 600 GB. Nad diskovým polem jsou historicky vytvořeny dva logické oddíly v režimu linear storage, na kterých je uložena kompletní infrastruktura virtuálních počítačů a operační systém hostitele ASRV01A. Diskové uložení využívá pro chod virtuálních počítačů RAID 10, který zajišťuje základní zabezpečení při selhání některého z disků. V datovém centru je nasazeno zálohování na datové pásky, v současné době jsou zálohovány databáze, klíčové virtuální počítače a jednotlivě také samotná data. Zálohovací plán je zpravidla tvořen z plných a přírůstkových záloh, které jsou časově stanoveny dle smluvních podmínek jednotlivých klientů DC.



Obrázek 27: Logické rozdělení diskového pole MSA 2040 (Zdroj: autor)

Virtuální prostředí je navrženo tak, aby cluster zvládl při selhání jednoho z hypervisorů udržet v chodu klíčovou část IT prostředků. V clusteru jsou provozovány především servery pro běh infrastruktury datového centra (doménový řadič, terminálový server, aplikační servery, databázové servery), servery klientů datového centra a důležité uživatelské desktopy. Běžné kancelářské desktopy jsou provozovány pouze na jednotlivých hypervisorech, bez podpory služeb vysoké dostupnosti, čímž dochází k navýšení dostupné operační paměti hostitelů, která je potřebná při migraci klíčové infrastruktury v případě selhání jednoho z nodů. Vzhledem k relativně omezené celkové kapacitě operační paměti se zdá být vhodnou volbou nasazení dynamické paměti u virtuálních počítačů. Tento postup se však v datovém centru společnosti HLT Group neosvědčil a po testovacím provozu při nasazení Hyper-V platformy proběhla rekonfigurace v podobě statického přiřazení operační paměti. Dynamická správa paměti částečně komplikovala sestavení failover scénáře a celkovou predikci chování systému z pohledu výpočetních zdrojů. To způsobovalo potíže při častých výpadcích hypervisoru, s kterými se řešení potýká od počátku nasazení virtualizační platformy Hyper-V. Strategie řízení virtuálních počítačů a využití operační paměti v rámci řešení virtualizace datového centra je zobrazena na obrázku 28.



Obrázek 28: Strategie řízení operační paměti virtualizace (Zdroj: autor)

Jak lze vidět na obrázku, je na obou hypervisorech vyhrazen rezervní prostor operační paměti o kapacitě 70 GB pro migraci klíčových systémů při selhání některého z nodů. Datové centrum je schopno před realizací projektu pojmout virtuální počítače s celkovým vytížením operační paměti do 180 GB při dvou běžících hypervisorech. V případě failover scénáře je hypervisor vytížen až do 140 GB operační paměti, přičemž je ponechána 20 GB rezerva pro případné operace. Cílem je zamezení přetížení dostupných hardwarových zdrojů, které způsobí selhání hypervisoru. Ačkoliv se jedná o proměnlivé prostředí, lze vystihnout typickou konfiguraci virtuálního počítače pro běžnou kancelářskou administrativu i pro standardní serverový operační systém. Ty jsou vzhledem k omezeným hardwarovým prostředkům voleny v minimalistické variantě, která se často odráží v delší době odezvy virtuálního počítače vůči požadavkům uživatele. Typické sestavy konfigurace VM jsou popsány v tabulce 9.

Tabulka 9: Standardní kategorie konfigurace VM (Zdroj: autor)

Účel VM	Operační paměť	Procesor	Disková kapacita
DC, file server	4 GB	8	Dynamický, až do 1 TB
Terminálový server	do 8 GB	8	Dynamický, do 50 GB
Aplikační server	do 12 GB	8	Dynamický, do 100 GB
Uživatelský VM	4 GB	4	Dynamický, do 50 GB
Uživ. VM v clusteru	do 8 GB	8	Dynamický, do 70 GB

Z tabulky 9 je zřejmé, že jsou výpočetní prostředky virtuálním počítačům distribuovány s rozvahou a v téměř minimální konfiguraci. Datové centrum je se stávajícím počtem zákazníků, jejich požadavků, potřeb samotného datového centra, zvolené strategie a s přihlédnutím ke stávající kompatibilitě, schopno provozovat pouze 46 virtuálních počítačů, v drtivé většině s operačním systémem v edicích Windows 8.1, Windows Server 2012 R2 a novější. Zastoupeny jsou také virtuální počítače s distribucí Linuxu. Tyto slouží zpravidla pro testovací účely a vývoj, jejich požadavky na výkon jsou pouze minimální a nejsou objektivním měřítkem pro získání přehledu o stávajícím stavu vytížení datového centra.

### 5.3.2 Problémy původního stavu

Původní řešení se potýká hned s několika zásadními nedostatky, které vyplývají z postupného vývoje datového centra.

#### Nedostatečná výpočetní kapacita

Z kapitoly 5.3.1 je zřejmé, že jsou dostupné výpočetní prostředky pro virtualizaci vytěžovány téměř do svého maxima. Nejvíce problematickým zdrojem je operační paměť hostitelských serverů, která je ve stávajícím stavu často přetěžována na úkor vysoké dostupnosti některých virtuálních počítačů. Ty jsou stále častěji přesouvány do spodní vrstvy paměťového prostoru, který je vyhrazen pro neclusterované počítače, čímž dochází ke snížení rezervovaného prostoru pro případnou migraci v rámci clusteru, a tím tedy k celkovému navýšení dostupné operační paměti pro virtuální počítače. Datové centrum je tímto postupem schopno pojmout více virtuálních počítačů, dochází však k nabezení stanovené strategie a výraznému snížení dostupnosti virtuálních počítačů v případě selhání některého z hypervisorů. Současná situace navíc dále neumožňuje praktikovat tento postup, neboť bylo dosaženo stavu, kdy není možné, vzhledem k smluvním podmínkám klientů a maximální dostupné operační paměti hostitelů, provozovat další operační systémy mimo cluster. Jinými slovy, všechny možné počítače, u kterých lze riskovat výpadek při selhání hypervisoru, již byly z clusteru vyřazeny. Lze tedy tvrdit, že operační paměť obou

hypervisorů je využita, až na plovoucí rezervu v řádu jednotek GB pro režii a možné operace s VM, do své maximální možné kapacity.

K mezní kapacitě se také blíží využití datového prostoru diskového pole MSA 2040, kdy je z jeho celkové kapacity dostupných pouze 750 GB datového prostoru. Tato hodnota se s růstem množství dat zákazníků snižuje, je proto nezbytné, aby byl brán důraz, zejména pro budoucí potřeby datového centra, také na tyto prostředky.

### **Nestabilita hypervisorů a virtualizační platformy**

První instalace a nasazení virtualizace společnosti Microsoft do provozu datového centra je datována na přelom roku 2013/2014, tedy pouze několik měsíců po vydání operačního systému Windows Server 2012 R2. Tato verze operačního systému přinesla na trh dostupné řešení virtualizace v poměru cena/výkon, kdy platforma dokázala konkurovat technologiemi rozjetému leaderovi virtualizace, společnosti VMware.

Již od počátku nasazení platformy Hyper-V se řešení virtualizace potýkalo s vážnými problémy. U hypervisorů docházelo k nahodilému selhání jednoho z nodů s blíže nespécifikovanou chybou s identifikátorem Kernel Power. To se projevilo okamžitým restartováním hypervisoru, kdy v tuto chvíli došlo k přesunu clusterovaných VM na funkční nod. Ten při testovacím zatěžkávacím provozu a zvolené strategii distribuce dynamické operační paměti pro VM neudržel nápor migrovaných VM, přičemž došlo k okamžitému selhání také druhého nodu. Takovýto stav byl pro ostrý provoz nepoužitelný, pro analýzu problémů byl proto založen servisní tiket na podpoře společnosti HP, která řešila problematiku ze strany hardwaru, a společnosti Microsoft, která prováděla analýzu výpadků a zpracování chyb z pohledu virtualizační platformy. Postupnou diagnostikou chyb a hledáním příčiny bylo možné stanovit následující tvrzení:

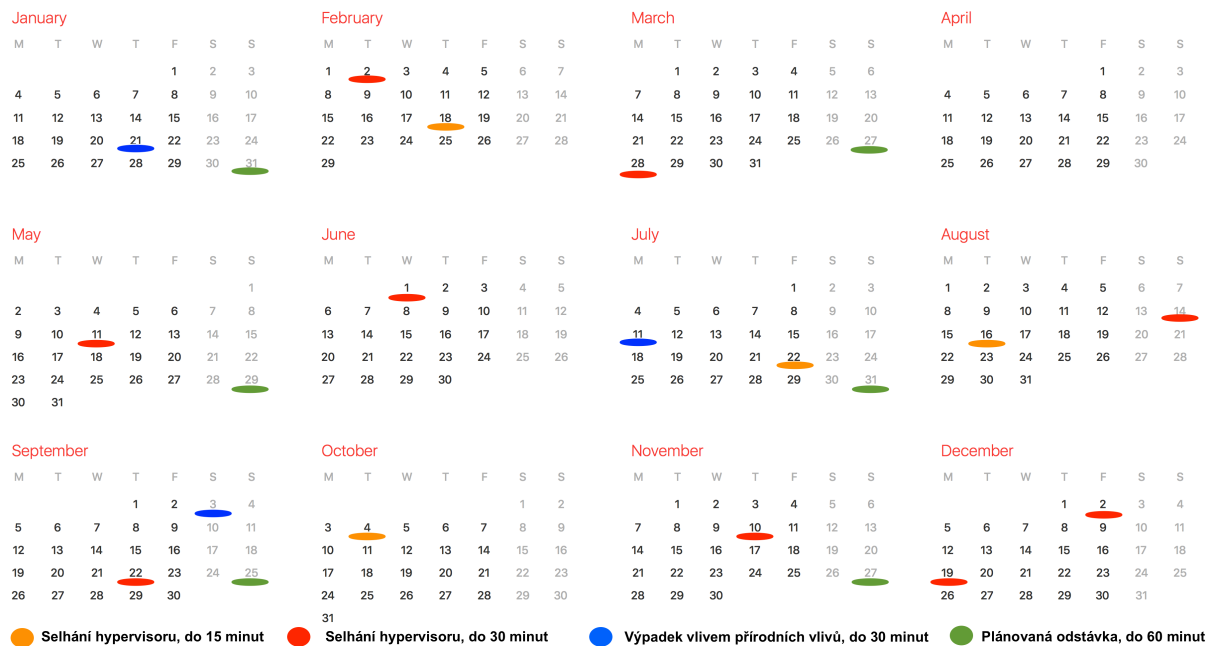
- Problém není způsobován přímo diskovým polem MSA ani datovou kabeláží. Otestováno kompletní výměnou hardwarových komponent.
- Problém není způsobován NIC kartami serverů. Otestováno výměnou hardwarových komponent.
- Problém není způsobován chybnou instalací operačního systému Windows. Otestováno reinstalacemi systémů.
- Problém není způsobován provozem operačního systému ASRV01A na MSA. Selhání přichází nezávisle na uložišti systému z obou hypervisorů.

- Problém není způsoben konkrétní hardwarovou specifikací operačních pamětí hypervisorů. Otestováno výměnou hardwarových komponent.
- Selhání nahodile nastává ve většině případů při práci uživatele v konzoli Hyper-V nebo v konzoli pro správu Clusteru, kdy je prováděna operace s VM, která má dopad na diskové operace. Opakovaně však nelze tento stav nasimulovat znovu tentýž způsobem, jakým došlo k předchozímu pádu hypervisoru.
- Selhání není spojeno pouze s jedním konkrétním hypervisorem. K pádům dochází na obou nodech, přibližně ve stejné frekvenci výskytů chyby Kernel Power.

I přes rozsáhlé diagnostické testy nebylo možné zjistit konkrétní příčinu selhávání hypervisorů. V době nasazení platformy docházelo k pádům nodů několikrát do týdne. Frekvence pádů ztlačně ustala po instalaci upravené beta verze ovladačů balíku ProLiant Support Pack od společnosti HP a datové centrum se tímto krokem dostalo do stavu, kdy bylo možné přejít do jeho ostrého provozu. Servisní případy byly uzavřeny s výsledným komentářem, který vysvětluje způsobení chyby vzájemnou nekompatibilitou tehdy mladého operačního systému Windows Server 2012 R2, Hyper-V platformy, ovladačů hardwaru a komunikačních cest diskového pole. Zajímavostí je, že problém nebyl kompletně vyřešen a k pádům, i když pouze v minimální frekvenci, dochází i nadále. Díky nastavené optimalizované strategii řízení operační paměti však bylo datové centrum do dnešního dne schopno nabízet služby v dostačující dostupnosti vzhledem k odpovídajícímu počtu provozovaných virtuálních počítačů. Zvýšené riziko selhání nodů je však pro budoucí rozvoj datového centra, kdy je uvažováno o navýšení počtu zákazníků a zajištění spolehlivé vysoké dostupnosti, nepřijatelné.

Na základě dat z interní evidence událostí datového centra jsou do kalendáře na obrázku 29 graficky zaznamenány kritické události za rok 2016, které se týkají výpadků či odstávek provozu datového centra. Tento přehled slouží pro demonstraci nestability řešení, způsobené právě častým selháním některého z hypervisorů nespecifikovanou chybou Kernel Power.





Obrázek 29: Grafické zobrazení četnosti výpadků a odstávek za rok 2016 (Zdroj: autor)

Z obrázku 29 vyplývá, že nedostupnost služeb je nejčastěji způsobena nahodilým selháním některého z hypervisorů. V roce 2016 došlo k výpadku služeb vlivem chyby Kernel Power celkem třináctkrát, z toho se ve čtyřech případech podařilo uvést řešení do funkčního stavu během patnácti minut. Zbylé případy selhání byly vyřešeny nejpozději do půl hodiny. Celková doba částečné nedostupnosti služeb z důvodů Kernel Power chyby činí 267 minut, tedy téměř čtyři a půl hodiny. Během roku 2016 došlo také ke třem událostem, kdy byl na vině výpadek z důvodů poruchy el. vedení v oblasti datového centra a výpadek primární linky konektivity, kdy shodou okolností došlo k poruše i linky sekundární. Tyto případy byly vyřešeny za celkových 61 minut.

Datové centrum má se svými klienty smluvně definovaný čas údržby hostovaných VM a zároveň také předem stanovený čas, kdy je možné na dobu jedné hodiny odstavit kompletně infrastrukturu virtualizace. Doba odstávky hypervisorů byla plánována na konec každého druhého měsíce, reálně však kompletního odstavení v roce 2016 nebylo využito. Ve stanovené době docházelo pouze k řízenému updatu hypervisorů, kdy vždy alespoň část infrastruktury zůstala v provozu.

### Omezená vysoká dostupnost clusteru

Současné řešení je, zejména vlivem nedostatečných výpočetních kapacit a celkového množství zákazníků datového centra, nuceno výrazně omezit nabízenou vysokou dostupnost služeb a virtuálních počítačů. Tento stav je nežádoucí, snižuje celkové procento garantované

dostupnosti a může být u zákazníka klíčovým parametrem pro výběr konkurenčního řešení. V clusteru vysoké dostupnosti je před modernizací datového centra umístěna méně než polovina celkového množství provozovaných virtuálních počítačů. Ačkoliv nejsou výpadky virtuálních počítačů zpravidla dlouhodobého charakteru, mohou v případě nevhodné situace způsobit zákazníkovi podstatné nepříjemnosti, případně finanční ztrátu, kterou je při překročení určité limitní hranice četnosti výpadků a jejich časové náročnosti, dle smluvní dohody, datové centrum povinno kompenzovat.

### **Omezené možnosti zálohování**

Data společností jsou nejdůležitější hodnotou, kterou datové centrum disponuje. Je proto kriticky důležité zajistit jejich pravidelné zálohování a bezpečnost. Datové centrum před realizací modernizace zálohuje data zákazníků pomocí mechanik LTO3, LTO5 a zálohovacího softwaru HP Data Protector na datové pásky, které jsou archivovány v trezoru po dobu určenou dle smluvního ujednání mimo fyzický objekt datového centra. Datové pásky jsou zpravidla převezeny do bezpečnostního trezoru na konci pracovního týdne. Z pohledu dlouhodobého a bezpečného uchování záloh je tento scénář vhodný, ovšem při potřebě obnovy nedávno zálohovaných dat dochází k časové prodlevě procesu, která vzniká nutností transportu datových pásek zpět na provozovnu.

Z praxe tedy vyplynula potřeba možnosti uchování záloh klíčových dat po dobu alespoň deseti dní v rámci lokálního uložení datového centra, nezávisle na datových páskách, které zajistí dřívější doručení obnovených dat zákazníkovi i časovou úsporu práce administrátora. Právě obnova dat mladších než deset dní je nejčastěji řešeným požadavkem v rámci procesu obnovy dat. Potenciální centrální lokální uložení zároveň nabízí další možnosti efektivnějšího využití a správy zálohovaných dat. To v současné době není možné, protože datové centrum takovým uložštěm nedisponuje.

### **5.3.3 Motivace investora**

Před výběrem konkrétního řešení je nutné ujasnit si očekávání společnosti HLT Group od plánované modernizace datového centra. V předešlé podkapitole byly vytyčeny problémy původního řešení. Záměrem investora je eliminace těchto nedostatků, přičemž primárním cílem je odstranění nestability virtualizační platformy a hardwaru. To musí být provedeno s přihlédnutím na zachování stávajících infrastruktur zákazníků, kdy příkladem je zachování funkcionality RD Web přístupu v kombinaci s využitím virtualizace, kterou nabízí společnost Microsoft. Zároveň musí být projekt realizován s co nejmenším dopadem na

koncové zákazníky ve smyslu minimalizace nedostupnosti systémů při realizaci projektu. Cílem tedy je:

- Eliminace výpadků hypervisorů rozšířením stávajícího řešení virtualizace nebo nasazením jiné virtualizační platformy.
- Navýšení výpočetní kapacity datového centra (operační paměť, uložení, CPU, datová propustnost), která povede k možnému navýšení výkonu stávajících VM a migraci dalších klientů do datového centra.
- Optimalizace Clusteru vysoké dostupnosti.
- Optimalizace zálohování.
- Rozšíření sítě SAN, včetně implementace redundance komunikačních cest.
- Navýšení redundance sítě LAN.

### 5.3.4 Stanovení parametrů pro výběr platformy

Podkapitola popisuje parametry pro rozhodování a samotný rozhodovací proces při volbě výsledného řešení virtualizace datového centra společnosti HLT Group. Základem pro výběr virtualizace modernizovaného datového centra je bodové ohodnocení popsaných parametrů z kapitoly 4, kterým je získán přehled o klíčových požadavcích na platformu pro tento projekt. Hodnotící stupnice je volena od 1 do 5, kdy číslice 5 vyjadřuje nejvyšší stupeň důležitosti parametru pro provozovatele datového centra. Mezi uvažované varianty spadají virtualizační platformy Hyper-V a vSphere Hypervisor. Parametry pro rozhodování jsou dále rozepsány v následujících tabulkách 10, 11, 12 a 13.

*Tabulka 10: Parametry z pohledu hypervisoru (Zdroj: autor)*

Parametr	S.	Komentář	Vhodná platforma
Hardwarová kompatibilita	2	Parametr hardwarové kompatibility není při volbě platformy prioritním znakem, neboť společnost HLT Group preferuje nákup vhodných a certifikovaných HW prostředků společnosti HP, u kterých je podpora virtualizace standardem.	vSphere, Hyper-V
Operační systém hostitele	4	Po předchozí zkušenosti s Windows Server 2012 R2 Hyper-V společnost HLT Group preferuje volbu takové virtualizační platformy, za kterou je pouze minimalistická varianta OS. Od této volby si společnost slibuje vyšší stabilitu řešení a méně časté požadavky na update systému. Zároveň by společnost chtěla zachovat možnost přehledné správy OS s preferencí alespoň částečného GUI.	vSphere, Hyper-V Nano Server
Limitní provozní parametry	1	Zmíněné platformy nabízí více než dostačující limitní provozní parametry, není proto rozhodujícím faktorem pro výběr.	vSphere, Hyper-V

Stabilita	5	Prioritou je preference stability před instalací aktuálně vydané verze platformy. Po předchozích zkušenostech je upřednostněna volba takové platformy, kde jsou již opraveny zásadní chyby, a kde je zajištěna kompatibilita. Windows Server 2012 R2 spadá mezi řešení, se kterými společnost nemá kladnou zkušenost z hlediska stability hlavně z pohledu minulosti, Windows Server 2016 je zamítnut z důvodů nedávného uvedení na trh. Ze stejného důvodu je zamítnut vSphere Hypervisor v6.5, vhodnou alternativou je vSphere Hypervisor v6.0, společnost tedy preferuje opatrnější postup při aplikaci inovativních řešení.	vSphere
Údržba, uptime serveru	5	Platforma Hyper-V v klasické GUI instalaci je jednou z nejnáročnějších virtualizačních platform z hlediska potřeby časté aktualizace. To vede k častějším odstávkám části infrastruktury z důvodů obsluhy aktualizací. Zároveň má společnost zkušenost s problémy, které vznikali při nekonzistenci aktualizací obou hypervisorů. Společnost proto preferuje takové řešení, které minimalizuje čas potřebný k údržbě aktualizací.	vSphere, Hyper-V Nano Server
Správa platformy	4	Pohodlí administrátora při správě je pro společnost důležitým parametrem. Správa platformy pomocí známého prostředí Windows je dostačujícím řešením, část infrastruktury IT pro správu sítě je však postavena na počítačovém vybavení Apple, který znemožňuje přímou správu platformy Hyper-V. Společnost proto kladně hodnotí přístup VMwaru, který postupně přesouvá správu do prostředí webové aplikace, kterou je možné spustit z dostupných webových prohlížečů.	vSphere, Hyper-V
Technická podpora	5	Kvalitu technické podpory produktu Hyper-V společnost hodnotí po předchozích zkušenostech spíše negativně. Zaznamenány byly velké prodlevy při řešení problémů a komplikované řešení požadavků. Proto je preferována taková platforma, u které nemá společnost negativní zkušenost.	vSphere
Cena platformy	2	Parametr ceny platformy je v tomto případě posunut do pozadí. Prioritou je nasazení stabilního řešení i za cenu navýšené investice v podobě nákupu finančně náročnější platformy. U Hyper-V je řešeno pouze licencování v podobě zakoupení Datacenter licence pro pokrytí hypervisorů. Tuto licenci je nutné zakoupit také u řešení VMware, kde je navíc potřeba dokoupit ještě samotnou licenci virtualizační platformy a případné rozšiřující moduly. Levnější pořizovací cenu má platforma Hyper-V.	Hyper-V

Posuzované parametry z pohledu hostitelského serveru poukazují na fakt, že společnost HLT Group je ochotna investovat více finančních prostředků za platformu, od které však očekává výrazné navýšení spolehlivosti, eliminaci stávajících výpadků a nižší požadavky na aktualizace OS hypervisoru, než které nabízí stávající řešení. Výhodu vidí také v implementaci správy platformy pomocí webového prohlížeče.

Tabulka 11: Parametry z pohledu virtuálního prostředí (Zdroj: autor)

Parametr	S.	Komentář	Vhodná platforma
Operační systém hosta	3	Z pohledu požadavků zákazníků je podpora hostovaných operačních systémů pro datové centrum důležitým parametrem. I přes to, že jsou dnes v datovém centru provozovány spíše běžné uživatelské systémy, je u některých zákazníků sporadicky zaznamenán požadavek na specifický Linuxový účelový VM. Široká podpora distribucí operačních systémů je proto pro datové centrum vhodným argumentem při výběru platformy, který zároveň posiluje konkurenceschopnost. VMware garantuje dostupnost ve virtualizovaném prostředí pro více OS než Microsoft.	vSphere
Podpora aplikací a periférií	1	Parametr není prioritou, obě řešení virtualizace podporují standardní připojení periférií k virtuálnímu počítači. Ani jedna z platform zřejmě neomezuje využívání konkrétních aplikací ve virtuálním operačním systému.	vSphere, Hyper-V
Účel provozu VM	2	Komerční platformy se v tomto parametru výrazně neliší. Požadavky jsou na běžné serverové OS, kancelářské VM a specifické edice Linuxu pro vývoj a testing.	vSphere, Hyper-V

V kategorii virtuálního prostředí je nejdůležitějším parametrem dostupná podpora pro operační systémy virtuálního počítače, společnost HLT Group ohodnotila tento parametr váhou 3. Pro společnost je podpora dostupných OS důležitá zejména z důvodů

charakteristické skupiny zákazníků, u kterých se vyskytují požadavky na virtuální počítače se specifickou distribucí OS Linux. V tomto odvětví je společnost VMware dominantní.

Tabulka 12: Parametry z pohledu robustnosti řešení a bezpečnosti (Zdroj: autor)

Parametr	S.	Komentář	Vhodná platforma
Robustnost firmy a stávající stav	2	Společnost HLT Group v současné době dosáhla velikosti, kdy je profesionální a finančně náročnější řešení VMwaru dostupnou variantou při rozhodování o výběru platformy pro datové centrum. Společnost vnímá řešení Hyper-V jako vhodné, avšak spíše do menší velikosti podniku, kdy je plnohodnotně využito vhodného GUI této platformy, a kde nejsou brány zásadní ohledy na dostupnost řešení. Zároveň je pro společnost HLT Group důležité, aby se případná změna řešení dotkla zákazníků v co nejmenší míře. Tyto požadavky částečně splňují obě navrhované platformy.	vSphere, Hyper-V
Škálovatelnost a predikce růstu	2	Škálovatelnost virtualizace je důležitý faktor zejména u platformy vSphere, kde je nastaven složitější licenční model, než u Hyper-V. Některé varianty licencování mají limitace například v konkrétním počtu možných nasazených hypervisorů. Společnost se současnými požadavky vejde do nižších licenčních programů VMwaru a je do budoucna, v případě výběru platformy a spokojenosti s řešením, ochotna investovat do vyšších licenčních programů. U platformy Hyper-V není třeba zásadním způsobem robustnost společnosti řešit.	vSphere, Hyper-V
Bezpečnostní politika	1	Není primárním kritériem pro volbu platformy. Obě řešení virtualizace neporušují etiku kybernetické bezpečnosti. Platformy naopak nabízí nadstandardní bezpečnostní funkce, které posilují ochranu před kybernetickým útokem.	vSphere, Hyper-V

Společnost HLT Group chápe virtualizaci v podání VMwaru jako profesionální řešení virtualizace pro datová centra. Microsoft je naopak vhodnou variantou pro menší podniky, které nemají tak zásadní nároky, a které chtějí využívat výhod virtualizace známého prostředí Windows při minimální finanční investici. I přes tento osobní názor není ani jeden z parametrů pro společnost HLT Group kritickým při volbě platformy.

Tabulka 13: Ostatní doplňkové parametry (Zdroj: autor)

Parametr	S.	Komentář	Vhodná platforma
Ease of Use parametr	3	Společnost preferuje takové řešení, které je obecně možné označit za snadno naučitelné a intuitivní. Řešení virtualizace by mělo disponovat dostatečnou dokumentací a možností případného školení. Tento faktor je pro společnost důležitý z důvodů snadné pochopitelnosti a rychlého zaškolení nových zaměstnanců.	vSphere, Hyper-V
Osobní preference a zkušenosti	2	Společnost HLT Group provozuje virtualizaci na platformě Hyper-V přibližně čtyři roky. Za tuto dobu nasbírala s platformou spoustu negativních i kladných zkušeností. Obecně je Hyper-V hodnocen jako velmi dobrý nástroj pro virtualizaci, bohužel se však společnost od jejího nasazení potýkala s problémy s kompatibilitou. Z tohoto důvodu jsou preference nakloněny ke konkurenčnímu řešení vSphere Hypervisor. Na osobní preference je brán pouze minimální důraz.	vSphere
Vývoj trhu a trendy	2	Trh virtualizačních platform je obměňován spíše zřídka, kdy si jednotlivá řešení drží po několik let své pozice a povědomí. Společnost HLT Group sleduje aktuální trendy pouze okrajově, je však vždy seznámena s novinkami v aktuálních verzích komerčních platform. Společnost zároveň obecně vnímá VMware jako skutečného leadera virtualizace, nepřikládá však tomuto vjemu zásadní váhu, která by měla vliv na konečný výběr.	vSphere, Hyper-V
Recenze a studie	1	Společnost se pouze minimálně inspiruje nezávislými recenzemi a studiemi. Preferuje spíše osobní zkušenosti a doporučení obchodních partnerů. Tento parametr výběr platformy neovlivní.	vSphere, Hyper-V

Doplňkové parametry mají pouze minimální dopad na finální rozhodování, jsou však podstatné pro celkové dokreslení představy o nabízených produktech a řešení virtualizace.

## **Shrnutí výsledků hodnocení parametrů**

Sečteme-li bodové ohodnocení jednotlivých parametrů pro konkrétní platformy, dostaneme u platformy vSphere Hypervisor 45 bodů. Platforma Hyper-V dosáhla bodového ohodnocení pouze 23 bodů, kde největší rozdíl mezi konkurenty tvoří parametry stability, operačního systému hostitele i hosta a nabízená technická podpora. Z průzkumu je tedy zřejmá preference volby platformy VMware, kde byl vSphere Hypervisor volen častěji, a to zejména u parametrů s vyšším stupněm ohodnocení. I přes to, že se Hyper-V dokáže v určitých parametrech vyrovnat svému konkurentovi, je tomu tak pouze u verze Nano Server, která postrádá tradiční GUI a je zároveň novinkou na trhu. Tyto společnost, z důvodů pouze krátké doby vydání, nechce nasazovat do ostrého provozu. Dále z této analýzy vyplývá, že společnost nehledá nejlevnější variantu, ale zaměřuje se hlavně na stabilizaci současného řešení a navýšení vysoké dostupnosti i za cenu vyšší finanční investice. Na základě uplynulé praxe využívání produktu Hyper-V zároveň společnost vidí slabinu tohoto řešení v plnohodnotném systému Windows Server, který svojí robustností trpí z časté potřeby aktualizací, které vedou k častějším odstávkám hypervisoru.

## **Komplikace při případné migraci řešení**

Stávající řešení virtualizace společnosti HLT Group je integrováno do doménového prostředí, přičemž zákazníci, kteří využívají virtualizace v lokalitě provozovny, mají distribuovány virtuální počítače pomocí technologie RD Web Access. Kompletní přechod na VMware by vyžadoval výraznou rekonfiguraci této infrastruktury a zakoupení nadstavby VMware Horizon, díky které je možné efektivně publikovat virtuální počítače svým uživatelům. Na případný kompletní přechod pod jinou platformu proto prozatím není řešení datového centra připraveno. Tento faktor musí být při finálním výběru brán v úvahu, to znamená tedy alespoň částečné zachování stávající virtualizační platformy Hyper-V.

## **Diskuze nad volbou platformy**

Z výše uvedeného vyplývají prakticky pouze dvě řešení. Prvním z nich je rozšíření stávajícího řešení virtualizace Hyper-V o další hostitelské servery, přičemž nárůst výkonu by znamenal vyšší pokrytí virtuálních počítačů clusterem vysoké dostupnosti. Bezproblémové by v tomto případě bylo také zachování stávající infrastruktury zákazníků v lokalitě provozovny. Druhou možností je částečné zachování původní Hyper-V platformy pro lokální klienty, přičemž by na nově pořízený hardware byla instalována platforma vSphere Hypervisor. Na platformu VMware by byly migrovány kritické systémy a zbytek

virtuálních počítačů klientů. Tato varianta by mohla znamenat, při spokojenosti společnosti s řešením, jakýsi mezikrok pro budoucí kompletní přechod pod platformu VMwaru.

### 5.3.5 Výběr vhodného řešení

Vzhledem ke konkrétním požadavkům společnosti, dostupným řešením na trhu virtualizačních platform a výše uvedených parametrů bylo vybráno dále popsané řešení, které je zároveň maximalistickou variantou z hlediska dostupných finančních prostředků.

#### Virtualizační platforma

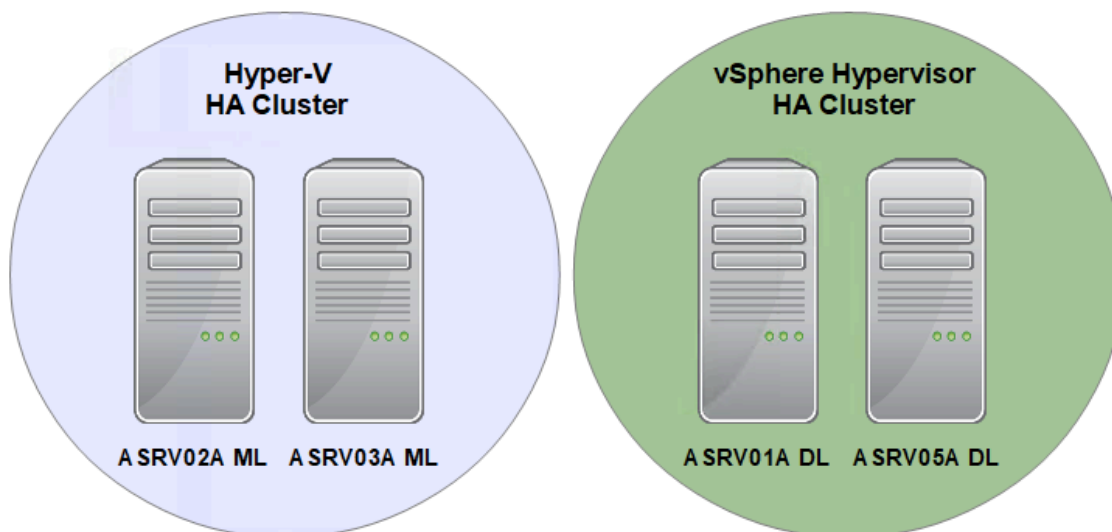
Výběr platformy byl stanoven na základě rozebraných parametrů v kapitole 5.3.4, preferencí a zkušeností společnosti s dosavadním řešením. Společnost HLT Group vybrala jako nejvhodnější variantu pro modernizaci datového centra implementaci platformy vSphere Hypervisor, přičemž volí zachování stávajícího řešení Hyper-V se dvěma hypervisory. Na základě tohoto rozhodnutí lze tvrdit, že i přes částečně negativní zkušenosti s platformou, je Hyper-V efektivním a vhodným řešením pro virtualizaci, zejména pak z důvodů možné a levné implementace do tradičního prostředí Windows Server počítačové sítě. Společnost během svého působení realizovala množství instalací Hyper-V virtualizace do prostředí počítačových sítí středních a malých podniků, kde je, dle názoru společnosti, její skutečné místo. Pro provoz datového centra však vnímá řešení společnosti VMware jako skutečný, komplexní a spolehlivý nástroj pro virtualizaci, který svojí stabilitou předčí i vyšší pořizovací cenu platformy.

Vybrána byla cenově dostupná varianta produktu VMware vSphere Essentials Plus Kit, jehož cena se dle zakoupené délky doby technické podpory pohybuje od 115 155 Kč do 147 906 Kč bez DPH. Tento Essential Plus Kit dokáže licencovat hypervisory o celkovém počtu až šesti CPU, zároveň obsahuje následující funkce, které pokryjí potřeby společnosti:

- vSphere Hypervisor (ESXi)
- vCenter Server Essentials
- vSphere Data Protection
- vSphere High Availability (HA)
- vSphere vMotion
- Cross Switch Motion
- vSphere vShield Endpoint
- vSphere Replication

## Hypervisory

Shrneme-li stávající stav datového centra, jsou k dispozici aktuálně provozované servery ASRV01A, ASRV02A a dočasně vyřazený server ASRV03A. K těmto hypervisorům byl na základě projektu modernizace dimenzován čtvrtý hypervisor ve variantě DL. Výsledný plánovaný model hypervisorů datového centra je zobrazen na obrázku 30.



Obrázek 30: Model rozvržení funkce hypervisorů po modernizaci (Zdroj: autor)

Pro realizaci zobrazeného modelu je nutné provést upgrade hardwaru a instalaci platformy Hyper-V na ASRV03A a tento server připojit do clusteru. Server ASRV01A, na kterém je původní řešení provozováno, bude naopak zapotřebí z clusteru Hyper-V odpojit a server přeinstalovat na platformu vSphere Hypervisor. Tento krok je zvolen z důvodů maximalizace hardwarového výkonu pro platformu vSphere Hypervisor, kde server ASRV01A má k dispozici výkonnější procesor než doposud odstavený server ASRV03A. Druhým důvodem je stanovení kompozice v rackových skříních, kdy hypervisory s platformou VMware budou, díky variantě DL serverů, provozovány v odděleném racku. Celkově bude na stávajících hypervisorech provedeno navýšení operační paměti a proveden upgrade chybějících hardwarových komponent. Finální hardwarové specifikace hypervisorů, včetně navržené konfigurace pro nový hypervisor ASRV05A, jsou zobrazeny v tabulkách 14 a 15.



Tabulka 14: Hardwarová konfigurace Hyper-V hypervisorů (Zdroj: autor)

	HP ML350G8 (ASRV03A)		HP ML350G8 (ASRV02A)	
	Typ	Počet	Typ	Počet
<b>Procesor</b>	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 0 @ 2.00GHz (6 cores)	2	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 0 @ 2.00GHz (6 cores)	2
<b>Paměť</b>	HP 16GB 2Rx4 PC3-12800R	16	HP 16GB 2Rx4 PC3-12800R	16
<b>Uložiště</b>	HP HDD 300GB 10k SAS 2.5	5	HP HDD 300GB 10k SAS 2.5	7
<b>NIC 1Gb</b>	HP Ethernet 1Gb 4-port 331T Adapter	1	HP Ethernet 1Gb 4-port 331i Adapter	1
<b>NIC 10Gb</b>	HP Ethernet 10Gb 2-port 560SFP+ Adapter	1	HP NC552SFP Dual Port 10GbE Server Adapter	1
<b>FC</b>	HP StorageWorks 82Q 8Gb PCI-e Dual Port FC HBA	1	HP StorageWorks 81Q 8Gb PCI-e FC HBA	2

Výrazného upgradu dosáhl server ASRV03A, který je upgradován FC kartou, 16 moduly operační paměti RAM a disky o kapacitě 300 GB.

Tabulka 15: Hardwarová konfigurace vSphere hypervisorů (Zdroj: autor)

	HP DL380G8 (ASRV01A)		HP DL380G9 (ASRV05A)	
	Typ	Počet	Typ	Počet
<b>Procesor</b>	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 0 @ 2.00GHz (8 cores)	2	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2667 v4 @ 3.20GHz	2
<b>Paměť</b>	HP 16GB 2Rx4 PC3-12800R	16	HP 32GB LRDIMM 2133GHz	8
<b>Uložiště</b>	HP HDD 300GB 10k SAS SFF 2.5	3	HP HDD 300GB 10k SAS SFF 2.5	3
<b>NIC 1Gb</b>	HP Ethernet 1Gb 4-port 331T Adapter	1	HP Ethernet 1Gb 4-port 331i Adapter	1
<b>NIC 10Gb</b>	HP Ethernet 10Gb 2-port 530FLR-SFP+ Adapter	1	HP Ethernet 10Gb 2-port 560FLR-SFP+ Adapter	1
<b>FC</b>	HP StorageWorks 81Q 8Gb PCI-e FC HBA	2	HP StorageWorks 81Q 8Gb PCI-e FC HBA	2

Server ASRV01A je dimenzován oproti výchozímu stavu tak, že již obsahuje vlastní lokální uložení pro operační systém hypervisoru. ASRV05 je kompletně nově sestavený hypervisor s novou generací serveru HP DL380G9, který spolu s HP DL380G8 tvoří výkonný základ pro virtualizační platformu VMwaru.

Operační paměti všech hypervisorů byly dimenzovány tak, aby každý hypervisor pracoval až s 256 GB operační paměti. Náklady na upgrade sestav hypervisorů a nákup nového serveru DL380G9 činí 677 860 Kč bez DPH.

### Storage Area Network

Pro vyřešení problémů s diskovou kapacitou bylo navrženo diskové pole HP 3Par StorServ 8200 2N, 12x 1,2TB SAS 10k HDD s garantovanou opravou do šesti hodin. Kapacita tohoto diskového pole bude pomocí virtuálního oddílu distribuována jak platformě Hyper-V, tak platformě vSphere Hypervisor. Cena pole činí 951 750 Kč bez DPH.

Pro zefektivnění zálohovacího plánu bylo navrženo lokální uložení HP MSA 2040 ES LFF Disk Enclosure se čtyřmi disky HP P2000 2TB 6G SAS 7.2K rpm LFF (3.5-inch). Tato police poslouží pro uchování záloh dat zákazníků v místě provozovny datového centra. Cena pořízení 87 100 Kč bez DPH.

Pro realizaci SAN bylo dále navrženo pořízení dvou switchů HP Storage Works 8/24 Base (8Port) Full Fabric Ports Enabled SAN Switch v celkové ceně 130 600 Kč bez DPH.

### **Ostatní položky**

S realizací projektu jsou spojeny také další náklady, které zahrnují například licence pro operační systém Windows Server Datacenter v celkové hodnotě 315 800 Kč bez DPH. Posílení je plánováno také pro infrastrukturu LAN, kdy je pomocí nových switchů HP 2920/24G rozšířena redundance na úrovni komunikace LAN uvnitř rackových skříní. Dále je upgrade plánován pro centrální přístupový bod ZyXEL ZyWALL, kde bude zakoupena vyšší varianta zařízení USG310 včetně veškerých licencí pro pokročilou správu zabezpečení sítě. Dokoupeny jsou licence pro zálohovací software DataProtector, zároveň budou další finanční prostředky vynaloženy pro nákup potřebného materiálového vybavení pro připojení zařízení, implementační služby a podporu techniků společnosti HP při realizaci modernizace. Veškeré tyto další investice činí dohromady 650 256 Kč bez DPH. Celková finanční náročnost modernizace datového centra společnosti HLT Group je vypočtena na 2 961 272 Kč bez DPH, kde strop pro investici do projektu byl stanoven na 3 000 000 Kč.

## **5.4 Realizace řešení**

Podkapitola popisuje jednotlivé kroky postupu při realizaci projektu, které jsou přehledně zobrazeny pomocí Ganttova diagramu v kapitole 5.2. Realizace projektu bude probíhat s přihlédnutím na maximální možnou dostupnost služeb zákazníkům datového centra, která je nutná pro dodržení smluvních závazků. Během celé akce je plánována pouze jedno odstavení hypervisorů a konektivity, kdy budou instalovány hardwarové komponenty do rackových skříní. Na tento termín jsou klienti datového centra upozorněni, přičemž došlo ke 100% shodě tolerance odstávky ze strany zákazníků.

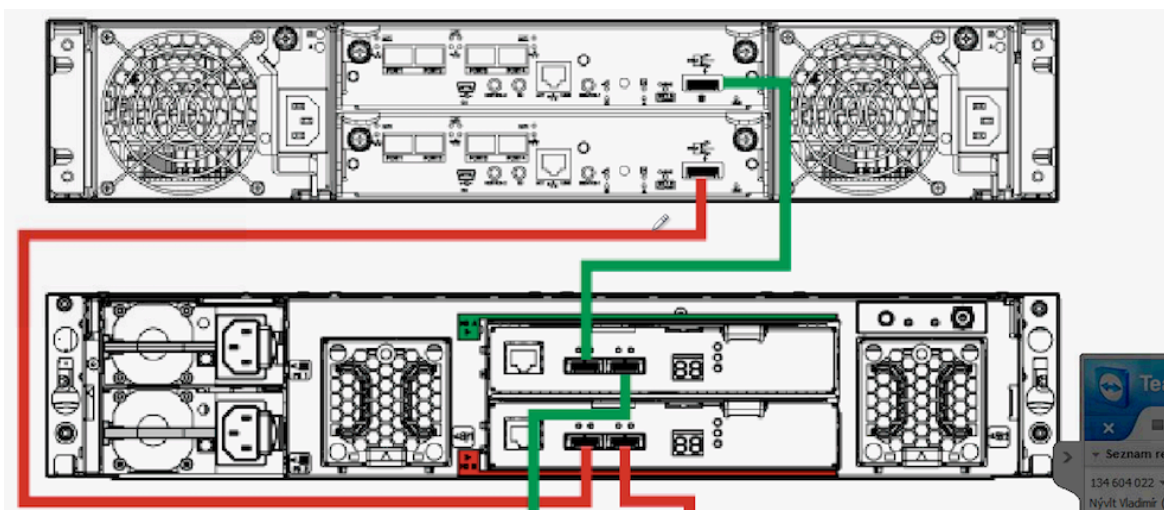
Modernizace datového centra je rozdělena do několika kroků, které vedou k realizaci projektu bez potřeby dlouhodobé odstávky. Postup realizace nasazení virtualizace je následující:

- Implementace nového MSA, příprava zdrojů datové kapacity pro finální řešení virtualizace platformy Hyper-V.
- Vyřazení ASRV01A z clusteru, instalace serveru ASRV03A.
- Demontáž racku původního řešení, fyzická instalace nového rozložení.
- Rekonfigurace LAN infrastruktury, implementace switchů HP 2920.
- Zprovoznění SAN infrastruktury.
- Instalace hypervisorů s platformou VMwaru.
- Instalace diskového pole 3PAR.
- Migrace virtuálních počítačů na platformu vSphere Hypervisor.
- Nasazení zálohování, klíčových Virtual Appliance (řízení UPS, ERA a další). Realizace finálních dílčích úkonů modernizace.

#### **5.4.1 Konfigurace MSA**

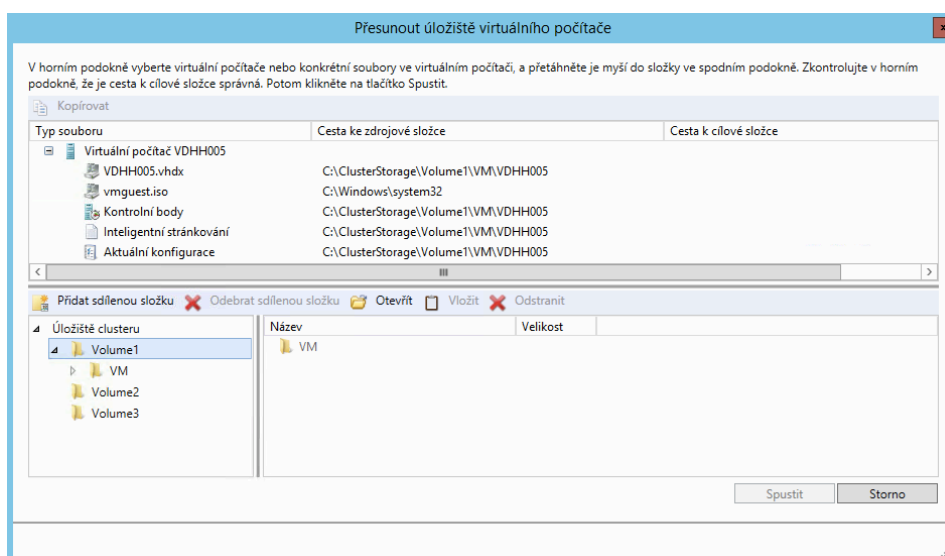
V původním řešení probíhá komunikace hypervisorů s diskovým polem MSA (controller A) pomocí přímého připojení technologií FC. Na polici MSA je provozováno veškeré virtuální prostředí nad dvěma logickými oddíly, které jsou vytvořeny historicky, kdy nebylo možné v dřívější verzi firmwaru MSA vytvořit virtuální oddíl nad celým diskovým polem. Logické oddíly jsou limitovány počtem disků, kdy při větším množství disků vznikne nutné a nešikovné rozdělení diskové kapacity do více oddílů. Stávající verze firmwaru již dokáže efektivně s kapacitou diskového pole pracovat, cílem tedy je rekonfigurace pole pro možnost nasazení virtuálního oddílu napříč celou kapacitou diskového pole. Pro tento úkon je nejprve zapotřebí přesunout stávající data na jiné uložení. Jako dočasné umístění bude využita nově zakoupená police MSA (controller B), kde dojde k vytvoření oddílu v RAIDU 10, a kde budou dočasně provozovány virtuální počítače. Při realizaci budou zároveň doplněny zbývající disky do původní police MSA.

Za součinnosti techniků bylo provedeno připojení nového MSA dle schématu na obrázku 31 a vytvoření oddílu v RAIDU 10. Tento oddíl byl následně namapován hypervisorům Hyper-V, u kterých je vyžadována instalace podpůrných ovladačů HP MSA 1040/2040 VSS Provider for windows server x64. Ty zajistí korektní komunikaci s diskovým polem, kdy je do komunikačního rámce zabalen příkaz pro diskové pole, který je následně vykonán.



Obrázek 31: Schéma propojení controllerů polic MSA (Zdroj: autor)

V tuto chvíli je police MSA (controller B) připravena na migraci dat virtuálního prostředí, kterou lze pohodlně provést pomocí konzole pro správu clusteru vysoké dostupnosti. Migraci virtuálního počítače lze provést přetažením položky virtuálního počítače do připraveného namapovaného volume oddílu. Časová náročnost této operace se odvíjí od velikosti virtuálního počítače, kde při realizaci projektu zabrala migrace kompletního virtuálního prostředí téměř 14 hodin. Jelikož je controller B provozován na pomalých vysokokapacitních discích, byl zaznamenán výrazný vjemový úbytek výkonnosti virtuálních počítačů po migraci na diskové pole B.



Obrázek 32: Migrace virtuálního počítače na jiné uložení (Zdroj: autor)

Ve chvíli, kdy byla dokončena migrace virtuálního prostředí na MSA B, byla provedena rekonfigurace původního diskového pole. Zde došlo k vytvoření virtuálního oddílu nad 22 disky, kdy zbylé dva, do kompletního počtu 24 disků police, jsou využity jako spare.

Name	Health	Total Size	Class	Avail	Volumes	Disk Groups
B	OK	5992.9GB	Virtual	108.5GB	1	1
A	OK	6590.3GB	Virtual	2404.0GB	3	2

Name	Health	Pool	RAID	Class	Disk Type	Size	Free	Current Job	Status	Disks
dgA01	OK	A	RAID10	Virtual	SAS (Standard)	2995.3GB	902.2GB		FTOL	10
dgA02	OK	A	RAID10	Virtual	SAS (Standard)	3594.9GB	1501.7GB		FTOL	12

Location	Health	Description	Size	Usage	Disk Group	Status
No data available in the table						

Obrázek 33: Virtuální oddíl controlleru A (Zdroj: autor)

Nad tímto datovým prostorem došlo k vytvoření dvou různých volume, které slouží pro quorum a pro distribuci datové kapacity pro prostředí virtualizace Hyper-V.

VirtVolHyperVFast	OK	Virtual	6584.9GB	2737.8GB	-ungrouped-	A	base	0	2	0
VirtVolHyperVQuorum	OK	Virtual	4999.6MB	50.3MB	-ungrouped-	A	base	0	1	0

Group.Host.Nickname	Volume	Access	LUN	Ports
HyperV.*	VirtVolHyperVFast	read-write	2	1,2,3,4
ReadOnly4Backup.*	VirtVolHyperVFast	read-only	2	1,2,3,4

Obrázek 34: Vytvoření volumes a přiřazení LUN (Zdroj: autor)

Tímto krokem došlo k realizaci potřebných úprav původní MSA police. Zařízení je v tuto chvíli připraveno pro zpětnou migraci virtuálního prostředí zpět do připraveného RAID 10 oddílu. Po tomto kroku přišla na řadu rekonfigurace controlleru B, který byl zformátován a rekonfigurován pro RAID 5. Obrázek 35 ukazuje finální konfiguraci MSA po nastavení diskového poolu B, nad kterým je vytvořen oddíl, určený pro uchování záloh. Na obrázku je zároveň vidět další předpřipravený volume z poolu A, který bude sloužit pro distribuci části kapacity diskového pole virtualizační platformě VMwaru. Obrázek 35 je pořízen až po instalaci platformy VMware, která v této části práce není doposud realizována. V tuto chvíli slouží pouze pro dokreslení představy o rozvržení kapacity diskového pole MSA.

Name	Health	Class	Size	Allocated	Group	Pool	Type	Snapshots	Maps	Schedules
VirtVoI VMwareFast	OK	Virtual	2179.9GB	1448.2GB	-ungrouped-	A	base	0	2	0
VirtVoI HyperVQuorum	OK	Virtual	4999.6MB	50.3MB	-ungrouped-	A	base	0	1	0
VirtVoI HyperVFast	OK	Virtual	6584.9GB	2737.8GB	-ungrouped-	A	base	0	2	0
VirtVoI BackupSlow	OK	Virtual	5991.9GB	5884.4GB	-ungrouped-	B	base	0	1	0

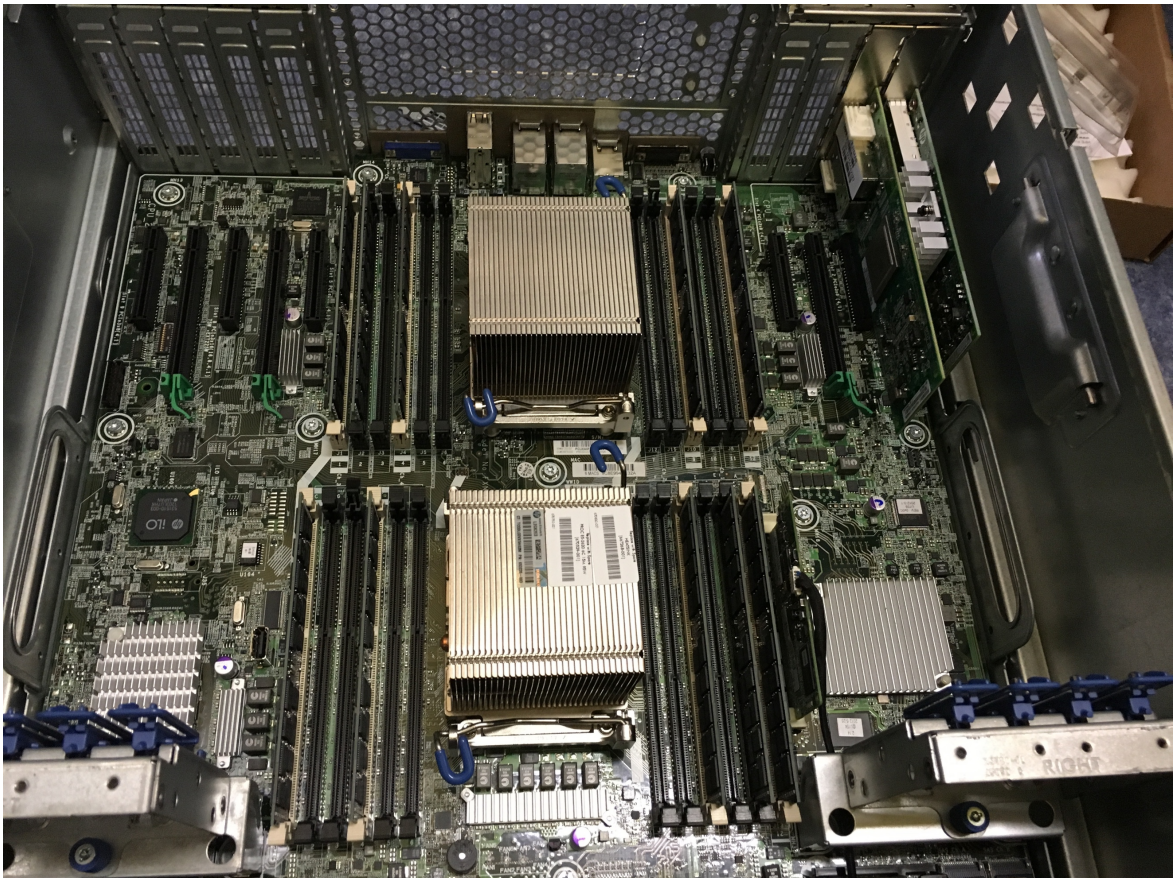
  

Group.Host.Nickname	Volume	Access	LUN	Ports
ReadOnly4Backup.**	VirtVoI BackupSlow	read-write	21	1,2,3,4

Obrázek 35: Finální konfigurace oddílů MSA (Zdroj: autor)

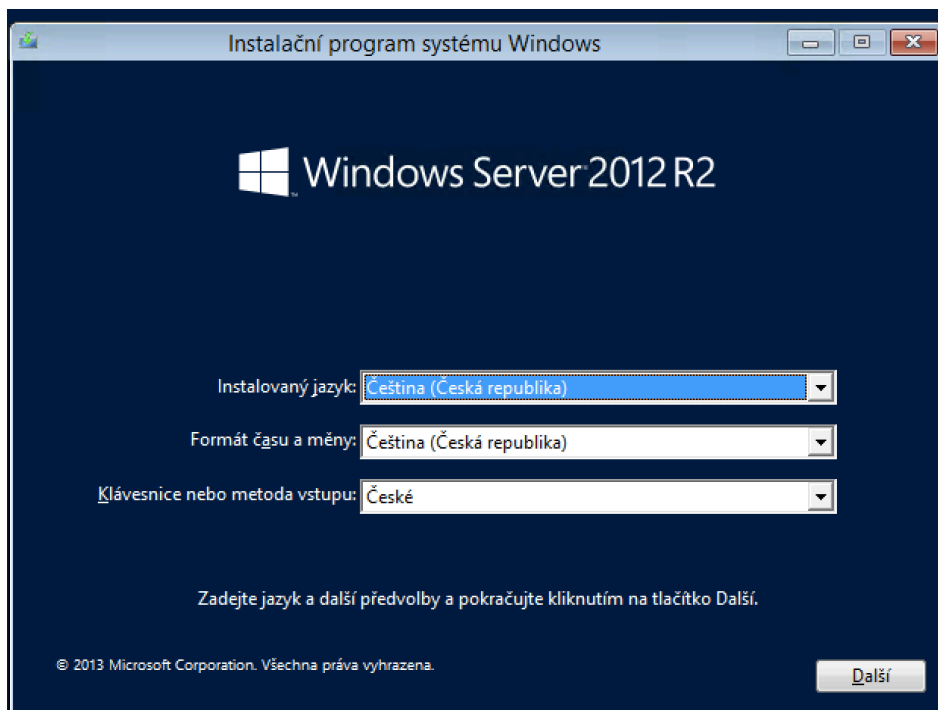
## 5.4.2 Instalace Hyper-V serveru ASRV03A

Následujícím krokem je příprava ASRV03A pro upgrade hardwarových komponent a instalaci platformy Hyper-V. Na obrázku 36 je pohled na otevřený server ML350G8, postupně byly přidány 16 GB paměťové moduly RAM do celkové kapacity 256 GB a NIC, FC karty.



Obrázek 36: Instalace hardwarových komponent serveru ASRV03A (Zdroj: autor)

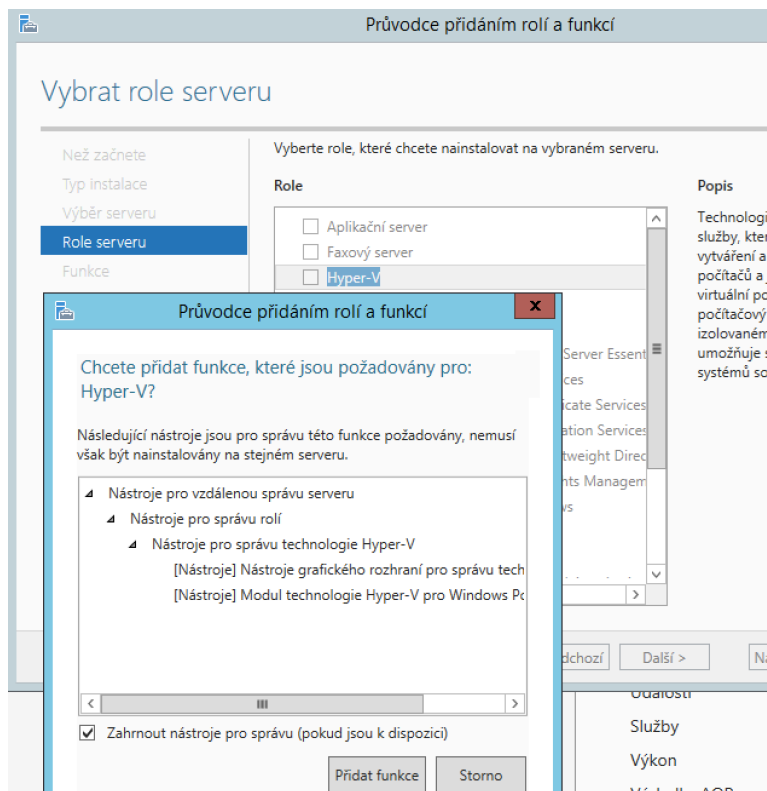
Instalace operačního systému hostitele ASRV03A proběhla standardním způsobem pomocí instalačního programu z ISO souboru, zvolena byla edice systému s klasickým GUI rozhraním Windows Server 2012 R2.



Obrázek 37: Průvodce instalací systému Windows Server R2 (Zdroj: autor)

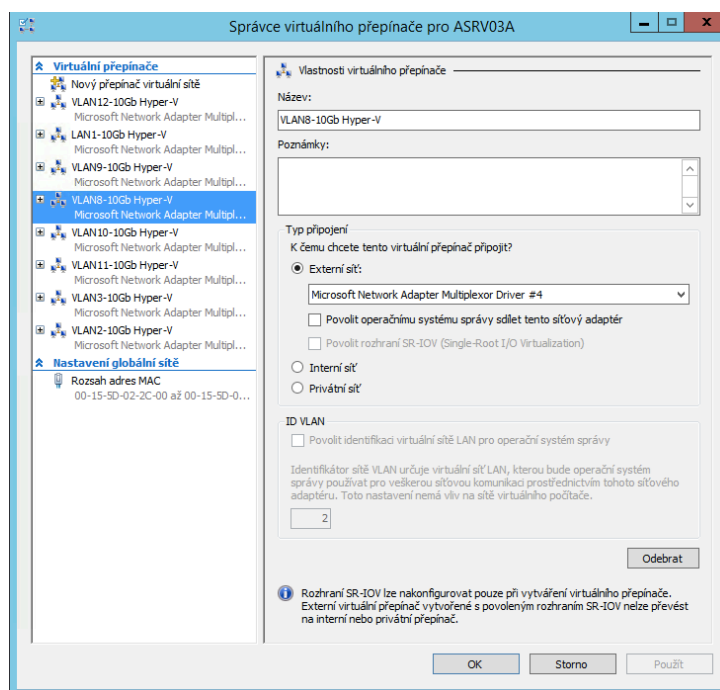
Instalační průvodce je intuitivní a jako prakticky jedinou možnou konfiguraci po uživateli vyžaduje zvolení oddílu pro operační systém. Ten bude provozován na tradičním oddílu C:\. Samotná instalace operačního systému je záležitostí pouhých jednotek minut. Následně byla provedena instalace potřebných aktualizací, přejmenování počítače, aktivace licence, zařazení počítače do domény, konfigurace síťových karet a další drobné úkony, jako například vyřazení IPv6, synchronizace času počítače, konfigurace lokálních uživatelských účtů v případě selhání doménového loginu a implementace doménových politik. Tyto kroky jsou nutné pro základní konfiguraci a přípravu serveru pro instalaci role Hyper-V a přidání hypervisoru do clusteru vysoké dostupnosti.

Hypervisor je z tradičního systému Windows Server vytvořen instalací serverové role Hyper-V. Instalovány jsou nástroje pro správu technologie Hyper-V a samotný modul hypervisoru.



Obrázek 38: Průvodce přidáním role Hyper-V (Zdroj: autor)

Pro plnohodnotnou funkci virtuálního prostředí je zapotřebí následně konfigurovat distribuci síťových karet pro virtuální počítače. To je možné provést pomocí konzole Správce virtuálního přepínače pro ASRV03A, která je vyvolána z kontextového menu hypervisoru.

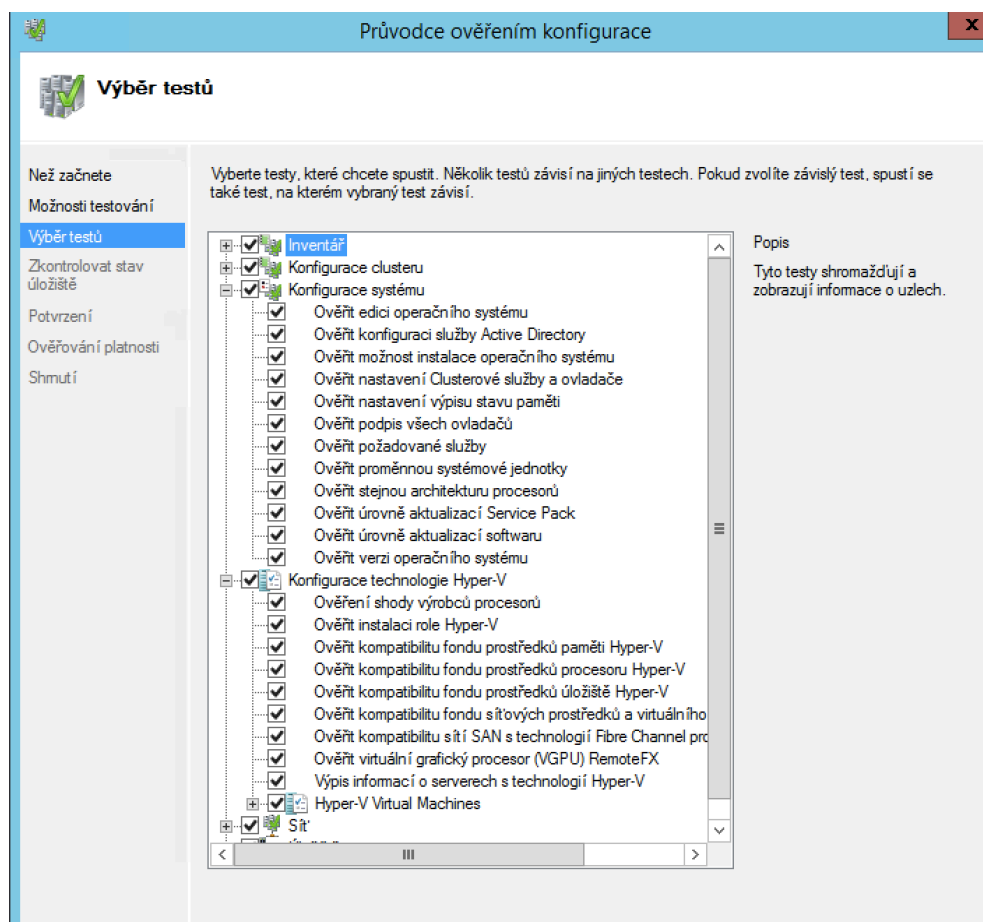


Obrázek 39: Správce virtuálního přepínače pro ASRV03A (Zdroj: autor)



Zde došlo k postupnému vytvoření všech potřebných VLAN využívaných v datovém centru, pomocí kterých jsou distribuována síťová prostředí. Přepínače jsou voleny v externím režimu, který zajistí vazbu přepínače k fyzickému síťovému adaptéru, kde výsledkem je možnost přiřazení těchto přepínačů jako virtuální síťové karty virtuálním počítačům. Tento krok je zároveň nutný pro následné přiřazení serveru do clusteru, kde je ověřeno mimo jiné také síťové prostředí hypervisoru, které musí být shodné s ostatními nody clusteru vysoké dostupnosti.

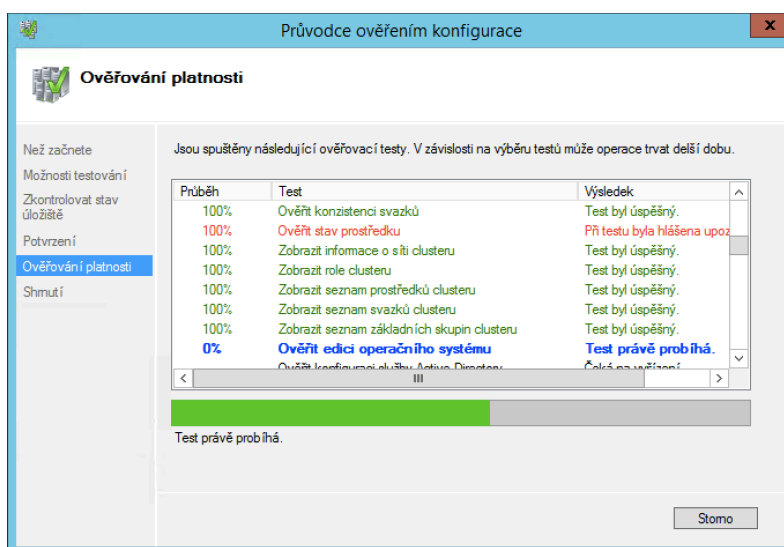
Finálním krokem uvedení virtualizace Hyper-V do provozu je korektní zařazení hypervisoru do clusteru vysoké dostupnosti. Nejprve je zapotřebí doinstalovat roli Failover Cluster na server ASRV03A podobným postupem, jak byla provedena instalace Hyper-V. Dalším krokem je přidání samotného nodu, během kterého je nutné ověřit korektní konfiguraci a připravenost nodů pro jejich nasazení v clusteru. Po stisku volby Ověření clusteru je spuštěno dialogové okno, ve kterém jsou postupně zadány další detaily pro specifikaci prověření stavu.



Obrázek 40: Průvodce ověřením konfigurace (Zdroj: autor)

Průvodce by měl být spuštěn pokaždé, když je plánováno přidání nodu. Společnost Microsoft podporuje clusterové řešení, pouze pokud celá konfigurace (servery, síť, uložště) projde všemi testy v tomto průvodci. Tím je zajištěna kompatibilita hardwaru a nastavení hardwaru s využitím clusteru s podporou převzetí služeb při selhání.

Díky téměř totožné hardwarové konfiguraci obou hypervisorů a pečlivé synchronizaci aktualizací a konfigurací systémů, došlo pouze k minimu nutných úprav hypervisoru ASRV03A. Konkrétně se jednalo o nekonzistenci konfigurace síťového prostředí, kdy došlo k chybné konfiguraci jednoho z adaptérů. Zároveň došlo k nasazení chybné verze hardwarového ovladače síťové karty, který musel být reinstalován. Po opravě těchto problémů, za využití podpory techniků HP, proběhl ověřovací test již v pořádku.



Obrázek 41: Průvodce ověřením konfigurace při přidávání nodu do clusteru (Zdroj: autor)

Výsledkem je funkční cluster s podporou vysoké dostupnosti, který je tvořený z nodů ASRV02A a ASRV03A, kdy ASRV01A byl v z clusteru vyřazen. Posledním krokem je distribuce virtuálních počítačů jednotlivým nodům, kterou dojde k rovnoměrnému rozložení zátěže. Tomuto nebylo v tuto chvíli věnováno příliš prostoru, oba nody jsou po výkonové stránce bez problému schopné provozovat stávající množství virtuálních počítačů. Část z nich navíc bude v následujících krocích migrována na platformu VMware, finální rozložení zátěže datového centra tedy bude teprve následovat.

### 5.4.3 Instalace fyzické infrastruktury

Po instalaci Hyper-V platformy následovala víkendová odstávka datového centra, kdy bylo kompletně změněno rozložení hardwarových periférií v rackových skříních. Začátek

odstávky serverovny byl plánován na páteční večer do nedělního poledne, celková náročnost tohoto úkonu byla 40 hodin. Původní rozvržení racku, kdy v rámci jedné skříně byla instalována LAN infrastruktura, NAS uložisko pro lokální potřeby DC, oba hypervisory a diskové pole MSA, bylo přebudováno a rozděleno do více racků.

Nově je hlavní hardwarová zátěž pro virtualizaci rozložena mezi dva racky. V prvním racku jsou provozována veškerá disková pole, servery typu DL (vSphere Hypervisor) a infrastruktura LAN i SAN síť. Druhý rack disponuje základní nutnou LAN infrastrukturou, zálohovacím serverem ASRV04A a hypervisory typu ML (Hyper-V). Popsaná konfigurace je zobrazena na obrázku 42.



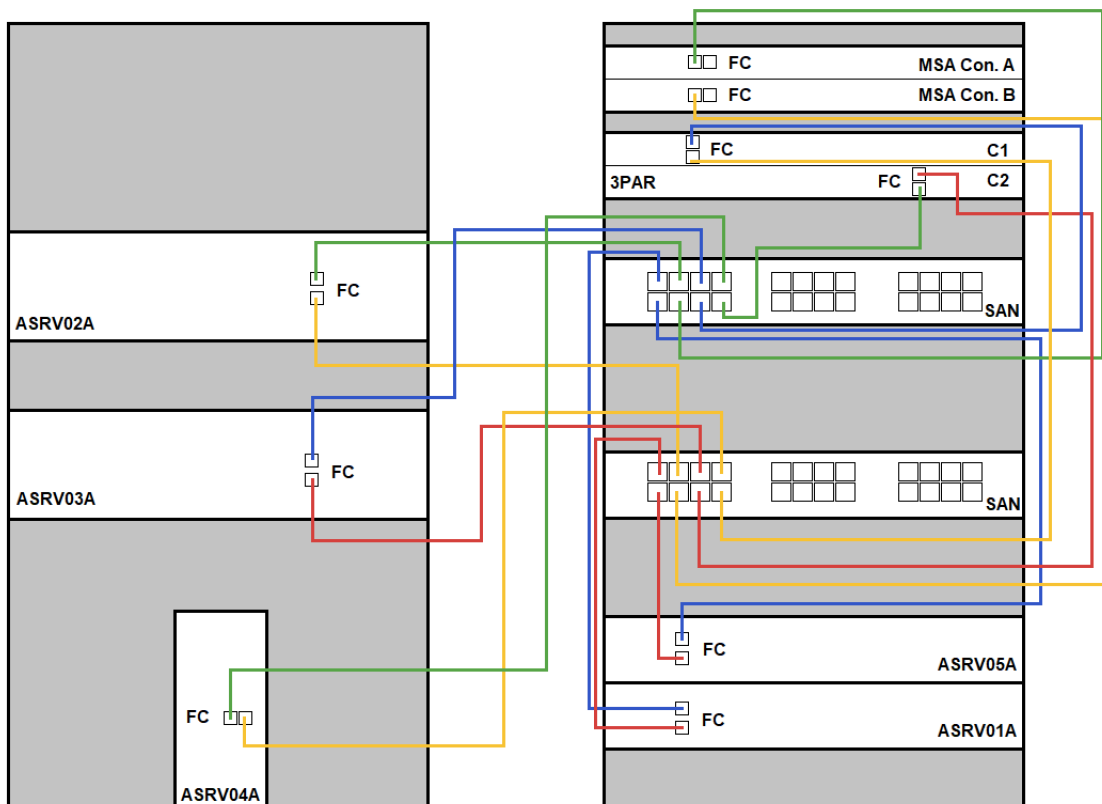
Obrázek 42: Nové rozložení rackových skříní (Zdroj: autor)

Spolu s přestavbou rackových skříní byl vyměněn také přístupový bod ZyXEL ZyWall za výkonnější variantu, zároveň byla posílena infrastruktura switchů, kdy byl za tímto účelem dokoupen switch HP 2920. Jednalo se především o konfiguraci VLAN a trunků na portech switchů, které se přímo netýkají praktické části nasazení virtualizace, nejsou proto v diplomové práci podrobněji rozepsány.

#### 5.4.4 Implementace SAN infrastruktury

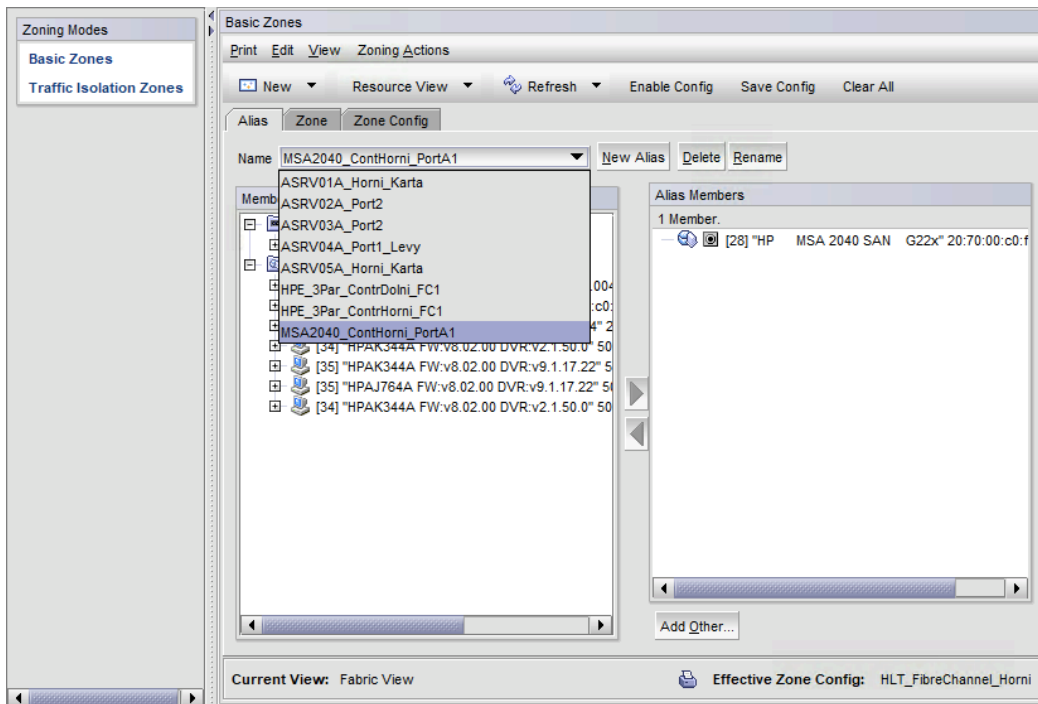
Dále je v datovém centru nově implementována struktura SAN sítě, která je tvořena ze dvou zařízení HP Storage Works 8/24 Base SAN Switch s dostupným licencováním pro využití 8 FC portů na každém switchi. Dva switche zajistí redundanci na úrovni SAN sítě, kdy je výrazně zvýšena dostupnost komunikačních cest pro virtualizaci a zálohování. Jednotlivé

porty jsou distribuovány všem hypervisorům, diskovým polím i zálohovacím serveru, přičemž je prioritována redundance zapojení hlavního diskového pole 3PAR. Schéma zapojení sítě SAN je znázorněno na obrázku 43. Z obrázku je zřejmá zvolená strategie redundance, kdy je každé zařízení připojeno pomocí FC do dvou SAN switchů. Konfigurace těchto FC switchů byla provedena pomocí grafického prostředí Web Tools.



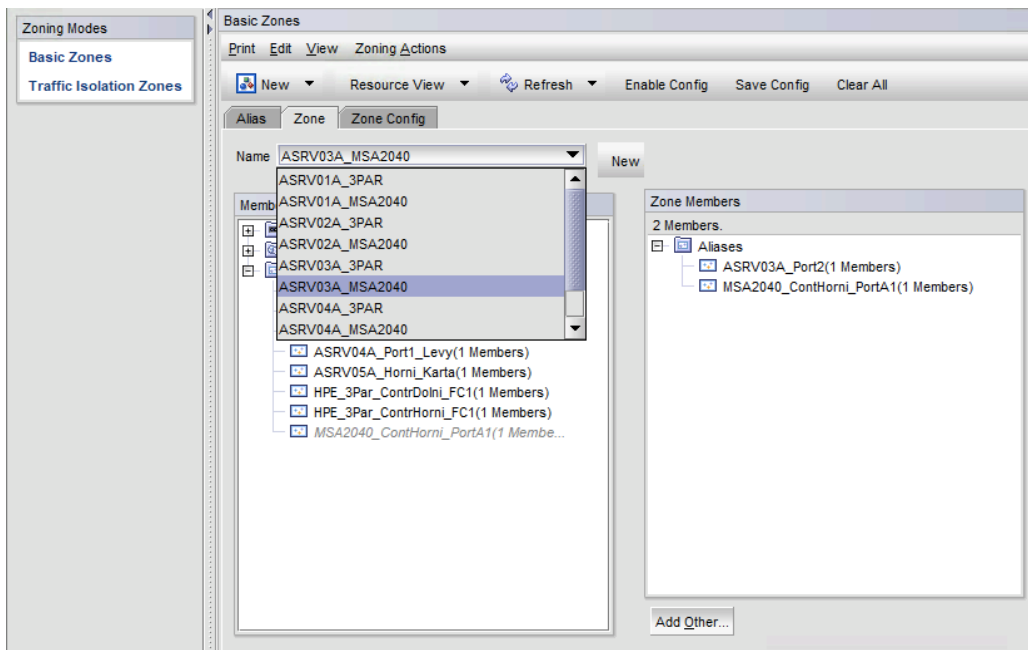
Obrázek 43: Schéma zapojení SAN sítě, pohled na zadní stranu racků (Zdroj: autor)

Na jednotlivých switchích nejprve proběhla základní konfigurace v podobě nastavení síťového prostředí, názvu zařízení a instalace aktuální verze firmwaru. Pokročilá konfigurace je prováděna pomocí tzv. zoningu, kdy je definována vzájemná komunikace jednotlivých zařízení SAN sítě. Samotnému zoningu předcházela konfigurace aliasů pro detekovaná připojená fibre channel zařízení. Vytvořeným aliasům jsou přiřazeny WWN adresy konkrétních zařízení a s takto vytvořenou definicí se dále pracuje při zoningu. Na obrázku 44 je zobrazeno pracovní prostředí SAN switche, tento obrázek byl však pořízen až při kompletaci řešení při nasazení 3PARu. Ve stávající fázi projektu, kdy probíhala prvotní konfigurace SAN switchů, nebyl ještě 3PAR ani hypervisory s platformou VMwaru v provozu, pro snadnější pochopení principů však považuji za vhodné uvést finální konfiguraci.



Obrázek 44: SAN switch, konfigurace aliasů (Zdroj: autor)

Ve chvíli, kdy je přiřazení členů pod vytvořené aliasy dokončeno, je nutné provést konfiguraci zón. Pracovní okno pro zóning je designováno obdobně, jak první pracovní plocha. Zóning lze jednoduše popsat jako proces, kdy jsou definovaným zařízením (aliasům) jasně určeny podmínky, za kterých smí s dalšími zařízeními síť SAN komunikovat.

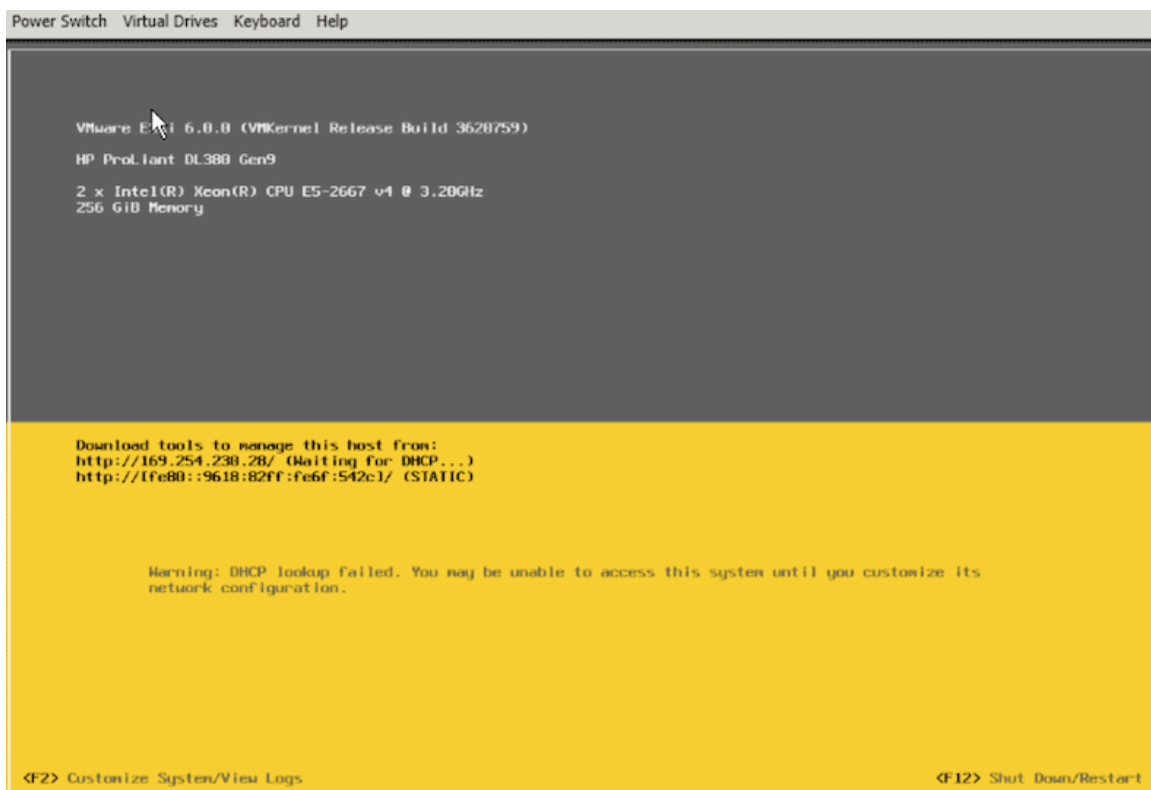


Obrázek 45: SAN switch, konfigurace zón (Zdroj: autor)

Z obrázku 45 vyplývá, že je definován komunikační vztah nejen pro server ASRV03A a MSA2040. V seznamu jsou definovány názvy zón, v pravé části pracovní plochy jsou znázorněni členové tohoto vztahu.

### 5.4.5 Virtualizační platforma vSphere Hypervisor

Instalace virtualizační platformy VMwaru proběhne na upgradovaný server ASRV01A a nově pořízený server ASRV05A. V této části projektu jsou již oba servery sestaveny ve své plné hardwarové konfiguraci a připraveny pro instalaci. Instalace obou serverů probíhala pomocí remote console v prostředí iLO, přes které lze vzdáleně server ovládat. Pro instalaci platformy byl pomocí Insight Manager konzole vyhrazen oddíl o velikosti 10 GB a následně byl pomocí iLO serveru předhozen ISO soubor s instalací ESXi. Zvolen byl hypervisor ESXi ve verzi 6.0, který z hlediska kompatibility nabízí osvědčené řešení virtualizace. Důvody, proč společnost HLT Group nepreferuje nedávno vydané verze, byly komentovány již v předchozích kapitolách diplomové práce.

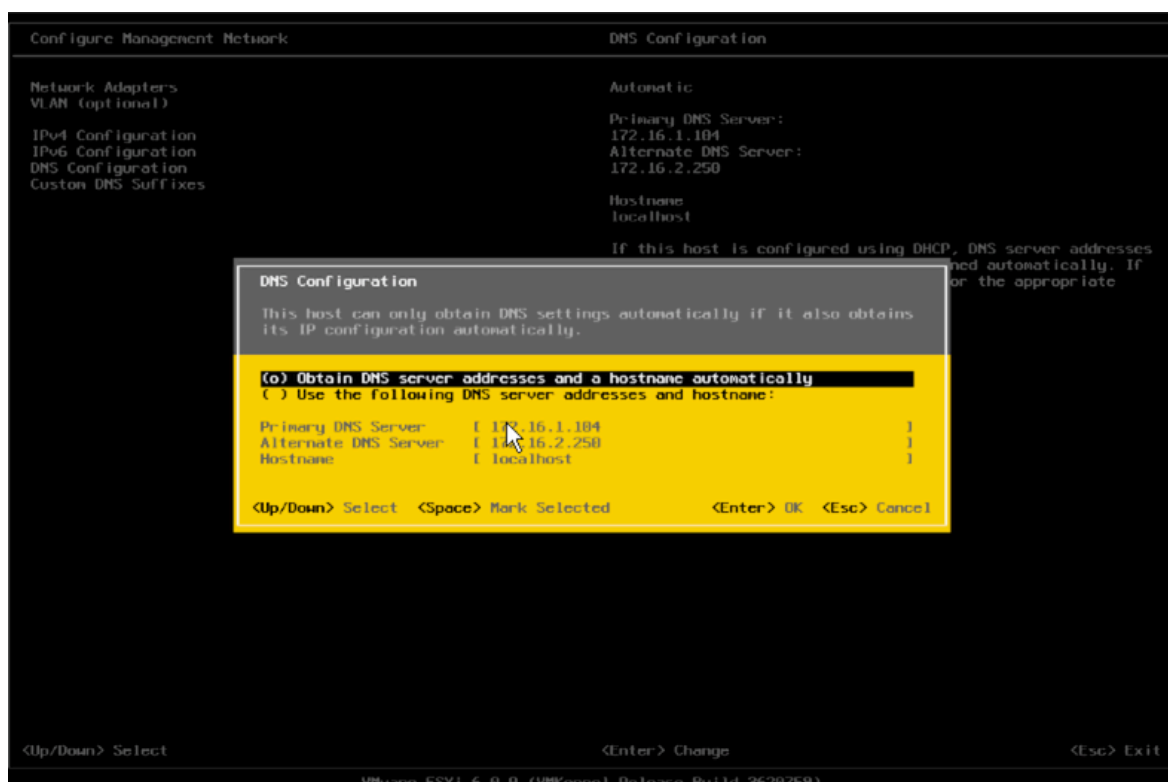


Obrázek 46: Nainstalovaný hypervisor ESXi na ASRV05A (Zdroj: autor)

Instalační proces platformy se skládá z prostého rozhraní, které uživatele uvítá, vyzve k potvrzení licenčních podmínek a k vybrání oddílu disku pro instalaci ESXi, u kterého proběhne varování o přepisu kompletního oddílu. Hypervisor ESXi nepočítá s tím, že bude

na daném oddílu uloženo cokoliv jiného. Po tomto následuje výběr jazyka klávesnice, stanovení hesla pro uživatele root a finální potvrzení instalace. Ta je dokončena za několik málo minut, kde je následně uživateli nabídnuta známá úvodní obrazovka hypervisoru ESXi.

V konfiguračním rozhraní ESXi je vhodné provést základní konfiguraci síťového rozhraní (zakázání IPv6, konfigurace DNS). Komplexnější úkony již bude možné provádět pomocí webového rozhraní nebo aplikace vSphere Client pro Windows platformu.



Obrázek 47: Rozhraní pro základní konfiguraci hypervisoru ESXi (Zdroj: autor)

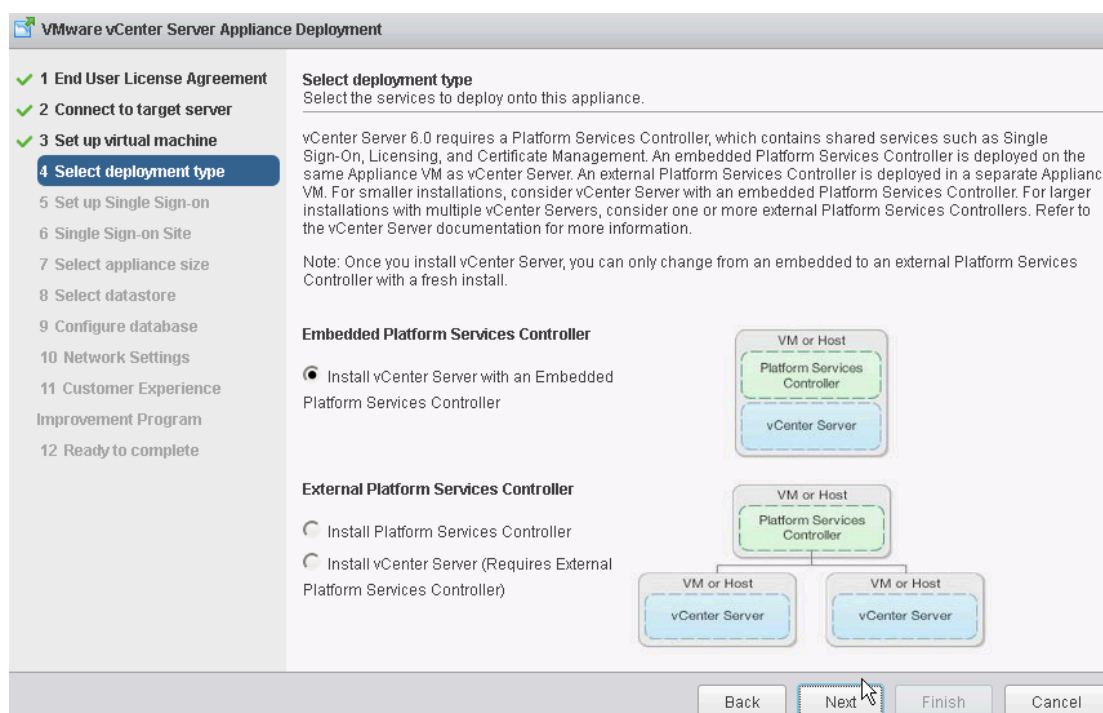
Pro přihlášení k hostiteli přes webové rozhraní stačí zadat do adresní řádky webového prohlížeče název serveru, kdy je uživatel následně přesunut na uvítací obrazovku hypervisoru. Zde je na výběr možnost zalogování přes webové rozhraní, nebo možnost stáhnutí vSphere Clienta. Pro základní konfiguraci byl využit webový prohlížeč, kdy bylo provedeno základní nastavení uživatelských účtů pro přihlášení k hostiteli. V další fázi proběhla na obou hostitech, analogicky k platformě Hyper-V, konfigurace síťového prostředí pro distribuci virtuálních adapterů virtuálním počítačům.

VLANy jsou na platformě VMwaru vytvářeny pomocí definice portgroups skupin, kterým je přiřazen konkrétní VLAN identifikátor. Výsledkem těchto definic je seskupení předpřipravených virtuálních adaptérů, které jsou zobrazeny na obrázku 48.

Name	Active ports	VLAN ID
Management Network	1	0
VM Network VLAN1	0	0
VM Network VLAN2	0	2
VM Network VLAN3	0	3
VM Network VLAN10	0	10
VM Network VLAN12	0	12
VM Network VLAN11	0	11
VM Network VLAN9	0	9
VM Network VLAN8	0	8
vMotion	0	0
VM Network Isolation	0	0

Obrázek 48: Virtuální adaptéry hostitele ASRV05A (Zdroj: autor)

Komplexnější správa nad hypervisory ESXi je prováděna pomocí vCenter Serveru. Ten je k dispozici jako instalovatelná appliance, tedy specificky předpřipravený virtuální počítač, který je instalován na jeden z hostitelských serverů, později však bude přesunut na MSA.

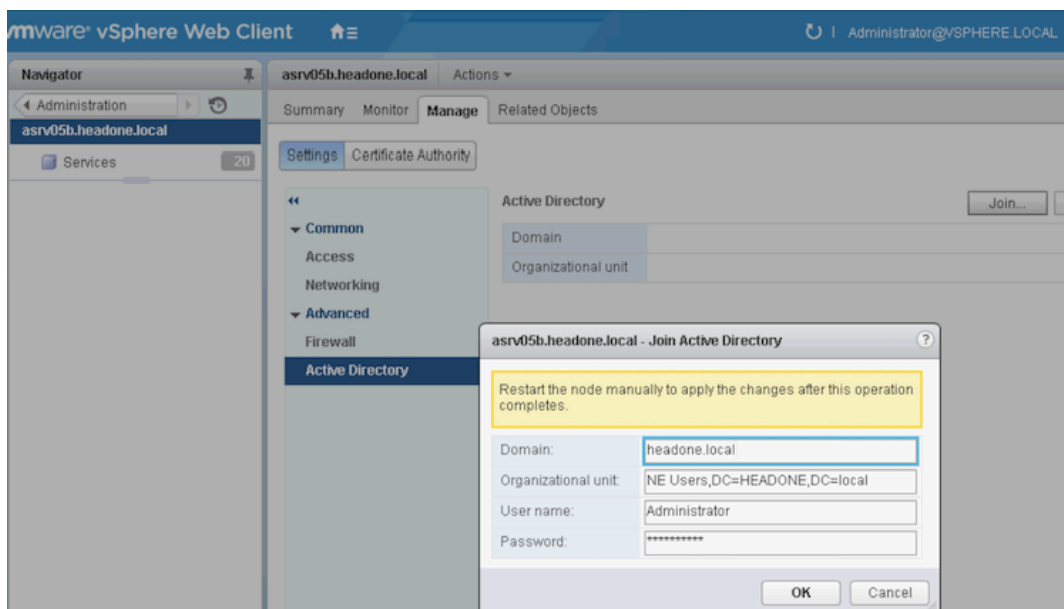


Obrázek 49: Proces instalace vCenter Server (Zdroj: autor)

Při konfiguraci appliance je nutné zvolit přihlašovací údaje uživatelského účtu root, specifikovat cílového hostitele a uložení, provést základní konfiguraci databázového uložení a nastavení síťového prostředí. Následně je možné se k vCenter Serveru přihlásit opět pomocí webového prohlížeče, nebo pomocí klientské aplikace vSphere Client. Jako primární rozhraní pro správu jsme si vybrali vSphere Client, zejména z důvodu rychlejší

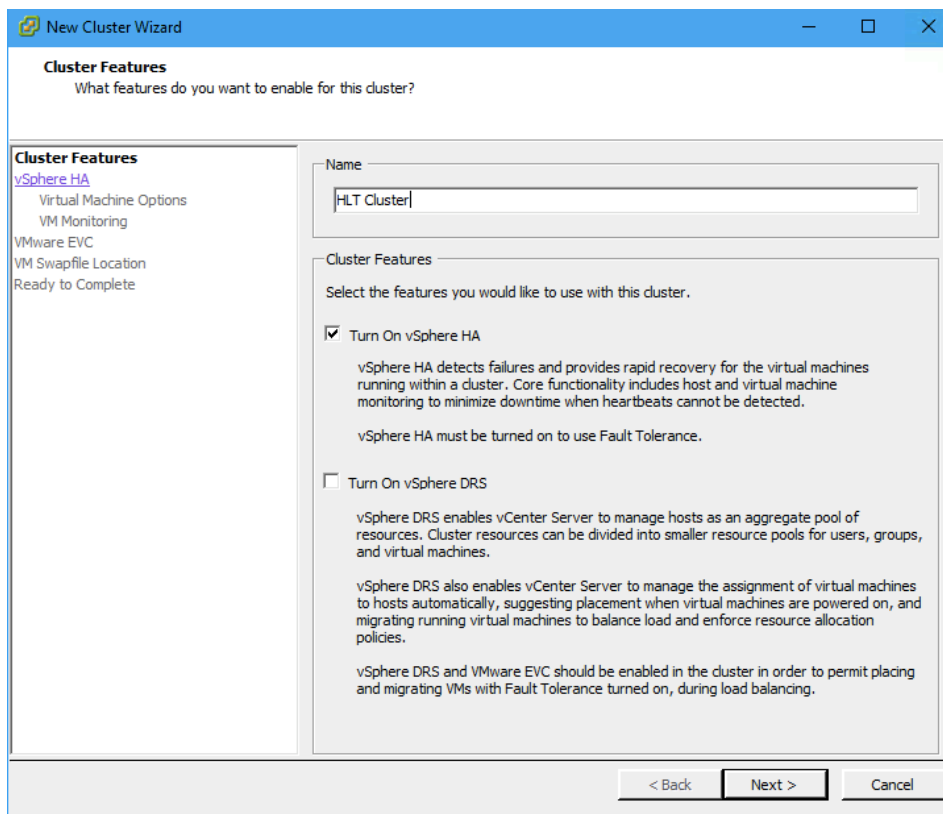


odezvy při práci v uživatelském rozhraní. vCenter Server je důležitou součástí platformy VMware zejména díky centrální správě virtualizace, možnosti vytvoření clusteru vysoké dostupnosti (HA) a dalším nadstandardním funkcím. Alternativní webové rozhraní pro správu jsme využili například pro nastavení Single Sign-On funkce, kdy jsme schopni pomocí doménových účtů provést přihlášení k vCenter Serveru.



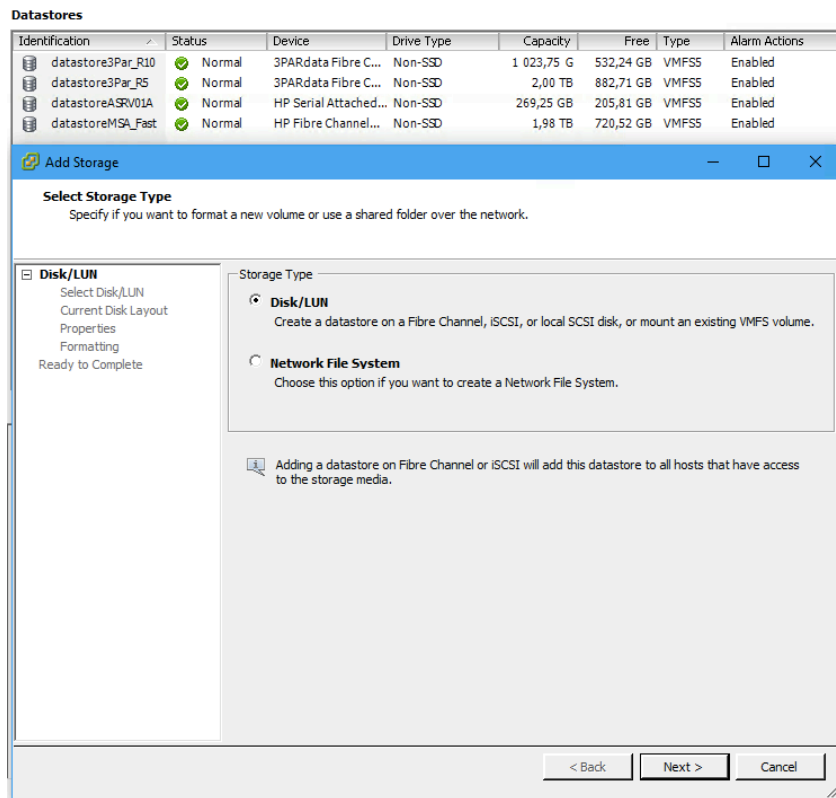
Obrázek 50: Implementace Single Sign-On funkce (Zdroj: autor)

Po provedení základních konfiguračních kroků, které jsou popsány výše, je nyní řešení připraveno pro vytvoření clusteru vysoké dostupnosti. Nejprve je zapotřebí vytvořit kontejnerový objekt Datacenter, který tvoří nejvyšší prvek v hierarchickém uskupení objektů. Následně je nutné přiřadit do tohoto datacenteru jednotlivé hostitelské servery a poté vybrat možnost Create a cluster pro vytvoření HA clusteru. Veškeré tyto nabídky jsou v obou rozhraních pro správu přehledně dostupné na úvodní obrazovce. Pro vytvoření clusteru je připraven jednoduchý průvodce se základními možnostmi konfigurace monitoringu, politik chování clusteru a způsobu uložení swapfile souboru.



Obrázek 51: Průvodce pro vytvoření HA clusteru (Zdroj: autor)

Prostředí je téměř hotové pro jeho možné nasazení do ostrého provozu. Zbývá pouze dokončit konfiguraci datových uložišť, ke kterým budou hypervisory přistupovat. Mapování uložišť je možné spravovat pomocí vCenter Serveru, kde je nutné označit konkrétního hypervisora, zvolit nabídku Configuration a následně vybrat záložku Storage. Zde je možné přiřadit disk na základě distribuovaného LUN identifikátoru ze sítě SAN. Platformě VMware jsou ve finálním řešení distribuovány oddíly 3PARu v RAIDU 1(0) a v RAIDU 5, kde prvně zmíněný oddíl je určen pro potřeby výkonných virtuálních počítačů (například databázové stroje) a pětkový oddíl je volený pro běžné virtuální počítače bez potřeby diskové akcelerace. Zároveň je hypervisoru zpřístupněn také oddíl z MSA, server ASRV01A vidí i své lokální uložště, se kterým je schopný pracovat.



Obrázek 52: Finální mapování uložišť pro ASRV01A (Zdroj: autor)

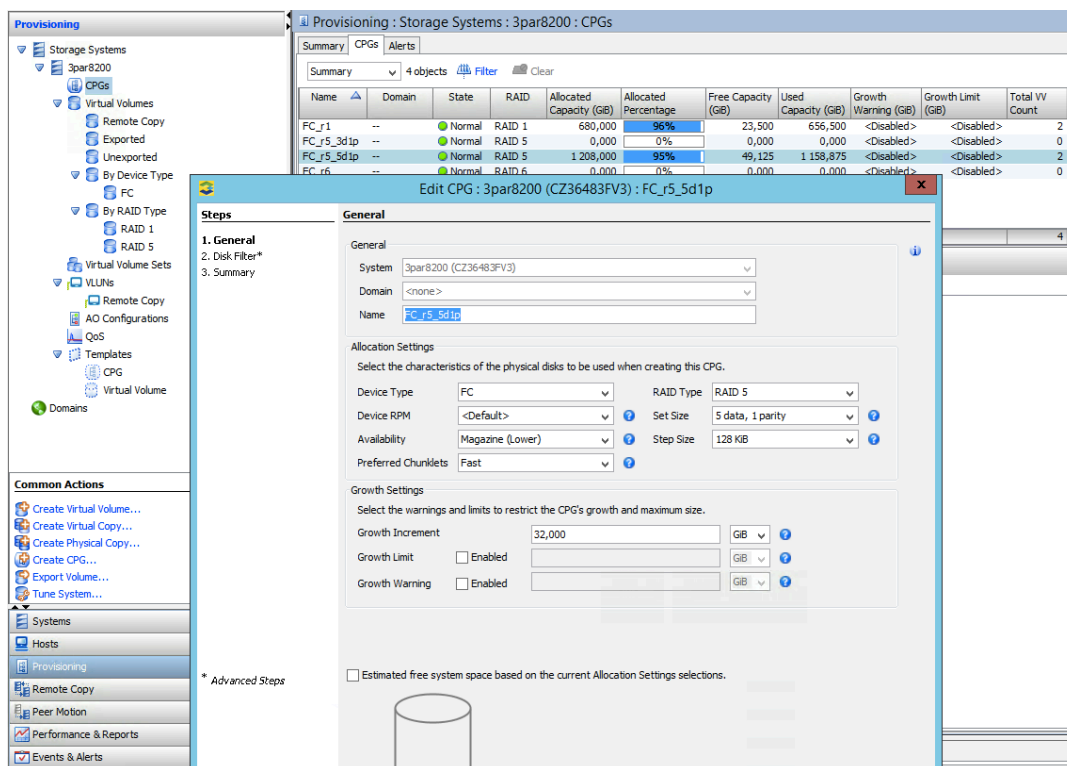
## 5.4.6 Konfigurace diskového pole 3PAR

Diskové pole 3PAR je typický svou unikátní architekturou a přístupem k práci s disky. Z důvodů komplexnosti problematiky diskového pole 3PAR bylo zařízení instalováno a konfigurováno technikem společnosti HP, kdy se definice řešení odvíjela od požadavků společnosti HLT Group, která vyžadovala, aby výstup z diskového pole byl distribuován platformě VMware a Hyper-V ve variantě rychlejších a pomalejších disků.

Výsledkem finálního návrhu je vyhotovení dvou virtuálních oddílů RAID 5 a RAID 1 (RAID 10), který v testech dosahuje vyšších výkonů. U 3PARu je důležité vědět, že RAID 1 je vždy zároveň RAID 10, protože data jsou rozsekána na tzv. proužky napříč všemi interními zdroji.

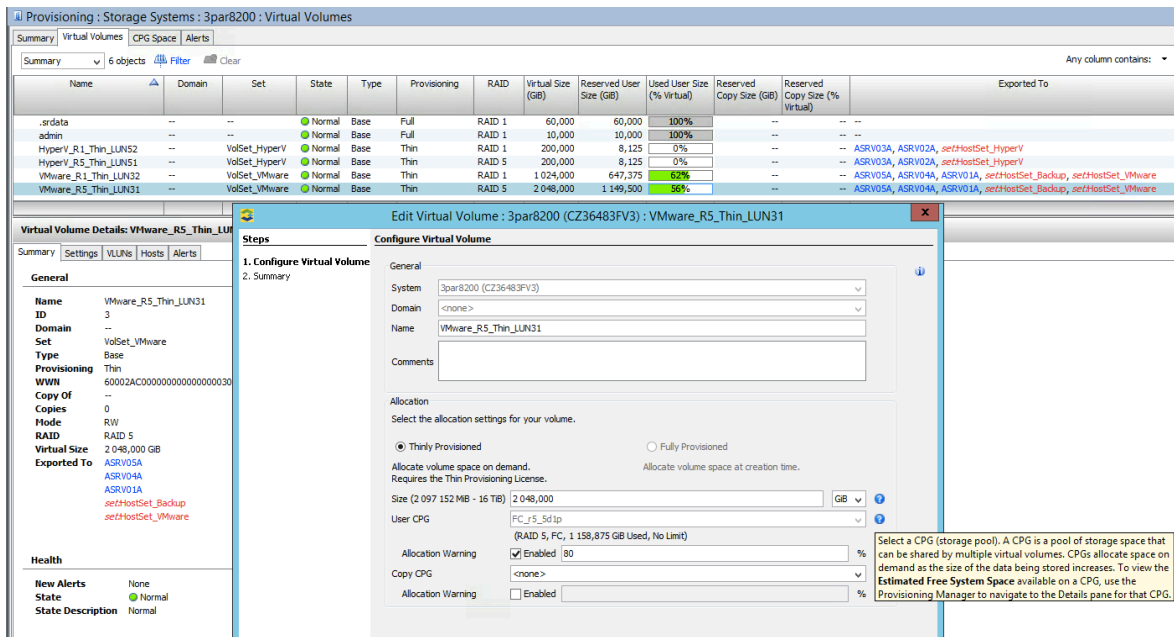
Diskové pole 3PAR pracuje s tzv. chunklety, které jsou základní diskovou alokační jednotkou s pevnou velikostí 1 GB. Vytvářeny jsou standardní chunklety na každém disku a spare chunklety, které nahrazují klasické spare disky. Chunklety dovolují vytvářet svazky napříč různými disky o různých velikostech. Princip spočívá v alokaci určitého počtu chunkletů napříč diskovým polem, nad kterými je následně vytvořen daný RAID.

Důležitým pojmem je CPG, který popisuje definici toho, na jakých discích se má zvolený RAID odehrávat a s jakou dostupností má rozmísťovat jednotlivé datové bloky. Jedná se tedy o virtuální skupiny logických disků, na kterých jsou vytvářeny virtuální volume pro ukládání dat.



Obrázek 53: Správa CPG diskového pole 3PAR (Zdroj: autor)

Na obrázku 53 jsou viditelné další CPG s názvy FC\_r5\_3d1p a FC\_r6, tyto jsou zde definovány z výroby a slouží spíše jako šablona pro pochopení principů. Dalším krokem je vytvoření konkrétních virtuálních volume, kde je využito definovaných CPG konfigurací. Tyto virtuální volume jsou následně exportovány zařízením, pro které jsou určeny. V konzoli pro správu na obrázku 54 je možné pozorovat vytvořené oddíly včetně jejich přiřazení konkrétním zařízením. Diskové pole 3PAR bude primárně určeno pro interní infrastrukturu datového centra a externí zákazníky, pro které jsou v tuto chvíli přichystány výkonné hardwarové zdroje.



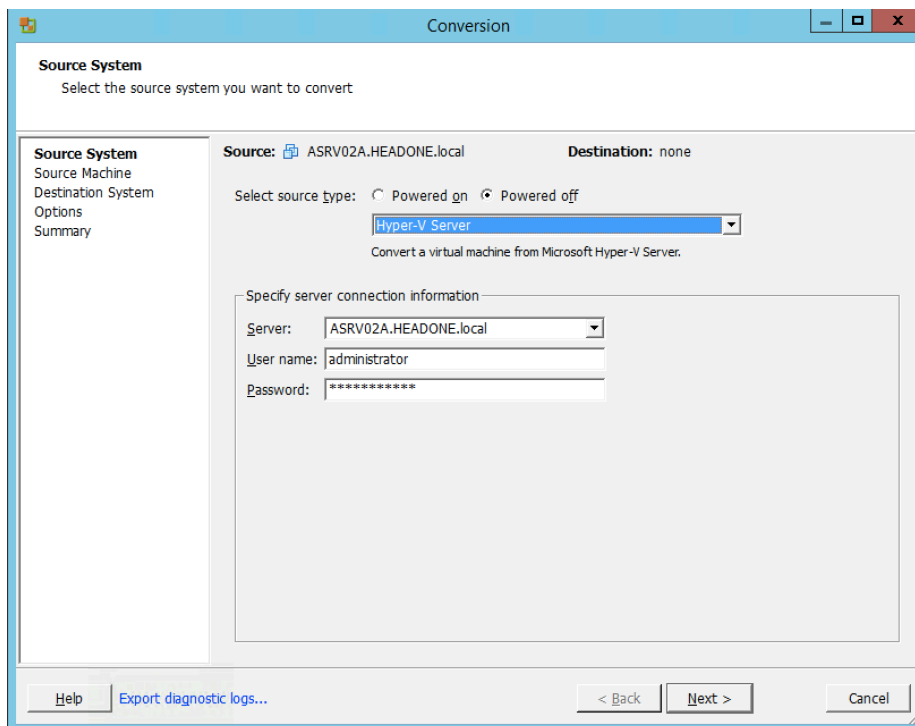
Obrázek 54: Správa virtuálních oddílů diskového pole 3PAR (Zdroj: autor)

Primárně budou prostředky 3PARu provozovány virtuálními počítači z platformy VMware. Je zde však ponechán také částečný datový prostor pro platformu Hyper-V.

### 5.4.7 Migrace virtuálních počítačů na VMware platformu

V této fázi projektu modernizace datového centra je již plně zprovozněno fyzické zapojení hardwaru a LAN infrastruktury, v provozu je také virtualizace v podobě Hyper-V a vSphere Hypervisorů a nyní i SAN infrastruktura. Jedním z posledních důležitých bodů je migrace části virtuálního prostředí na platformu VMware (V2V migrace). Ta proběhla pomocí instalovatelného nástroje VMware vCenter Converter Standalone, který byl instalován na server prostředníka ASRV04A.

Software dokáže pomocí agentů komunikovat s hypervisory a vybrat ze specifikovaného zdrojového hypervisoru konkrétní virtuální počítače, pro které je stanoven cílový hypervisor. Při procesu migrace je možné změnit některé hardwarové prostředky, například konfiguraci virtuálního adaptéru a datastoru. V této fázi projektu byla migrována polovina virtuální infrastruktury, konkrétně 21 virtuálních počítačů. Ty byly po migraci zařazeny do HA clusteru platformy VMware. Při převodu virtuálních počítačů na ESXi hypervisory a 3PAR datastore bylo zaznamenáno razantní vjemové zrychlení chodu virtuálních počítačů. Migrace probíhala postupně, zpravidla ve stanovené době údržby konkrétního zákazníka, časová náročnost úkonů migrace byla 48 hodin.



Obrázek 55: Průvodce nástroje VMware vCenter Converter Standalone (Zdroj: autor)

#### 5.4.8 Finální konfigurační úkony

Výše jsou popsány klíčové kroky při nasazení modernizovaného řešení datového centra společnosti HLT Group. Po těchto úkonech následovalo řešení dalších dílčích úkonů, které se samotné virtualizace dotýkají, ale nejsou primárním předmětem praktické části diplomové práce. Výčet dalších konfiguračních kroků je popsán v následujícím seznamu:

- Nasazení zálohovacího softwaru HP DataProtector, využito virtual appliance HPE Data Protector Install Server.
- Nasazení virtual appliance pro správu antivirových programů ESET.
- Nasazení Power Chute virtual appliance pro řízení UPS.
- Celkové navýšení virtuálních zdrojů virtuálním počítačům.
- Realizace plánovaného navýšení virtuálních počítačů do celkového počtu 79 VM.

## **5.5 Shrnutí výsledků práce**

Diplomová práce je ve své praktické části zaměřena na projektový záměr modernizace datového centra, kde je konkrétně popsán výběr virtualizační platformy a implementační kroky zvoleného řešení. Projektový záměr začal být tvořen z kraje roku 2016, kdy společnost HLT Group začala dosahovat stropu dostupných hardwarových prostředků, především pak operačních pamětí hypervisorů. Projekt dospěl do fáze realizace na přelomu roku 2016/2017, kdy byl odstartován sled implementačních činností, které vedly k výrazné modernizaci hardwarových komponent a k instalaci nové virtualizační platformy. Realizací projektu společnost HLT Group dosáhla výrazného navýšení výpočetních kapacit datového centra, které je nyní schopno pojmout výrazně více klientů.

Samotná realizace modernizace probíhala po dobu 10 týdnů, během kterých společnost HLT Group usilovně pracovala, ve spolupráci s techniky ze společnosti HP, na implementaci kroků, které jsou popsány výše v praktické části práce. Během realizace došlo hned k několika problémům, které však měly pouze minimální dopad na celkovou realizaci projektu. Zpravidla se jednalo o dodání vadných dílů, kdy zejména implementace nového MSA způsobila časové zdržení, neboť původně dodaný controller nebylo možné uvést do provozuschopného stavu. Zařízení bylo mrtvé a bez napájení, proběhla tedy reklamace, která byla vyřízena do tří dnů. Problém nastal také při fyzickém ožívování diskového pole 3PAR, kdy zařízení nebylo schopné navázat vyžadovanou komunikaci se servery HP. Tato instalace však byla od počátku v režii techniků HP, kteří problém vyřešili upgradem firmwaru zařízení.

### **5.5.1 Porovnání původního a nového řešení**

Zaměstnanci HLT Group se shodli ve tvrzení, že je pocitově znát zrychlení chodu virtuálních počítačů, které jsou provozovány na hypervisorech vSphere Hypervisor a diskovém poli 3PAR. Zpětnou vazbu společnost dostala také od několika svých zákazníků, kteří i bez navýšení výpočetní kapacity virtuálních zařízení zaznamenali rychlejší odezvu při práci s virtuálním počítačem.

#### **Navýšení dostupnosti služeb**

V době dokončování diplomové práce je nově nasazená virtualizace v provozu již necelých 6 měsíců. Během této doby nebylo nutné hypervisory ESXi odstavit, zároveň nedošlo ani k jedinému výpadku, který by byl způsoben ryze selháním některého z nodů.

Name	State	Status	% CPU	% Memory	Memory Size	CPU C...	NIC Count	Uptime
172.16.2.101	Connected	✔ No...	14	33	262109,20 M	2	6	174 days
172.16.2.111	Connected	✔ No...	4	46	262014,00 M	2	6	174 days

Obrázek 56: Stav dostupnosti hypervisorů ESXi půl roku po nasazení (Zdroj: autor)

Ačkoliv je šestiměsíční doba krátká pro učinění finálního tvrzení, lze na základě výše popsaného tvrdit, že datové centrum u klíčových virtuálních systémů díky projektu modernizace datového centra skutečně dosáhlo výrazného navýšení dostupnosti služeb.

Původní infrastruktura virtualizace Hyper-V, i přes částečnou obměnu hardwaru (odebrání ASRV01A, přidání ASRV03A), trpí i nadále nahodilým selháním nodu. K tomuto došlo od dob realizace projektu celkem třikrát, kdy chyba nastala i u přidaného serveru ASRV03A. Na základě tohoto lze tvrdit, že selhávání hypervisorů původního řešení nebylo způsobováno čistě hardwarovou konfigurací hypervisoru. Původní Hyper-V hypervisor ASRV01A je nyní bez problému provozován v clusterovém nasazení na platformě VMwaru.

### Stabilizace chodu datového centra

Díky navýšení kapacity dostupné operační paměti, která po sečtení paměti všech hostitelů tvoří zdroj o hodnotě 1 024 GB, jsou schopny obě platformy bezproblémově provozovat cluster vysoké dostupnosti. Pod ten jsou u obou řešení virtualizace převedeny veškeré virtuální počítače, přičemž je stále dostupná dostatečná kapacita i pro instalaci nových strojů. Stabilizován byl chod datového centra ve všech hodnocených parametrech, společnost HLT Group proto hodnotí investici v hodnotě 3 000 000 Kč jako prospěšnou.

Tabulka 16: Porovnání původního a nového řešení (Zdroj: autor)

Položka	Původní řešení virtualizace	Nové řešení virtualizace
Virtualizační technologie	Hyper-V	Hyper-V, vSphere Hypervisor
Počet hypervisorů	2	4
Dostupná operační paměť	160 GB/hypervisor	256 GB/hypervisor
Dostupná datová kapacita	MSA (A), kapacita 5.5 TB	MSA (A,B), 3PAR, kapacita 10 TB
Cluster HA	Částečně	Kompletní pokrytí VM, obě platformy
Zálohování	Datové pásky	Datové pásky, lokální úložiště DC
Počet provozovaných VM	46 VM (dosaženo limitu)	79 VM (kapacita dostupná až pro 150 při vhodné konfiguraci a strategii)
Správa platformy	Aplikace	Aplikace, webové rozhraní
Počet selhání hypervisoru za období půl roku	Hyper-V až 8x	Hyper-V 3x, vSphere Hypervisor 0x
SAN infrastruktura	NE	ANO



## 6. Závěr

Cílem práce bylo představit přístupy k virtualizaci v prostředí datových center, provést výběr vhodné virtualizační platformy a následně uvést kroky jejího nasazení. Po teoretické stránce byla v kapitole 1 rozebrána základní problematika hypervisorů, jejich typy a rozdělení virtualizace jako takové. Součástí rozebíraného tématu byl popis klíčových technik, které jsou ve virtualizaci využívány. Na základě těchto teoretických poznatků lze popsat výhody virtualizace a částečně tak specifikovat důvody pro její nasazení.

Pro realizaci praktické části práce bylo dále nutné v kapitole 2 analyzovat konkrétní virtualizační nástroje. Z průzkumu dostupných platform vylynulo, že pro nasazení virtualizace do prostředí datových center jsou vhodné zejména komerční nástroje, konkrétně řešení společností VMware a Microsoft. Zároveň bylo zjištěno, že stávající verze produktů nabízí u obou platform téměř totožné virtualizační nástroje a techniky. Na základě poznatků získaných v kapitole 2 lze tvrdit, že není možné jednoznačně určit vhodné řešení virtualizace datového centra bez dalšího výzkumu.

Pro snadnější výběr platformy byly v kapitole 3 rozebrány požadavky na datová centra z pohledu zákazníků. Z analýzy vyplývá, že požadavky se různí v závislosti na velikosti datového centra i velikosti zákazníka. Z tohoto důvodu byla stanovena kategorizace zákazníků a datových center, kde byl v závěru kapitoly na základě reálného příkladu sestaven základní souhrn o provozovaných a poptávaných službách datových center se zaměřením na malé a střední podniky. Spíše než specifikaci požadavků na virtualizaci však tento průzkum přinesl obecný pohled na trend migrace podnikových IT do virtualizovaného prostředí.

Analýza virtualizačních platform byla dokončena stanovením výběrových parametrů v kapitole 4, kde bylo čerpáno z doposud získaných vědomostí a z praxe autora diplomové práce. Jednotlivé parametry byly rozděleny do několika kategorií, které reflektují specifické pohledy na virtualizaci. Stanovené parametry byly dále přímo využity při analýze a výběru platformy v praktické části diplomové práce.

Praktickým výstupem práce je vyhotovená analýza původní infrastruktury datového centra společnosti HLT Group, u které je projekt modernizace datového centra a nasazení platformy realizován. Při této analýze byly zjištěny zásadní nedostatky původního řešení, jedná se zejména o nedostatečný výpočetní výkon a časté problémy se stabilitou

hypervisorů. Na základě analýzy stávajícího prostředí a s ohledem na požadavky datového centra bylo zpracováno bodové ohodnocení výběrových parametrů, které posloužilo pro výběr finálního řešení. Na základě výsledků analýzy byla vybrána platforma VMware, kde její implementace spolu s dalšími kroky modernizace datového centra, je popsána v praktické části této diplomové práce. Dokumentováno bylo zároveň nasazení diskových polí 3PAR, MSA i instalace platformy Hyper-V, která zůstává běžet po boku nově nasazeného řešení z důvodů závislosti vnitřní infrastruktury společnosti na dané platformě. I přes podrobnou analýzu o výběru platformy bylo tedy nakonec popsáno nasazení obou komerčních platforem.

Diplomová práce byla ukončena shrnutím výsledků práce a porovnáním původního a nového řešení, ze kterých vyplývá jasné zlepšení situace po modernizaci datového centra oproti původnímu stavu.

## Seznam použité literatury

- [1] Gartner. *Worldwide IT Spending Forecast* [online]. Stamford, Connecticut, 2017 [cit. 2017-07-18]. Přístup z Internetu: URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3568917>
- [2] Vše o datacentrech. *Firmy důvěřují Cloudu, datová centra dále porostou* [online]. 2016 [cit. 2017-07-18]. Přístup z Internetu: URL: <http://vseodatacentrech.cz/2016/01/11/firmy-duveruji-cloudu-datova-centra-dale-porostou/>
- [3] MARSHALL, David; REYNOLDS, A., Wade; a MCCRORY, Dave. *Advanced server virtualization: VMware and Microsoft platforms in the virtual data center*. Boca Raton: Auerbach Publications, 2006 [cit. 2017-05-12]. ISBN 978-084-9339-318
- [4] PORTNOY, Matthew. *Virtualization Essentials*. Indianapolis. Willey & Sons, 2016 [cit. 2017-05-13]. ISBN 9781119267720
- [5] VMware. *Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist* [online]. 2008 [cit. 2017-07-19]. Přístup z Internetu: URL: <https://www.vmware.com/techpapers/2007/understanding-full-virtualization-paravirtualizat-1008.html>
- [6] DRÁB, Martin. *Jádro systému Windows: kompletní průvodce programátora*. Brno: Computer Press, 2011 [cit. 2017-07-19]. Programování (Computer Press). ISBN 978-80-251-2731-5
- [7] CHISNALL, David. *The definitive guide to the Xen hypervisor*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, c2008 [cit. 2017-07-19]. ISBN 013234971X.
- [8] RUEST, Danielle a RUEST, Nelson. *Virtualizace: podrobný průvodce*. Přeložil Pavel VAIDA. Brno: Computer Press, 2010 [cit. 2017-07-19]. ISBN 978-80-251-2676-9
- [9] Microsoft Windows IT Center. *Understanding Usage of Virtual Networks and VLANs* [online]. 2017 [cit. 2017-07-20]. Přístup z Internetu: URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/sdn/manage/understanding-usage-of-virtual-networks-and-vlans>
- [10] Cisco Networking Academy. *Routing and switching essentials companion guide*. Indianapolis: Cisco press, c2014 [cit. 2017-07-18]. ISBN 978-1-58713-318-3

- [11] Wikipedie, Otevřená encyklopedie. *Storage Area Network* [online]. 2016 [cit. 2017-07-14]. Přístup z Internetu: URL: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Storage\\_Area\\_Network](https://cs.wikipedia.org/wiki/Storage_Area_Network)
- [12] TATE, Jon; LUCCHESI, Fabiano a MOORE, Richard. *Introduction to storage area networks*. 4th ed. United States: IBM, International Technical Support Organization, 2006 [cit. 2017-07-19]. ISBN 0738495565
- [13] KULHARNI, Mandar; SATNUR, Sunil. *Performance Study of VMware vStorage Thin Provisioning* [online]. 2009 [cit. 2017-07-20]. Dostupné z Internetu: URL: [https://www.vmware.com/pdf/vsp\\_4\\_thinprov\\_perf.pdf](https://www.vmware.com/pdf/vsp_4_thinprov_perf.pdf)
- [14] VMware. *vSphere Availability* [online]. 2014 [cit. 2017-07-14]. Dostupné z Internetu: URL: <https://docs.vmware.com/en/VMware-vSphere/6.0/com.vmware.vsphere.avail.doc/>
- [15] SIRON, Eric. *A step-by-step guide to understand Hyper-V Live Migration* [online]. 2016 [cit. 2017-07-14]. Dostupné z Internetu: URL: <http://www.altaro.com/hyper-v/a-step-by-step-guide-hyper-v-live-migration/>
- [16] VMware. *VMware vCenter Converter Standalone User's Guide* [online]. 2016 [cit. 2017-07-15]. Dostupné z Internetu: URL: [https://www.vmware.com/pdf/convsa\\_61\\_guide.pdf](https://www.vmware.com/pdf/convsa_61_guide.pdf)
- [17] Microsoft Technet. *Microsoft Virtual Machine Converter 3.0* [online]. 2016 [cit. 2017-07-15]. Dostupné z Internetu: URL: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn873998\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn873998(v=ws.11).aspx)
- [18] SIRON, Eric. *Microsoft Hyper-V Cluster Design*. 2013 [cit. 2017-07-25]. ISBN 9781782177685
- [19] Citrix Systems. *Citrix XenServer 7.2 Feature Matrix* [online]. 2017 [cit. 2017-07-25]. Dostupné z Internetu: URL: [https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/product-overview/citrix-xenserver-feature-matrix.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/product-overview/citrix-xenserver-feature-matrix.pdf)
- [20] The Xen Project Wiki. *Xen Project Software Overview* [online]. 2016 [cit. 2017-07-25]. Dostupné z Internetu: URL: [https://wiki.xen.org/wiki/Xen\\_Project\\_Software\\_Overview](https://wiki.xen.org/wiki/Xen_Project_Software_Overview)

- [21] LIVADA, Gica. *10 Things You Need to Know About Citrix XenServer 6.5* [online]. 2015 [cit. 2017-07-25]. Dostupné z Internetu: URL: <http://www.thevirtualist.org/citrix-xenserver-6-5/>
- [22] XenServer, Open Source Virtualization. *XenCenter* [online]. 2017 [cit. 2017-07-25]. Dostupné z Internetu: URL: <https://xenserver.org/partners/developing-products-for-xenserver/21-xencenter-development/88-xc-dev-home.html>
- [23] Citrix. *Citrix XenServer 7.0 Virtual Machine User's Guide* [online]. 2017 [cit. 2017-07-25]. Dostupné z Internetu: URL: <https://docs.citrix.com/content/dam/docs/en-us/xenserver/xenserver-7-0/downloads/xenserver-7-0-vm-users-guide.pdf>
- [24] Red Hat. *KVM - Kernel Based Virtual Machine* [online]. 2009 [cit 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://www.redhat.com/en/files/resources/en-rh-kvm-kernal-based-virtual-machine.pdf>
- [25] Wikipedia, The Free Encyclopedia. *QEMU* [online]. 2017 [cit 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/QEMU>
- [26] Red Hat. *Red Hat Virtualization Feature Guide* [online]. 2016. [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://www.redhat.com/cms/managed-files/vi-rhv4-feature-guide-inc0421083-201607nb-en.pdf>
- [27] Wiki Libvirt. *General Project Documentation* [online]. 2017 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: [http://wiki.libvirt.org/page/Main\\_Page\\_-\\_libvirt\\_Wiki](http://wiki.libvirt.org/page/Main_Page_-_libvirt_Wiki)
- [28] KVM. *Supported Guest OS* [online]. 2017 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: [https://www.linux-kvm.org/page/Guest\\_Support\\_Status](https://www.linux-kvm.org/page/Guest_Support_Status)
- [29] TULLOCH, M. *Understanding Microsoft Virtualization R2 Solutions*. Microsoft Press, 2010. [cit. 2017-07-26] Dostupné z Internetu: URL: <http://download.microsoft.com/download/5/B/4/5B46A838-67BB-4F7C-92CB-EABCA285DFDD/693821ebook.pdf>. ISBN 978-0-7356-9382-1.
- [30] Altaro, Hyper-V Hub. *What is Hyper-V Manager and how does it work?* [online]. 2017 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <http://www.altaro.com/hyper-v/hyper-v-manager-2/>

- [31] Altaro, Hyper-V Hub. *Working With Roles in Failover Cluster Manager* [online]. 2016 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <http://www.altaro.com/hyper-v/failover-cluster-manager/roles/>
- [32] Microsoft Windows IT Center. *What's new in Hyper-V on Windows Server 2016* [online]. 2017 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/virtualization/hyper-v/what-s-new-in-hyper-v-on-windows>
- [33] Microsoft Windows IT Center. *Supported Linux and FreeBSD virtual machines for Hyper-V on Windows* [online]. 2016 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/virtualization/hyper-v/supported-linux-and-freebsd-virtual-machines-for-hyper-v-on-windows>
- [34] VMware. *The Architecture of VMware ESXi* [online]. 2007 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: [https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/techpaper/ESXi\\_architecture.pdf](https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/techpaper/ESXi_architecture.pdf)
- [35] FENECH, Jason, VMware Hub. *A quick look at VMware vSphere Editions and Licensing* [online]. 2017 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <http://www.altaro.com/vmware/a-quick-look-at-vmware-vsphere-editions-and-licensing/>
- [36] VMware. *vCenter Server and Host Management* [online]. 2016 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://docs.vmware.com/en/VMware-vSphere/6.5/vsphere-esxi-vcenter-server-65-host-management-guide.pdf>
- [37] VMware. *What's New in VMware vSphere 6.5* [online]. 2016 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/whitepaper/vsphere/vmw-white-paper-vspher-whats-new-6-5.pdf>
- [38] VMware. *VMware Compatibility Guide* [online]. 2017 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php>
- [39] What Matrix. *Comparisons Microsoft and VMware products* [online]. 2017 [cit. 2017-07-26]. Dostupné z Internetu: URL: <https://www.whatmatrix.com/comparison/Virtualization>

- [40] GANORE, Pravin. *Different Types Of Data Centers And Their Different Tasks* [online]. 2010 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z Internetu: URL: <https://www.esds.co.in/blog/different-types-of-data-centers-and-their-different-tasks/> - sthash.1P45yWNm.dpbs
- [41] Bajty web. *Klasifikace datových center* [online]. 2014 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z Internetu: URL: <http://www.bajty.info/2014/03/klasifikace-datovych-center.html>
- [42] Uptime Institute. *Uptime Institute Tier Certification* [online]. Dostupné z Internetu: URL: <https://uptimeinstitute.com/TierCertification/allCertifications.php?page=1&ipp=All&clientId=&countryName=Czech Republic&tierLevel=>
- [43] Business Center. *Obchodní zákoník* [online]. [cit. 2017-07-27]. Dostupné z Internetu: URL: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/obchzak/cast1.aspx>
- [44] Eur Lex, Access to European Union law. *Mikropodniky, malé a střední podniky: definice a oblast působnosti* [online]. 2016 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z Internetu: URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM:n26026>
- [45] ŠTEFEK, I. *Cenové modely a SLA pro sdílené služby datových center* [online]. 2012 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z Internetu: URL: [https://vskp.vse.cz/34848\\_cenove\\_modely\\_a\\_sla\\_pre\\_zdielane\\_sluzby\\_datovych\\_centier](https://vskp.vse.cz/34848_cenove_modely_a_sla_pre_zdielane_sluzby_datovych_centier)
- [46] UČEŇ, Pavel. *Service Level Agreement jako hlavní parametr řízení informatiky v podniku* [online]. 2010 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z Internetu: URL: <https://is.bivs.cz/el/6110/zima2010/B101OIS1/SLA.doc>
- [47] Tsoft. *Co přináší zákon o kybernetické bezpečnosti* [online]. 2015 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z Internetu: URL: <http://www.tsoft.cz/zakon-o-kyberneticke-bezpecnosti/>
- [48] Zákony pro lidi. *Vyhláška č. 316/2014 Sb.* [online]. 2014 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z Internetu: URL: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-316>

### Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
Bc. Nývlt Vladimír	Dlouhá 576, Trutnov - Horní Staré Město	I1500713

#### TÉMA ČESKY:

Analýza a výběr virtualizační platformy pro datové centrum

#### TÉMA ANGLICKY:

Analysis and selecting of virtualization platform for Data Center

#### VEDOUCÍ PRÁCE:

Mgr. Josef Horálek, Ph.D. - KIT

#### ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je představit nejnovější principy a přístupy k virtualizaci v prostředí datového centra, definovat požadavky a parametry pro její využití, provést výběr vhodné platformy a představit postup a výsledky realizace nasazení.

V teoretické části autor představí principy virtualizace a vybraných platformem využitelných v prostředí datového centra, provede analýzu požadavků klientů a možností datového centra a navrhne parametry pro výběr nejlepšího řešení.

V praktické části pak autor představí jednotlivé kroky pro nasazení vybrané platformy, analyzuje a dokumentuje jednotlivé kroky při nasazení a provede analytické porovnání stávajícího a nového řešení.

Návrh osnovy:

Úvod

Principy virtualizace pro datové centrum

Analýza klientů a jejich požadavků na DC

Návrh a výběr parametrů pro volbu virtualizační platformy v DC

Výběr řešení a jeho implementace

Kritické zhodnocení nasazení virtualizace

Závěr

#### SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

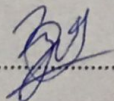
PORTNOY, Matthew. Virtualization essentials. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons, Inc., 2012

SANTANA, Gustavo Alessandro Andrade. Data center virtualization fundamentals. Indianapolis, IN: Cisco Press, c2014. ISBN 1587143240.

MARSHALL, David, Wade A REYNOLDS a Dave MCCRORY. Advanced server virtualization: VMware and Microsoft platforms in the virtual data center. Boca Raton: Auerbach Publications, 2006. ISBN 9780849339318.



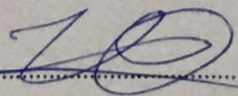
Podpis studenta:



Datum:

14. 10. 2016

Podpis vedoucího práce:



Datum:

14. 10. 2016