



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

VIRTUALIZACE A OPTIMALIZACE IT INFRASTRUKTURY VE SPOLEČNOSTI

VIRTUALIZATION AND OPTIMIZATION OF IT INFRASTRUCTURE IN THE COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Roman Lipták

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Bc. Roman Lipták**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Informační management
Vedoucí práce: **Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Virtualizace a optimalizace IT infrastruktury ve společnosti

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce
Analýza současného stavu
Teoretická východiska práce
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Navrhnout virtualizaci.

Základní literární prameny:

BIGELOW, S. J. a P. MATĚJŮ. Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů. 1.vydání. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0178-9.

DITTNER R. a D. RULE. Best Damn Server Virtualization Book Period. Syngress, 2007. ISBN 978--59749-217-1.

CHEVANCE, R. J. Server Architectures: Multiprocessors, Clusters, Parallel Systems, Web Servers, and Storage Solutions. Surry Hills: Digital Press, 2004. ISBN 978-1555583330.

KUSNETZKY D. Virtualization - A Manager's Guide. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011. ISBN 9781449306458.

RUEST D. a N. RUEST. Virtualizace: podrobný průvodce. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-8-251-2676-9.

VELTE, A. T., T. J. VELTE a R. C. ELSENPETER. Cloud Computing: praktický průvodce. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3333-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá využitím technológií virtualizácie a konsolidácie s cieľom optimalizácie IT infraštruktúry vo vybranej spoločnosti. V analýze je spracovaný súčasný stav IT infraštruktúry a sú uvedené požiadavky pre budúci rozvoj. Teoretická časť obsahuje popis technológií a postupov používaných pri virtualizácii a konsolidácii. Následne je vytvorený návrh optimalizácie a rozšírenia IT vybavenia spolu s managementom, implementáciou a ekonomickým zhodnotením riešenia.

Abstract

Master's thesis deals with the use of virtualization and consolidation technologies in order to optimize IT infrastructure in a selected company. The analysis contains current state of IT infrastructure and requirements for future upgrade. The theoretical part contains description of technologies and procedures used in virtualization and consolidation. Subsequently, the proposal of optimization and expansion of IT equipment is created together with management, implementation and economic evaluation of the solution.

Kľúčové slova

Virtualizácia, konsolidácia, hypervízor, server, VMware, cluster, optimalizácia

Key words

Virtualization, consolidation, hypervisor, server, VMware, cluster, optimization

Bibliografická citácia

LIPTÁK, Roman. Virtualizace a optimalizace IT infrastruktury ve společnosti [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116002>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Viktor Ondrák.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že predložená diplomová práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne. Prehlasujem, že citácie použitých prameňov sú úplné a že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne dňa 10. mája 2019

.....

Bc. Roman Lipták

Pod'akovanie

Chcem sa pod'akovať vedúcemu mojej bakalárskej práce Ing. Viktorovi Ondrákovi, Ph.D. za ústretový prístup, pripomienky, vecné rady a usmerňovanie pri písaní diplomovej práce a oponentovi Ing. Petrovi Hladišovi za čas, ktorý venoval oponentúre.

OBSAH

ÚVOD	10
1 CIEĽ A METODIKA PRÁCE	11
2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	12
2.1 Popis spoločnosti.....	12
2.1.1 <i>Organizačná štruktúra a kompetencie</i>	13
2.1.2 <i>Analýza priestorov</i>	14
2.2 Servery	16
2.2.1 <i>Využitie serverových prostriedkov</i>	18
2.3 Počítačová sieť	20
2.3.1 <i>Vnútoraná sieť</i>	20
2.3.2 <i>Internetové pripojenie</i>	21
2.4 Požiadavky investora.....	22
2.5 Zhodnotenie analýzy	23
3 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE	24
3.1 Virtualizácia	24
3.2 Konsolidácia	26
3.2.1 <i>Typy konsolidácie</i>	27
3.3 Oblasti virtualizácie	29
3.3.1 <i>Server</i>	29
3.3.2 <i>Desktop</i>	30
3.3.3 <i>Úložisko</i>	31
3.3.4 <i>Sieťové prvky</i>	32
3.4 Hypervízor	33
3.4.1 <i>Typ 1 – Bare metal</i>	33
3.4.2 <i>Typ 2 – Hosted</i>	34
3.4.3 <i>Monolitická architektúra</i>	34
3.4.4 <i>Mikrokernel architektúra</i>	35
3.5 Virtualizačné platformy	36
3.5.1 <i>VMware vSphere</i>	37
3.5.2 <i>Microsoft Hyper-V</i>	40
3.5.3 <i>Citrix Hypervisor</i>	43
3.5.4 <i>Oracle VM</i>	46
3.5.5 <i>Zhodnotenie</i>	48
3.6 Cluster	49
3.6.1 <i>Quorum</i>	50
4 VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA.....	52
4.1 Výber platformy	53
4.2 Návrh virtualizačného prostredia.....	59
4.2.1 <i>Cieľové prostredie</i>	59
4.2.2 <i>Virtuálne servery</i>	62
4.2.3 <i>Centrálne úložisko</i>	64
4.2.4 <i>Lokálna sieť</i>	65
4.2.5 <i>Pripojenie do siete Internet</i>	66
4.3 Stanovenie parametrov zariadení	67
4.3.1 <i>Hostiteľské servery</i>	67

4.3.2	Úložisko a sieťové prvky	68
4.3.3	Záložné zdroje	69
4.4	Výber konkrétnych zariadení	69
4.4.1	Koncové uzly	69
4.4.2	Komponenty	70
4.4.3	Sieťové prvky	71
4.4.4	UPS	72
4.5	Management a monitoring	72
4.5.1	Management a riadenie platformy	73
4.5.2	Softwarová záloha	74
4.5.3	Záloha napájania	75
4.6	Implementácia	76
4.6.1	Činnosti implementácie	76
4.6.2	Projektové riadenie	77
4.7	Ekonomické zhodnotenie	79
4.7.1	Náklady	79
4.7.2	Prínosy	79
	ZÁVER	81
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	82
	ZOZNAM OBRÁZKOV	85
	ZOZNAM TABULIEK	86
	ZOZNAM PRÍLOH	87

ÚVOD

V modernej dobe sa čoraz viac kladie dôraz na efektivitu organizačných procesov a zníženie množstva spotrebovanej energie. ICT sféra umožňuje využívať koncepty a stratégie, ktoré okrem zvýšenia efektivity znižujú náklady spoločnosti a zjednodušujú prácu s prostriedkami. Tieto stratégie majú najvýraznejší dopad v oblasti datacentier, ale majú svoje opodstatnenie a význam aj v malých a stredne-veľkých spoločnostiach.

Medzi popredné technológie patrí virtualizácia a konsolidácia. V ICT je možné virtualizovať takmer všetko - servery, desktopy, úložiská, sieťové prvky, aplikácie, atď. Okrem vyššie spomínaných prínosov sa zlepšuje škálovateľnosť a dynamický rozvoj ICT zariadení. Virtualizácia a konsolidácia vyžadujú prvotný náklad na implementáciu a licencovanie. Z dlhodobého hľadiska dochádza k niekoľko-násobnej návratnosti tejto investície.

1 CIEĽ A METODIKA PRÁCE

Cieľom práce je navrhnúť postupy pre virtualizáciu a optimalizáciu IT infraštruktúry. Prínosom mojej diplomovej práce by malo byť zníženie plánovaných nákladov, zjednodušenie budúceho rozvoja a zvýšenie efektivity pracovného procesu.

V analytickej časti sa zameriam na analýzu spoločnosti, analýzu súčasného stavu IT infraštruktúry a požiadavky investora. V teoretickej časti vymedzím teoretické východiská návrhu virtualizácie a optimalizácie IT infraštruktúry.

Na základe analýzy súčasného stavu a teoretických poznatkov budem v praktickej časti vytvárať vlastný návrh riešenia. Návrh musí spĺňať požiadavky stanovené investorom a musí byť pripravený na implementáciu do pracovného prostredia.

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

V tejto časti diplomovej práce sa budem zaoberať súčasným stavom vybranej spoločnosti. Na úvod vytýčim niekoľko základných informácií o vybranej spoločnosti a rozoberiem jej organizačnú štruktúru.

Ďalej spracujem informácie o súčasnom stave serverového vybavenia a počítačovej siete, ktoré spoločnosť využíva vo svojom pracovnom procese. Zameriam sa tiež na požiadavky tejto spoločnosti. Podklady a informácie pre spracovanie tejto časti boli poskytnuté konateľom spoločnosti.

2.1 Popis spoločnosti

Názov: Infinity s.r.o. (spoločnosť s ručením obmedzeným)

Predmet podnikania: Vývoj software na mieru, administrácia

Logo:



Obrázok 1: Logo spoločnosti (Zdroj: konateľ spoločnosti)

Infinity s.r.o. je spoločnosť zameraná na vytváranie IT riešení pre malé a stredne veľké firmy. Spoločnosť svoju prácu zakladá na prvotnom zanalyzovaní potrieb zákazníka a jeho možností. Na tejto analýze je postavený návrh vytvorený na mieru, presne podľa toho, čo zákazník potrebuje.

Spoločnosť ponúka spektrum služieb v IT segmente. Zameriava sa prevažne na tvorbu webov, vytváranie webových aplikácií na mieru a úpravu alebo administráciu súčasných aplikácií/webov. Produkty nasadzuje do serverového prostredia zákazníka.

Firma je na trhu od roku 2015 a radí sa medzi malé podniky so šestnástimi zamestnancami. Pôsobí iba na slovenskom trhu, prevažne v oblasti stredného Slovenska a jej zákazníkmi sú malé a stredne veľké firmy. Firma má sídlo v meste Ružomberok a nemá žiadne pobočky v iných mestách.

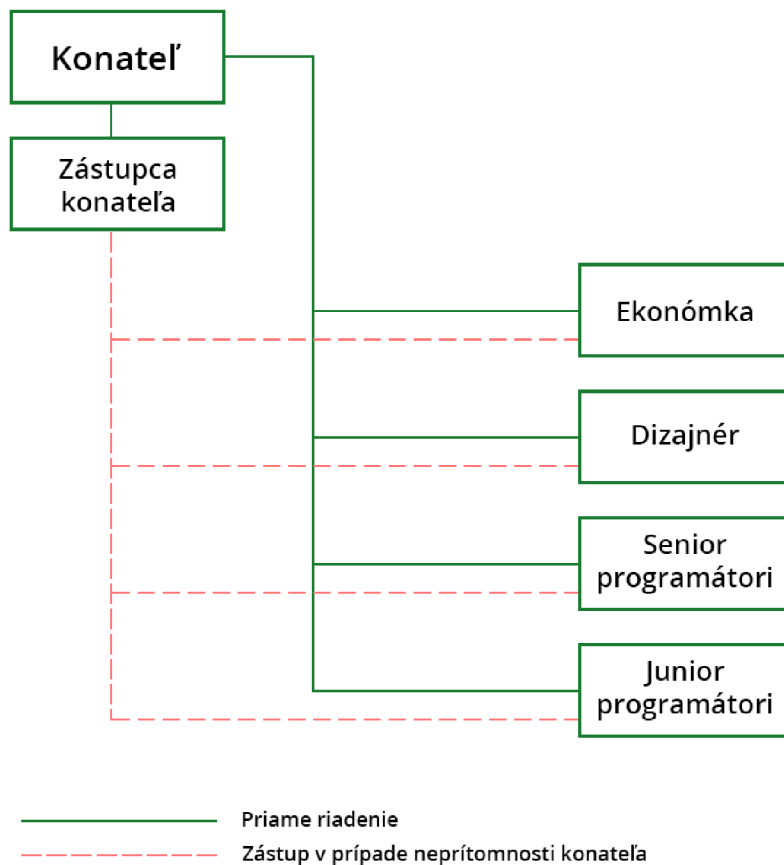
2.1.1 Organizačná štruktúra a kompetencie

Vedenie spoločnosti sa skladá z konateľa a jeho zástupcu. Konateľ sa zaoberá komunikáciou so zákazníkmi a preberá od nich požiadavky. V čase dokončenia produktu konateľ opäť komunikuje so zákazníkom a odovzdáva mu produkt spolu s dokumentáciou. Zástupca konateľa je zároveň aj senior programátor, ktorý zastupuje konateľa v čase jeho neprítomnosti a preberá väčšinu úloh (nemôže vykonávať niektoré právne úkony).

Konateľ spolu so svojim zástupcom a s ďalším senior programátorom analyzujú požiadavku a pomocou techniky WBS – „Work Breakdown Structure“ – rozložia komplexné zadanie na menšie časti. Následne vytvárajú časový plán, ktorý obsahuje časovú náročnosť každej úlohy.

Na implementácii a testovaní pracujú zamestnanci spoločnosti. Medzi nich patria dizajnéri, senior programátori a junior programátori. Týchto zamestnancov je štrnásť.

Spoločnosť má vlastné ekonomické oddelenie, ktoré pozostáva z jednej ekonómky. Pod jej kompetencie spadá vedenie účtovníctva, fakturácia, evidencia DPH a vedenie miezd.



Obrázok 2: Organizačná štruktúra (Zdroj: vlastné spracovanie)

2.1.2 Analýza priestorov

Priestory spoločnosti sa nachádzajú na 2. poschodí budovy biznis komplexu. V registri budovy sú vedené pod číslom 17 a celková rozloha je 87,5 m². Priestory sú rozdelené do troch miestností (17.1, 17.2 a 17.3), pričom dve z nich sú využívané ako kancelárie pre zamestnancov a tretia miestnosť je využitá ako servisná miestnosť. V priestoroch je dvojité strop, v ktorom sa nachádza osvetlenie.

Miestnosť 17.1

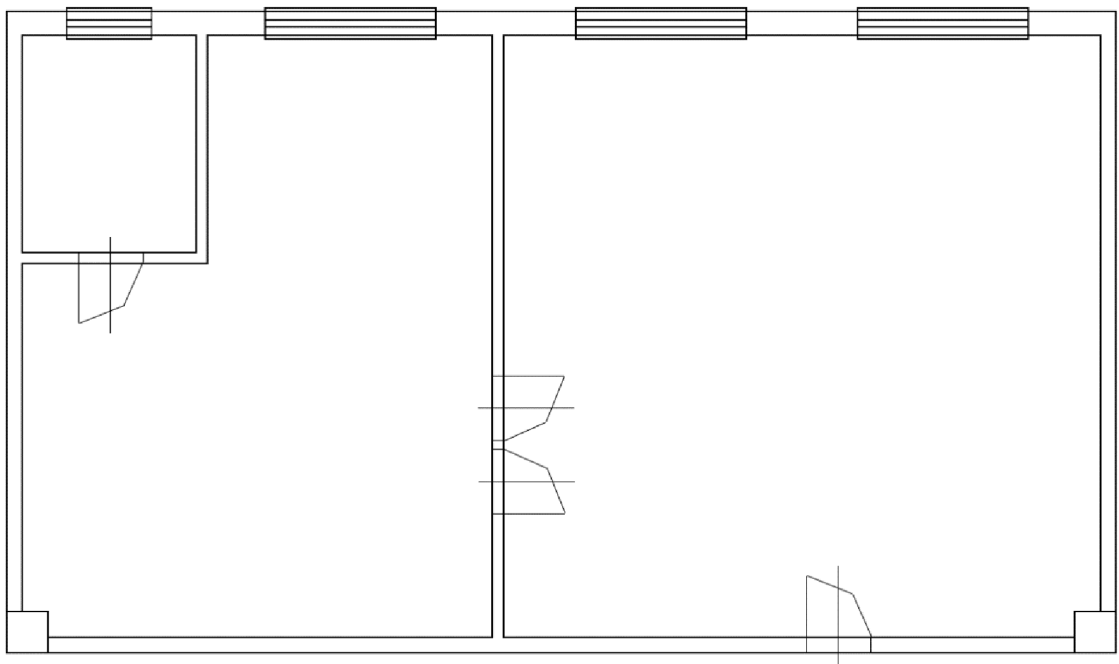
Rozloha miestnosti je 49 m². Miestnosť je prístupná priamo z chodby biznis komplexu. Nachádza sa tu prechod do miestnosti 17.2 cez dvojkrídlové dvere. Miestnosť je využívaná ako kancelária v ktorej pracuje 10 zamestnancov.

Miestnosť 17.2

Rozloha miestnosti je 33,5 m². Miestnosť je prístupná z miestnosti 17.2. Nachádza sa tu prechod do servisnej miestnosti 17.3 a taktiež kuchynský kútik. Miestnosť je využívaná ako kancelária v ktorej pracuje 6 zamestnancov.

Miestnosť 17.3

Rozloha miestnosti je 5 m². Miestnosť je prístupná z miestnosti 17.3 a je využívaná ako servisná miestnosť. Nachádza sa tu rack s hardwarovými prvkami a čiastočne je využívaná ako sklad. Aktuálne je do miestnosti privedený kábel od poskytovateľa Internetu, ktorý vedie zo strechy budovy cez servisnú šachtu, následne cez chodbu komplexu a miestnosť 17.2. Servisná miestnosť je klimatizovaná a uzamykateľná, pričom prístup majú povolený iba niektorí zamestnanci.



Obrázok 3: Pôdorys priestorov spoločnosti (Zdroj: vlastné spracovanie)

2.2 Servery

Súčasná serverová infraštruktúra pozostáva z troch serverov značky Dell (pomenované ALPHA, BETA a GAMMA), ktoré sú umiestnené v sídle firmy. Servery boli zakúpené v roku 2017 ako kompletná výmena infraštruktúry z roku 2015. Sú umiestnené a zapojené v oddelenej klimatizovanej miestnosti.

Spoločnosť využíva servery ako podporu pre firemné procesy a vývoj produktov. V súčasnosti sú postavené na platforme Microsoft Windows Server 2012 R2. Dáta sú ukladané lokálne na diskoch jednotlivých serverov. Každý týždeň je na externý harddisk vykonaná záloha dôležitých materiálov zo serverov BETA a GAMMA. Záloha je automatizovaná skriptom, avšak zamestnanec musí manuálne prepojiť harddisk postupne na obidva servery. Jeden zo serverov (ALPHA) má zálohovaný zdroj pomocou UPS.

Všetky tri servery sú využívané okrem iného na kompilovanie a testovanie softwaru a aplikácií, ktoré spoločnosť vyvíja. Pre tieto účely je na každom z nich vytvorené prostredie obsahujúce nástroje využívané programátormi.

Za posledné dva roky, počas ktorých boli servery využívané, sa z nich postupom času stalo nehomogénne prostredie. Servery nie sú využívané efektívne a spoločnosť je zaťažená zbytočnými nákladmi.

Tabuľka 1: Špecifikácia serveru ALPHA (Zdroj: vlastné spracovanie)

ALPHA	
Výrobca	DELL
Model	PowerEdge R630
Typ	Rack 1U
OS	Windows Server 2012 R2
Hardware	2x Intel® Xeon® Processor E5-2623 v4 64GB RAM DDR4 3x WD Red 4 TB - RAID 5 Ethernet 2x 10Gbit + 2x 1Gbit
Využitie	Vývoj softwaru SQL server File server

Server ALPHA je využitý ako SQL a file server. Nachádza sa tu databáza informačného systému a slúži aj na ukladanie firemných dát pre zamestnancov. Matičná doska tohto servera umožňuje nasadenie dvoch CPU. V tejto konfigurácii je server osadený dvomi Intel Xeon procesormi, pričom majú dostupných 64 GB pamäte RAM.

Konfigurácia harddiskov poskytuje ochranu pred stratou dát. Celková kapacita je 12 TB, avšak využíva redundanciu harddiskov RAID 5, čím sa využiteľná kapacita znížila na 8 TB. V prípade poruchy jedného harddisku je po jeho výmene možné dáta obnoviť. Dáta z tohto servera nie sú zálohované na žiadne iné úložisko. Na serveri je spustený SQL server, ktorý je spravovaný softwarom Microsoft SQL Server 2012. Sú v ňom uložené, okrem iných, aj databázy informačného systému a webovej stránky.

Tabuľka 2: Špecifikácia serveru BETA (Zdroj: vlastné spracovanie)

BETA	
Výrobca	DELL
Model	PowerEdge R620
Typ	Rack 1U
OS	Windows Server 2012 R2
Hardware	Intel® Xeon® Processor E5-2609 v2 8GB RAM DDR3 WD Red 2 TB Ethernet 2x 10Gbit + 2x 1Gbit
Využitie	Vývoj softwaru Mail server Web server

Spoločnosť využíva server BETA ako mailový a webový server. Na tento server odkazujú DNS záznamy A a MX. Keďže server je verejne dostupný cez Internet, musel byť umiestnený v demilitarizovanej zóne (DMZ). To znamená, že sa nachádza v logickej podsieti, ktorá je oddelená od zvyšnej časti siete. Kvôli tomu, že sa zvnútra siete pracuje so serverom náročnejšie, je dostupný iba pre konateľa a niektorých senior developerov. Z tohto dôvodu je server využívaný najmenej efektívne. Na serveri je spustený mailový server, ktorý je spravovaný softwarom Microsoft Exchange server 2013. Sú tu uložené emailové schránky užívateľov.

Tabuľka 3: Špecifikácia serveru GAMMA (Zdroj: vlastné spracovanie)

GAMMA	
Výrobca	DELL
Model	PowerEdge R620
Typ	Rack 1U
OS	Windows Server 2012 R2
Hardware	Intel® Xeon® Processor E5-2609 v2 8GB RAM DDR3 WD Red 1 TB Ethernet 2x 10Gbit + 2x 1Gbit
Využitie	Vývoj softwaru Domain controller

Server GAMMA je využitý ako domain controller (DC) – radič domény. Na serveroch je spustená služba Active Directory. Pri akejkoľvek zmene v doméne sa musí zmena previesť v databáze DC. V serverovej štruktúre spoločnosti sa jedná o jediný DC, ktorý zastupuje všetkých 5 „Flexible Single Master Operations“ (FSMO) rolí. Jedná sa o „Schema Master“, „Domain naming Master“, „RID Master“, „Infrastructure Master“ a „PDC Emulator“.

2.2.1 Využitie serverových prostriedkov

Pomocou softwaru Zabbix som podrobne určil využitie serverových prostriedkov. Tento nástroj ponúka vysokovýkonné monitorovanie v reálnom čase, pričom umožňuje monitorovať viaceré zariadenia naraz. Prvok „Zabbix server“, ktorý funguje ako ústredný prvok systému Zabbix a zbiera potrebné dáta, bol nainštalovaný na osobný notebook pripojený do počítačovej siete spoločnosti. Prvok „Zabbix agent“, ktorý zhromažďuje dáta a odosiela ich serveru, bol nainštalovaný na troch monitorovaných serveroch.

Meranie zaťaženia serverov prebiehalo po dobu piatich pracovných dní v hlavnej pracovnej dobe od 9:00 do 17:00. Nástroj Zabbix ponúka sumarizovaný prehľad zistených dát za zvolené obdobie. Do analýzy som zahrnul využitie procesoru, RAM pamäte, ethernet adaptéra a pevných diskov.

Tabuľka 4: Využitie CPU a RAM (Zdroj: vlastné spracovanie)

Server	CPU			RAM		
	Počet vlákien	Priemer	MAX	Kapacita	Priemer	MAX
ALPHA	16	33 %	90 %	64 GB	14 GB	27 GB
BETA	4	16 %	100 %	8 GB	2,8 GB	5,3 GB
GAMMA	4	21 %	100 %	8 GB	3,6 GB	6,7 GB

Využitie výkonu CPU aj RAM je pri všetkých troch serveroch podpriemerné. Výrazne najviac je využívaný server ALPHA, pretože je najvýkonnejší a väčšina zamestnancov pracuje práve s týmto serverom. Server ALPHA tiež funguje ako File a SQL server pre celú spoločnosť. Podľa monitorovacieho nástroja boli maximálne hodnoty využitia CPU dosahované vždy iba krátky čas, väčšinou v jednotkách sekúnd.

Tabuľka 5: Využitie pevných diskov (Zdroj: vlastné spracovanie)

Server	HDD			
	Kapacita	Využitie kapacity	Priemer	MAX
ALPHA	8 TB	4 555 GB	26 MB/s	115,2 MB/s
BETA	2 TB	372 GB	5 MB/s	64,7 MB/s
GAMMA	1 TB	824 GB	7 MB/s	60,0 MB/s

Z prehľadu využitia kapacity pevných diskov je zrejmé, že úložisko serverov BETA a GAMMA nie je efektívne využitú. Úložisko serveru BETA je využitú iba na 20%, zatiaľ čo úložisko serveru GAMMA je využitú až na 88,5%. Podľa monitorovacieho nástroja boli maximálne hodnoty využitia HDD (prenosové rýchlosti) dosahované vždy iba krátky čas, väčšinou v jednotkách sekúnd.

Tabuľka 6: Využitie sieťového adaptéra (Zdroj: vlastné spracovanie)

Server	NET		
	Šírka pásma	Priemer	MAX
ALPHA	1 Gbps	285 Mbps	948 Mbps
BETA	1 Gbps	53 Mbps	589 Mbps
GAMMA	1 Gbps	79 Mbps	525 Mbps

Najvyťaženejší sieťový adaptér je na serveri ALPHA, nakoľko funguje ako SQL a File server. Z monitoringu vyplýva, že všetky servery majú dostatočnú šírku pásma pre potreby spoločnosti. Podľa monitorovacieho nástroja boli maximálne hodnoty využitia sieťového adaptéra dosahované vždy iba krátky čas, väčšinou v jednotkách sekúnd.

Z uvedených prehľadov vyplýva, že hardwarové prostriedky v serveroch nie sú efektívne využívané. Modely procesorov Intel Xeon sú dizajnované na dlhodobu vysokú záťaž, avšak spoločnosť ich výkon využíva podpriemerne. Pamäť RAM je výrazne podpriemerne využívaná hlavne na serveri ALPHA, kde priemerné využitie nedosahuje ani 25%. Za neefektívne považujem aj využitie úložiska na serveroch BETA a GAMMA. Šírku pásma sieťových adaptérov považujem za dostačujúcu pre všetky tri servery.

2.3 Počítačová sieť

Súčasná sieťová infraštruktúra slúži na rozvetvenie pripojenia do siete Internet a tiež na prepojenie pracovných staníc so servermi. Zamestnanci využívajú pevné aj bezdrôtové pripojenie. Internetové pripojenie poskytuje spoločnosť RKnet s.r.o.

2.3.1 Vnútorňa sieť

Spoločnosť využíva technológiu Gigabit Ethernet v pevnej sieti a štandard IEEE 802.11 b/g/n/ac v bezdrôtovej sieti. Vnútorňú sieť tvorí jedna horizontálna sekcia so stredom v hlavnom switchi – TP-Link TL-SG3210. Na hlavný switch sú pripojené ďalšie dva switche: TP-Link TL-SG1016PE a TP-Link TL-SG108. Bezdrôtovú Wi-Fi sieť zabezpečuje access point TP-Link EAP225.

Hlavný switch TP-Link TL-SG3210 je umiestnený v servisnej miestnosti. Okrem ďalších dvoch switchov je prepojený so všetkými servermi a routerom. Špecifikácia:

- 8 RJ-45 portov + 2 SFP porty
- 10/100/1000 Mbps
- VLAN
- QoS
- WEB/CLI managed
- SNMP/RMON

Switch TP-Link TL-SG1016PE sa nachádza v miestnosti 17.1. V nej vetví sieť pre 10 pracovných staníc zamestnancov a jeden WiFi access point, ktorý napája pomocou PoE. Špecifikácia:

- 16 RJ-45 portov
- z toho 8 portov PoE+
- 10/100/1000 Mbps
- VLAN
- QoS

Switch TP-Link TL-SG108 sa nachádza v miestnosti 17.2, kde vetví sieť pre 6 pracovných staníc zamestnancov. Špecifikácia:

- 8 RJ-45 portov
- 10/100/1000 Mbps
- QoS

Access point TP-Link EAP225 sa nachádza v miestnosti 17.1 a pokrýva všetky priestory spoločnosti Wi-Fi sieťou. Je napájaný technológiou PoE zo switchu v rovnakej miestnosti. Špecifikácia:

- 1 RJ-45 port (1000 Mbps)
- IEEE 802.11a/b/g/n/ac
- 2.4 GHz / 5 GHz
- SSID to VLAN mapping
- QoS

2.3.2 Internetové pripojenie

Súčasným poskytovateľom pripojenia do siete Internet je spoločnosť RKnet s.r.o. Spoločnosť Infinity s.r.o. má prenajatú linku s rýchlosťou 50 Mbps download a 50 Mbps

upload. Pripojenie je zabezpečené 5GHz anténou, ktorá sa nachádza na streche budovy. Odtiaľ vedie metalický kábel až do priestorov spoločnosti, kde je pripojený do routra TP-Link TL-R600VPN. Špecifikácia:

- 5 RJ-45 portov (1x WAN, 1x LAN, 3x WAN/LAN)
- 10/100/1000 Mbps
- DHCP, IPv6
- Port forwarding
- DMZ, Firewall
- VPN, VLAN
- ochrana voči DoS

2.4 Požiadavky investora

Spoločnosť chce rozšíriť ponuku svojich služieb o prenájom výpočtového výkonu serverov a taktiež prenájom úložného priestoru. To bude mať za následok pritiažnutie ďalších zákazníkov, pretože spoločnosť bude môcť ponúkať komplexnú službu vývoja a hostingu produktov.

Konateľ spoločnosti požaduje nasledovné:

- návrh inovácie hardwarového vybavenia - sieťového aj serverového
- čo najefektívnejšie využitie výpočtového výkonu s čo najmenšími nákladmi
- vysoké percento dostupnosti serverov a minimálny počet výpadkov
- efektívne využitie úložiska a ochrana pred stratou dát
- posúdenie a návrh pripojenia do siete Internet

2.5 Zhodnotenie analýzy

Spoločnosť Infinity s.r.o. sa zaoberá vývojom software a aplikácií. Prevádzkuje niekoľko fyzických serverov, ktoré využíva pri vývoji produktov. Každý server plní svoju funkciu, avšak využitie nie je efektívne. Neexistujú jednotné zálohovacie stratégie, ktoré by boli automatizované. Súčasná počítačová sieť dostatočne pokrýva potreby zamestnancov, nakoľko zabezpečuje vnútornú komunikáciu rýchlosťou 1 Gbps. Router zvláda vonkajšiu komunikáciu a pomocou funkcií DMZ, Firewall a port forwarding zaisťuje bezpečnú prevádzku webového servera.

Konateľ má víziu ponuky služieb spojených so serverovým hostingom, avšak spoločnosť nedisponuje infraštruktúrou (sieťovou ani serverovou), na ktorej by mohla tieto služby prevádzkovať. Súčasný poskytovateľ pripojenia do siete Internet nie je dimenzovaný na poskytovanie vyššie uvedených služieb. Zároveň je potrebné zachovať súčasný workflow a teda využitie serverov pri vývoji produktov.

3 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE

Pre samotný návrh virtualizácie je potrebné vymedziť teoretické podklady pre technológie, ktoré budú použité v praktickej časti práce. V teoretickej časti sa zameriam na virtualizáciu a jej typy, konsolidáciu, oblasti virtualizácie, hypervízory, virtualizačný software, atď.

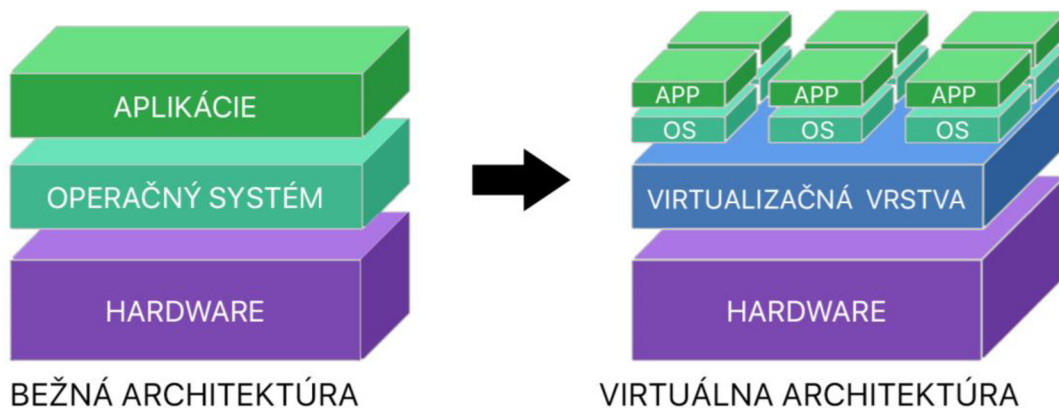
3.1 Virtualizácia

Virtualizácia prenáša koncept fyzického základu na koncept logického základu. Eliminuje zbytočnú redundanciu a maximalizuje využitie IT infraštruktúry. Je to úroveň izolácie medzi hardwarovými prostriedkami a aplikáciami, ktorá poskytuje zlepšenú spoľahlivosť a bezpečnosť. R. Dittner a D. Rule definovali virtualizáciu nasledovne: *„A framework or methodology of dividing the resources of a computer hardware into multiple execution environments, by applying one or more concepts or technologies such as hardware and software partitioning, time-sharing, partial or complete machine simulation, emulation, quality of service, and many others“*. To znamená, že pojmom virtualizácia je označená štruktúra alebo metodika rozdelenia prostriedkov počítača do viacerých prostredí, použitím jedného alebo viacerých koncepcií technológií, akými sú napríklad rozdelenie hardwaru a softwaru, „time-sharing“, čiastočná alebo úplná strojová simulácia, emulácia, „Quality of Service“ a mnoho iných. Virtualizovať je možné nielen servery, ale tiež úložiská, sieťovú infraštruktúru alebo desktopy [1, s. 6],[2].

Začiatky virtualizácie siahajú do 60. rokov minulého storočia. Massachusetts Institute of Technology (MIT) sa zameriaval na vývoj riešení, ktoré by umožňovali zdieľať prostriedky výpočtovej techniky medzi viacerých ľudí (tzv. „time-sharing computer“). Tým by zvýšili efektívnosť, v tej dobe drahých, IT prostriedkov. Tradičným „time-sharing“ prístupom bolo rovnomerné rozdelenie pamäte a ostatných systémových prostriedkov medzi používateľov. Spoločnosť IBM vylepšila tento koncept použitím CP (Control Program) a CMS (Control Monitor System). Myšlienkou bolo, že CP bol spustený na hlavnom počítači a vytváral virtuálne počítače, na ktorých boli spustené CMS, s ktorými

pracovali používatelia. Výhodou virtuálnych počítačov oproti „time-sharing“ systému bola zlepšená bezpečnosť, pretože každý používateľ pracoval v oddelenom operačnom systéme. Zároveň žiadny používateľ nemohol zničiť hlavný počítač, iba ich vlastný operačný systém. V neposlednom rade, virtuálne počítače využívali prostriedky efektívnejšie, pretože dynamicky zdieľali celkový výkon hlavného počítača, oproti rovnomernému rozdeleniu prostriedkov v „time-sharing“ systéme [19].

V modernej dobe je virtualizácia kľúčovou stratégiou malých aj veľkých podnikov práve kvôli prínosu zvýšenia efektivity a zníženia nákladov. Virtualizáciou je dosiahnuté zníženie výkonových a priestorových požiadaviek, urýchlenie poskytovania a konsolidácie serverov, odstránenie problémov s nekompatibilitou aplikácií a rýchla návratnosť investícií. Virtualizácia tiež poskytuje zjednodušenie zálohy a obnovy, zlepšenie business continuity a dostupnosti, zlepšenie managementu systému a riešenia jeho problémov [1].



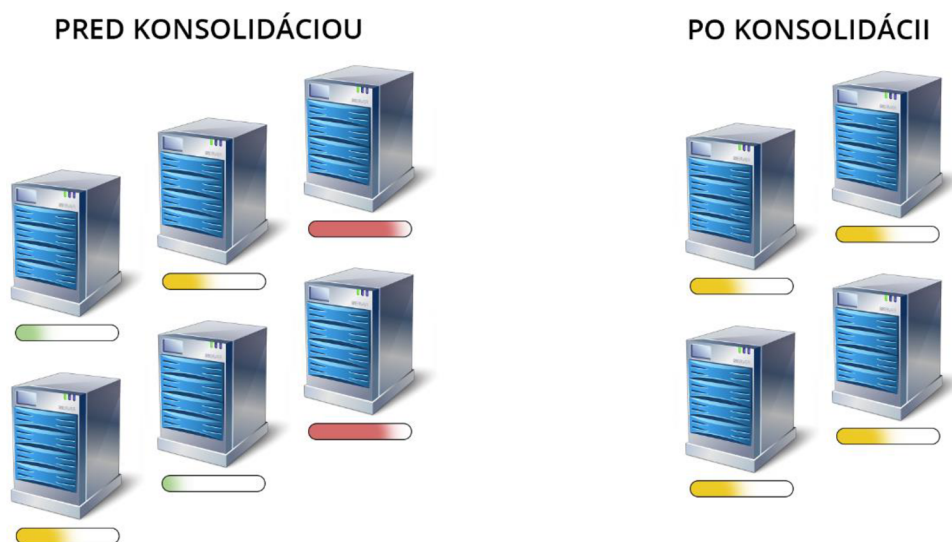
Obrázok 4: Bežná a virtuálna architektúra (Zdroj: vlastné spracovanie)

Virtualizáciou vznikajú tzv. „virtuálne stroje“. Virtuálny stroj je prostredie, ktoré je implementované v softwari a čerpá z hardwarových prostriedkov. Na hostiteľskom hardwari môže fungovať viacero virtuálnych strojov, na ktorých môžu byť spustené rôzne operačné systémy. Každý stroj má pridelené logické inštancie hostiteľského CPU, úložiska, pamäte a ďalších prostriedkov. Operačný systém na virtuálnom stroji pristupuje k hardwarovým prostriedkom tak, ako keby k nim mal výhradný prístup a nevie rozpoznať, že ich zdieľa s ďalšími virtuálnymi strojmi. V prostredí bez virtualizácie pristupuje k hardwarovým prostriedkom v reálnom čase iba jeden operačný systém [2].

3.2 Konsolidácia

Jednou z výhod serverovej virtualizácie je možnosť konsolidácie, čo znamená spojenie viacerých serverov do jedného systému. Táto stratégia bola vyvinutá za účelom zabránenia nadmerného využívania jedného servera, zatiaľ čo iné servery pracujú iba na pár percent výkonu a zbytočne spotrebúvajú energiu. Pomocou virtualizácie tak koncový používateľ nepozná rozdiel v prípade, že sú jeho požiadavky spracovávané konsolidovanými servermi [1],[5].

Je niekoľko dôvodov, prečo spoločnosti využívajú konsolidáciu. Umožňuje zlepšiť efektívne využívanie už existujúcich fyzických serverov, prípadne znížiť ich počet a teda nároky na priestor. Taktiež umožňuje nasadenie stratégie centralizovanej správy zariadení a zjednocuje napríklad zálohovanie, monitoring a obnovu, čím zjednodušuje „disaster recovery“ scenáre. Uľahčuje škálovateľnosť a dynamické priradovanie hardwarových prostriedkov. Z ekonomického hľadiska konsolidácia výrazne znižuje náklady na softwarové licencie, ďalej obstaranie, správu a prevádzku serverov a zvyšuje návratnosť investície (ROI) do hardwaru. V neposlednom rade znižuje negatívny dopad na životné prostredie, pričom výrazná zmena nastáva využitím konsolidácie v datacentrách [1],[5].



Obrázok 5: Konsolidácia serverov (Zdroj: vlastné spracovanie)

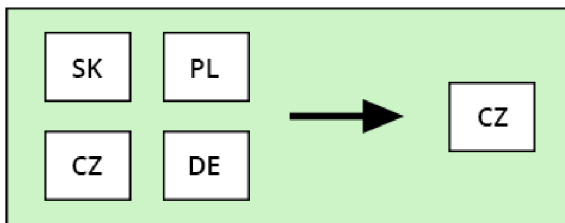
3.2.1 Typy konsolidácie

Konsolidáciu môžeme rozdeliť do štyroch kategórií: centralizácia, fyzická konsolidácia, dátová integrácia a aplikačná integrácia [6].

Centralizácia

V prípade serverov rozmiestnených na rôznych lokalitách je možné fyzickou centralizáciou presunúť servery na centralizované miesto. Z hľadiska konsolidácie sa jedná o prvý a kľúčový krok pre ďalšie typy konsolidácie. Zjednodušuje fyzický prístup k serverom v prípade poruchy, ale taktiež umožňuje nasadenie jednotných stratégií zálohovania a obnovy dát. Pomocou centralizácie môže dôjsť k zníženiu počtu technických zamestnancov, zlepšeniu bezpečnosti a zvýšeniu dostupnosti. Centralizácia môže spôsobiť problém v prípade, keď šírka pásma WAN v danej lokalite nie je dostatočná a je potrebný upgrade [6].

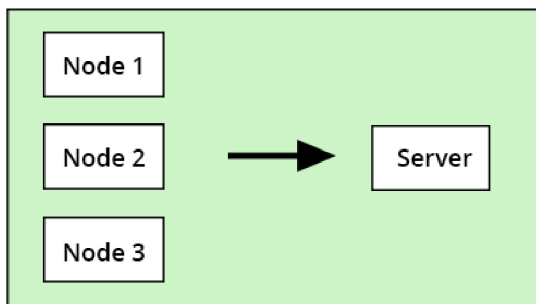
Virtuálnou centralizáciou rozumieme sieťové prepojenie serverov, ktoré sa nachádzajú na rôznych lokalitách. Servery sú ovládané na diaľku a spadajú pod jednotný systém správy. Táto forma konsolidácie je najjednoduchšia, avšak výsledná forma môže byť nepoužiteľná v prípade, keď bola vytvorená bez podrobnej analýzy a plánovania [6].



Obrázok 6: Centralizácia (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 6)

Fyzická konsolidácia

Označuje zredukovanie počtu serverov pomocou zlúčenia a prenesenia pracovnej záťaže na menší počet serverov. Druhým prípadom je výmena viacerých menej výkonných serverov za jeden s väčším výkonom. K problému môže dôjsť v prípade, keď niektoré aplikácie fungujúce na starších systémoch nemusia fungovať správne na novom hardwari. Výhodami fyzickej konsolidácie sú napríklad vyššia bezpečnosť a spoľahlivosť, alebo menšie nároky na priestory a spotrebu energie [6].

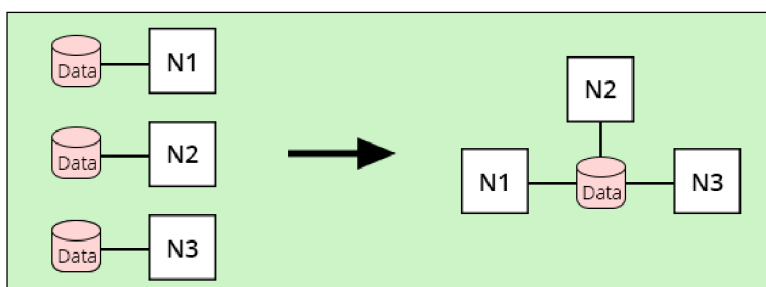


Obrázok 7: Fyzická konsolidácia (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 6)

Dátová integrácia

Dátová integrácia znamená zjednotenie dát do jednotného formátu a business logiky. Tieto dáta sú z viacerých zdrojov prenesené do jednotného úložiska. Práve vďaka tomu je zjednodušené zdieľanie dát a tiež zvýšená bezpečnosť a integrita dát. Existujú dva typy dátovej integrácie:

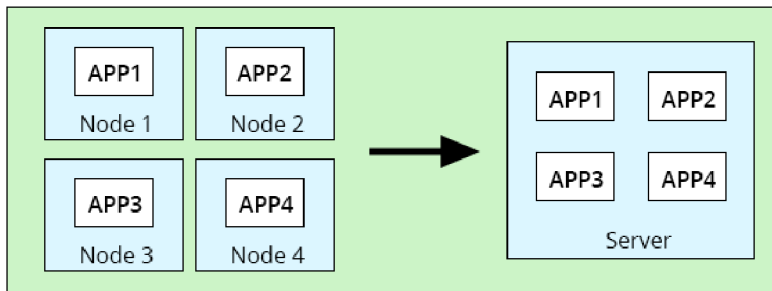
- Údaje z viacerých serverov sú konsolidované do jednotného úložiska
- Údaje z viacerých úložísk v rámci jedného servera sú konsolidované do jednotného úložiska [6].



Obrázok 8: Dátová integrácia (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 6)

Aplikačná integrácia

Zahŕňa chod viacerých aplikácií, na jednom systéme. Táto technika môže využívať rozdelenie alebo virtualizáciu pre chod viacerých aplikácií na hostiteľskom serveri. Jedná sa tiež o proces migrácie aplikácie do výkonnejšieho systému za účelom podpory viacerých používateľov súčasne [6].



Obrázok 9: Aplikačná integrácia (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 6)

3.3 Oblasti virtualizácie

Koncept virtualizácie je možné uplatniť nielen v oblasti serverov, ale tiež v oblastiach desktopov, úložísk a sieťových prvkov. Pre každú oblasť boli vyvinuté technológie a stratégie virtualizácie.

3.3.1 Server

Rozdelenie jedného fyzického servera na viaceré virtuálne servery sa nazýva serverová virtualizácia. Virtuálne servery sú navzájom nezávislé a pracujú individuálne, preto na nich môžu byť spustené rôzne operačné systémy alebo aplikácie. Dôvodom využitia serverovej virtualizácie je, že spolu s konsolidáciou znižuje náklady a priestorové nároky. Pre vytvorenie nového systémového prostredia nie je potrebný nákup nového servera, pretože stačí vytvoriť nový virtuálny server na existujúcom fyzickom serveri [1],[5].

Plná virtualizácia

Poskytuje úplnú simuláciu základného hardwaru. Plná virtualizácia má najširšiu škálu podpory hosťovského operačného systému. Prínosom je úplná izolácia každého virtuálneho stroja, výkon CPU a pamäte sa blíži natívnemu výkonu a väčšina operačných systémov môže byť nainštalovaná bez modifikácií. Nevýhodou je potreba správnej kombinácie hardwarových a softwarových prvkov [1],[5].

Paravirtualizácia

Poskytuje čiastočnú simuláciu základného hardware, takže väčšina hardwarových funkcií je simulovaná. Kľúčovou vlastnosťou je virtualizácia adresového priestoru, ktorá každému virtuálnemu stroju poskytuje svoj vlastný jedinečný priestor. Výhodou paravirtualizácie je jednoduchšia implementácia oproti plnej virtualizácii a vylepšený výkon. Nevýhodou je, že operačné systémy bežiacie na paravirtualizovaných strojoch musia byť značne modifikované [1].

Virtualizácia na úrovni OS

Jedná sa o tzv. „mäkkú“ virtualizáciu, ktorá pre svoj beh využíva jadro operačného systému. Tento typ využíva plne virtualizovaný hypervízor, ktorý zaistí virtualizáciu prostredia daného operačného systému. Výhodou je efektivita a rýchlosť. Nevýhodou je, že nepodporuje hosting rozdielnych operačných systémov a taktiež, že virtuálne stroje nie sú izolované a bezpečné v takej miere, ako pri iných typoch virtualizácie [1].

3.3.2 Desktop

Podobne ako pri virtualizácii serverov, desktopová virtualizácia umožňuje oddelenie desktopového prostredia od fyzického počítača. Užívateľ pracuje vo virtuálnom desktope rovnakým spôsobom, ako vo fyzickom. Je uložený na centrálnom serveri, prípadne sa naň užívateľ pripája vzdialene. Tento model preto používa klient-server metodológiu. Vďaka virtualizácii nie je pre každý desktop potrebný samostatný hardware, operačný systém a software. Zlepšuje mieru zabezpečenia, pretože dáta sú umiestnené a zároveň zálohované centralizovane. V prípade straty alebo odcudzenia zariadenia sa k nim útočník nedostane. Výhodou je tiež dostupnosť virtualizovaného desktopu z akéhokoľvek zariadenia a lokácie [5].

3.3.3 Úložisko

Virtualizácia úložiska umožňuje zhromaždenie viacerých fyzických úložísk na sieti do jedného, ktoré vystupuje ako samostatné úložisko. Správa úložiska je centralizovaná, pričom správca môže monitorovať dostupné miesto na každom fyzickom úložisku a môže prideliť ďalšie prostriedky. Virtualizácia zjednodušuje migráciu dát, ktorá môže byť automatizovaná, zjednodušuje zálohu a v prípade straty dát ich obnovu. Výhodou je zvýšenie efektivity využitia kapacít fyzických úložísk. Kľúčovými kritériami k výberu typu úložiska sú: množstvo dát ktoré je potrebné uložiť, rýchlosť nárastu potreby úložného priestoru, dostupnosť a zálohovanie dát, výkon a náklady [3],[7].

Podľa umiestnenia môže mať úložisko niekoľko podôb:

DAS – Direct Attached Storage

Nenáročné riešenie s nízkymi nárokmi na údržbu, pričom úložný systém je priamou súčasťou počítača, alebo je k nemu priamo pripojený. Príkladom je externý harddisk. DAS je presným opakom sieťového úložiska, pri ktorom sú počítače a úložiská prepojené sieťou. Tento typ úložiska môže obsahovať viaceré diskové jednotky pohromade. Schopnosť škálovania je v tomto prípade obmedzená [7].

Použitie DAS je ideálne pre malé podniky s lokálnym zdieľaním dát, pretože nevyžaduje rozsiahlu IT podporu na udržiavanie komplexného systému. DAS je nevhodné pre podniky, ktorých nároky na úložisko výrazne stúpajú, vyžadujú škálovateľnosť a zdieľanie dát na diaľku alebo podporu väčšieho počtu užívateľov naraz [7].

NAS – Network Attached Storage

Vyhradený a centralizovaný úložný systém, ktorý je s pracovnou stanicou prepojený prostredníctvom siete. Systém môže byť zložený z viacerých diskových jednotiek. S využitím funkcií RAID alebo „Hot-swap“ zvyšuje výkon a spoľahlivosť. NAS umožňuje škálovanie a nárast úložného priestoru s pribúdajúcimi dátami alebo užívateľmi. Keďže tento typ systému je pripojený do siete, umožňuje zdieľanie dát na diaľku a podporu viacerých užívateľov súčasne [7].

Použitie NAS je ideálne pre malé a stredné podniky požadujúce spoľahlivý a flexibilný systém s nízkou mierou údržby. NAS je nevhodné pre veľké podniky so zariadeniami vysokej triedy, pretože parametre tohto úložiska nemusia byť dostatočné [7].

SAN – Storage Area Network

Vyhradený a vysokovýkonný úložný systém, ktorý prenáša tzv. „block-level dáta“ (objemy dát sú vytvárané ako bloky, ktoré sú ukladané do logických diskov) medzi servermi a úložiskom. Úložisko má schému Aggregate-Volume-LUN. Aggregate zahŕňa všetky fyzické prostriedky, tie môžu byť následne rozdelené do viacerých Volume, na ktorých sú uložené jednotlivé LUNy (virtuálne disky). Tento systém ponúka kombináciu rýchlosti DAS s flexibilitou, spoľahlivosťou a zdieľaním NAS [7].

Použitie SAN je ideálne pre veľké podniky alebo datacentrá, pretože dokáže podporovať komplexné a kritické aplikácie. Návrh a implementácia SAN predstavuje značnú investíciu. Z toho dôvodu nie je vhodná pre malé a stredné podniky, v prípade keď by parametre tohto typu úložiska nevyužili [7].

3.3.4 Sieťové prvky

Sieťová virtualizácia umožňuje optimalizáciu šírky pásma, flexibility, škálovateľnosti, spoľahlivosti a bezpečnosti. Je dosiahnutá použitím hardwarových a softwarových nástrojov a ich kombináciou. Môže zahŕňať rozdelenie dostupnej šírky pásma na nezávislé kanály, ktoré sú v reálnom čase priradené serverom alebo sieťovým zariadeniam. Preto je sieťová virtualizácia vhodná do prostredia, kde nastávajú nečakané a značné výkyvy v používaní [5],[8].

Medzi nástroje virtualizácie patria napríklad VPN – virtuálna privátna sieť alebo VLAN – virtuálna lokálna sieť. VPN vytvára bezpečné a šifrované prepojenie nad menej bezpečnými verejnými sieťami. Simuluje prepojenie zariadení v rámci jednej siete. VLAN umožňuje oddelenie jednotlivých uzlov lokálnej siete do rozdielnych virtuálnych sietí, za účelom zlepšenia bezpečnosti [1],[8].

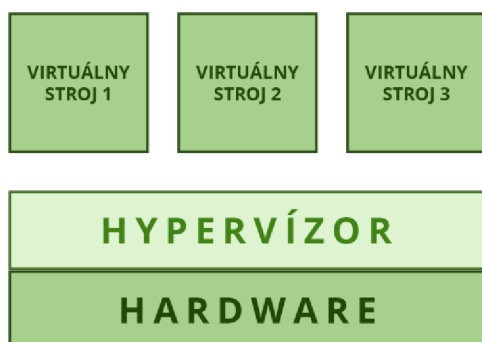
3.4 Hypervízor

Hypervízor umožňuje fyzickému hostiteľskému stroju prevádzkovať viacero virtuálnych strojov, čím maximalizuje efektivitu využívania hardwarových prostriedkov ako je CPU alebo pamäť. V tomto procese oddeľuje operačný systém počítača od fyzického hardwaru. Hypervízor následne spravuje prístup medzi operačným systémom vo virtuálnom stroji a hardwarovými výpočtovými prostriedkami fyzického počítača [2].

Všeobecne existujú dva typy hypervízorov. Typ 1 – hypervízor zvaný „bare metal“, ktorý je spustený priamo na hostiteľskom hardwari a typ 2 – hypervízor zvaný „hosted“, ktorý je spustený ako softwarová vrstva na operačnom systéme. Následne ich môžeme rozdeliť na základe spôsobu ich návrhu – monolitické alebo mikrokernel hypervízory [2].

3.4.1 Typ 1 – Bare metal

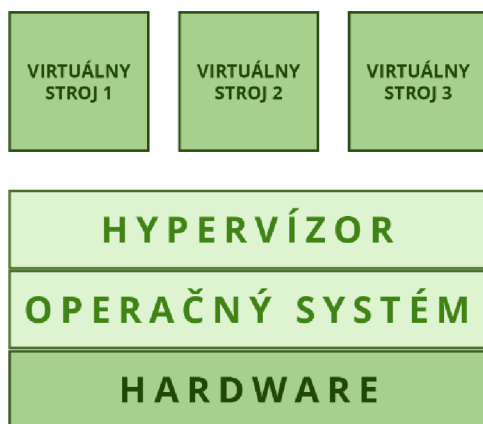
Bare metal hypervízor je spustený priamo na hostiteľskom hardwari (má priamy prístup k hardwarovým prostriedkom) a je celkom nezávislý od operačného systému. Tento typ funguje ako kontrolný program, pričom virtuálne stroje sú spustené hneď nad ním. Všeobecne tento hypervízor ponúka najlepší výkon, dostupnosť a bezpečnosť. Medzi virtualizačné platformy využívajúce tento typ hypervízoru patrí napríklad VMware vSphere, Microsoft Hyper-V alebo Citrix Xen Server [2].



Obrázok 10: Bare metal hypervízor (Zdroj: vlastné spracovanie)

3.4.2 Typ 2 – Hosted

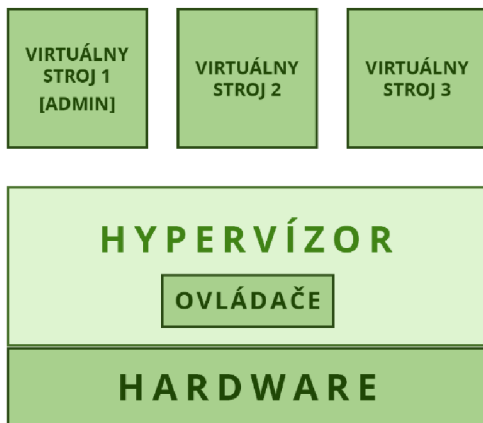
V tomto prípade je hypervízor spustený ako softwarová vrstva na operačnom systéme (ako bežná aplikácia), čo znamená, že je na ňom kompletne závislý. Akýkoľvek problém so základným OS ovplyvňuje celý systém virtuálnych strojov. V porovnaní s Bare-metal hypervízorom je Hosted hypervízor menej efektívny, nakoľko je spravovaný základným OS a od hardwarových prostriedkov je oddelený práve touto vrstvou. Virtualizačné platformy využívajúce tento typ hypervízoru patrí napríklad VMware Workstation, Microsoft Virtual PC alebo Oracle Virtual Box [2].



Obrázok 11: Host based hypervízor (Zdroj: vlastné spracovanie)

3.4.3 Monolitická architektúra

Monolitická architektúra implementuje zdieľaný model ovládačov zo samotného hypervízora. Výhodou oproti mikrokernelu architektúre je, že každý virtuálny stroj pracuje priamo s hosťateľskými hardwarovými prostriedkami pomocou ovládačov v hypervízore, takže nie je potrebný kontrolný operačný systém. Medzi virtuálnym strojom a hardwarom chýba niekoľko vrstiev na zabezpečenie prevencie útoku, preto je znížená úroveň bezpečnosti. V tejto architektúre sú hardwarové ovládače vyvíjané pre konkrétny hypervízor, čo môže limitovať počet kompatibilných zariadení [2].

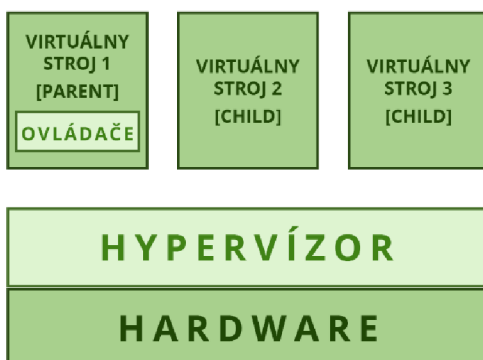


Obrázok 12: Monolitický hypervízor (Zdroj: vlastné spracovanie)

3.4.4 Mikrokernel architektúra

V kontraste s monolitickou architektúrou, mikrokernel architektúra je navrhnutá za účelom minimalizácie prvkov v hypervízore. Pre správny chod virtuálnych strojov hypervízor zachytáva požiadavky na hardwarové prostriedky a prenáša ich do riadiaceho oddielu (parent). V operačnom systéme riadiaceho oddielu sa nachádzajú ovládače, ktoré už nie je potrebné inštalovať na podriadené virtuálne stroje, pretože k hardwarovým prostriedkom nemajú priamy prístup [2].

Výhodou oproti monolitickej architektúre je minimalizovaný hypervízor, ktorý môže byť spoľahlivejší. Má vyššiu úroveň zabezpečenia, pretože cudzí kód ovládačov nie je načítaný v hypervízore. Nevyžaduje hardwarové ovládače pre hypervízor, preto je možné využiť širokú škálu už existujúcich ovládačov [2].



Obrázok 13: Mikrokernel hypervízor (Zdroj: vlastné spracovanie)

3.5 Virtualizačné platformy

V prípade výberu virtualizačnej platformy je veľmi zložitým jednoznačne určiť vhodné riešenie. Rôzne spoločnosti majú rôzne nároky a predstavy o cieľovom stave po implementácii. Napríklad, začínajúci startup sa musí zamerať na škálovateľnosť a možnosť rýchleho nasadenia nových služieb. Naopak, ustálená spoločnosť s dlhoročnou praxou môže požadovať podporu spätnej kompatibility alebo podporu starších technológií. Výber vhodnej virtualizačnej platformy zohráva kľúčovú úlohu pre úspešnú implementáciu [28].

Medzi požadované vlastnosti virtualizačnej platformy patrí napríklad:

- **Zníženie kapitálových výdavkov** – v praxi môže byť priemerné využitie serverov okolo 15%, čím vznikajú zbytočné prevádzkové náklady. Virtualizácia umožňuje niekoľkonásobné zefektívnenie využitia prostriedkov a tým zníženie nákladov na prevádzku. Oproti tomuto zníženiu treba vziať do úvahy navýšenie výdavkov v dôsledku prevádzky virtualizácie (napr. platená licencia).
- **Systémová konsolidácia (virtualizácia)** – zredukovanie počtu fyzických serverov v dôsledku prevádzky viacerých operačných systémov a aplikácií na rovnakom hardwari.
- **Serverová konsolidácia** – spojenie viacerých fyzických serverov do jedného systému za účelom zvýšenia efektivity využitia prostriedkov.
- **Kompatibilita hardwaru** – vo väčšine prípadov hypervízory typu 2 (hosted) podporujú širokú škálu hardwaru, avšak bare-metal hypervízory typicky podporujú len vybrané skupiny. V prípade zlej kombinácie môže okrem priamej nekompatibility dochádzať k podpriemernému výkonu systému.
- **Bezpečnosť a spoľahlivosť** – väčšina spoločností požaduje spoľahlivosť a bezpečnosť, ktorú poskytuje známa, osvedčená a overená platforma. Z technického hľadiska sú platformy využívajúce hosted hypervízor vystavené všetkým rizikám, ktoré ohrozujú jadro operačného systému. Naopak, platformy postavené na bare-metal hypervízore sa týmto hrozbám vyhýbajú vďaka priamemu prepojeniu s hardwarovou vrstvou [28].

3.5.1 VMware vSphere

VMware vSphere – aktuálne vo verzii 6.7 – je virtualizačná platforma, ktorá poskytuje výkonný, flexibilný a bezpečný základ pre agilitu systémov v spoločnosti. Pomocou vSphere dokážu tieto systémy zvládať pracovnú záťaž jednoducho a efektívne. Zároveň poskytuje komplexné zabezpečenie pomocou modelu orientovaného na politiku oprávnení. Tento nástroj od spoločnosti VMware umožňuje vytvárať hybridný cloud s možnosťami jednoduchej viditeľnosti, migrácie a riadenia pracovného zaťaženia medzi lokálnym a verejným cloudom. Umožňuje taktiež pripojiť, zabezpečiť, spravovať a spúšťať aplikácie spoločnosti v prostrediach naprieč hybridným cloudom. Výsledkom nasadenia VMware vSphere je škálovateľná a bezpečná infraštruktúra, ktorá poskytuje vysoký výkon pre aplikácie a môže byť základom akéhokoľvek cloudu [9].

Virtuálne servery, ktoré sú súčasťou tejto infraštruktúry, je možné riadiť pomocou vCenter Serveru, ktorý funguje ako správca virtualizácie. Tento nástroj poskytuje centralizovanú správu a prevádzku, vyhodnotenie výkonu a poskytovanie prostriedkov virtuálnych serverov. Poskytuje možnosť škálovať a upravovať výpočtové, pamäťové, úložiskové a iné funkcie virtuálnych strojov. Za účelom zachovania efektívnosti riadi výkon každého virtuálneho stroja a optimalizuje poskytované prostriedky. VCenter Server je nainštalovaný na primárnom serveri virtualizovaného datacentra [9].

Minimálne požiadavky na prevádzku VMware vSphere:

- 64-bit dual-core procesor (2GHz)
- 4 GB RAM pamäte a 4 GB dostupného úložiska
- Povolené Intel VT-x alebo AMD-V
- Sieťové rozhranie 1 Gbit je odporúčané [9].

VMware rozdeľuje virtualizačnú platformu vSphere do piatich edícií:

- **Essentials; Essentials Plus** – tieto edície sú zamerané na malé spoločnosti, ktoré chcú využívať virtualizáciu na malom počte serverov (max. 3 servery a max. 2

CPU/server). Umožňujú virtualizáciu fyzických serverov s centrálnou správou a zároveň vyžadujú nízku prvotnú investíciu.

- **Standard; Enterprise Plus; Platinum** – tieto edície sú zamerané na stredné a veľké spoločnosti, ktoré vyžadujú pokročilé funkcie virtualizácie. Umožňujú transformáciu datacenter do cloudových prostredí a poskytujú flexibilné a spoľahlivé služby. Od edícií Essentials sa taktiež odlišujú vyššou cenou [9].

Tabuľka 7: Prehľad edícií produktu VMware vSphere (Zdroj: 9)

	vSPHERE ESSENTIALS KITS		vSPHERE ACCELERATION KITS	
	Essentials	Essentials Plus	Standard	Enterprise Plus
Includes				
vSphere	6 CPUs	6 CPUs	6 CPUs	6 CPUs
vCenter Server	1 instance vCenter Server Essentials	1 instance vCenter Server Essentials	1 instance vCenter Server Standard	1 instance vCenter Server Standard
Features				
Hypervisor	•	•	•	•
vMotion and X-Switch vMotion		•	•	•
High Availability		•	•	•
Data Protection and Replication ¹		•	•	•
Fault Tolerance			2 vCPU	8 vCPU
Storage vMotion			•	•
Virtual Volumes and Storage-Policy Based Management			•	•
APIs for Storage Awareness			•	•
APIs for Array Integration, Multipathing			•	•
Content Library			•	•
vCenter High Availability			(vCenter STD)	(vCenter STD)
vCenter Backup and Restore			(vCenter STD)	(vCenter STD)
vCenter Server Appliance Migration Tool			(vCenter STD)	(vCenter STD)
Virtual Machine Encryption				•
Proactive HA				•
vSphere Integrated Containers				•
Distributed Resource Scheduler and Distributed Power Management				•
Big Data Extensions				•
Distributed Switch				•
Storage DRS				•
I/O Controls (Network and Storage) and SR-IOV				•

Host Profiles and Auto Deploy				•
Flash Read Cache				•
Cross-vCenter and Long Distance vMotion				•
vGPU				•
Predictive DRS				•

V uvedenej tabuľke sa nachádza prehľad edícií VMware vSphere 6.7. Výrobca odporúča využitie Essentials Kits na zachovanie business continuity, virtualizáciu a konsolidáciu serverov. Acceleration Kits poskytujú služby navyše, napríklad zvýšená bezpečnosť, uprednostnenie prístupu k prostriedkom alebo migrácia virtuálneho stroja na iný fyzický server za neprerušenej prevádzky [9].

Licencia a cena

Licencia na edíciu z rady vSphere 6.7 sa odvíja od počtu fyzických CPU v systéme. Pre každý fyzický procesor musí byť priradený aspoň jeden licenčný kľúč. Obmedzenia na počet virtuálnych CPU alebo na počet virtuálnych strojov, ktoré môžu byť spustené na licencovanom procesore, sú stanovené technickými možnosťami platformy. Licenčný kľúč môže byť priradený viacerým vSphere hostiteľom až do naplnenia stanoveného limitu, ktorým je súčet fyzických procesorov na hostiteľoch [9].

Spoločnosť VMware vyžaduje zakúpenie „Support & Subscription“ v trvaní jedného alebo troch rokov. Počas trvania tejto licencie dostáva zákazník updaty zakúpeného produktu. Ďalej sa jedná o technickú podporu v dvoch formách: Základná podpora znamená 12 hodín denne od Pondelka do Piatku a rozšírená podpora znamená 24 hodín denne a 7 dní v týždni. Podpora v sebe zahŕňa krátku dobu čakania pre riešenie kritických problémov, remote support (podpora cez vzdialený prístup) a online prístup k technickým zdrojom a diskusným fóram [9].

Tabuľka 8: Cena VMware vSphere edícií (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 9)

Edícia	Cena	1-Year Support & Subscription	
vSphere Essentials Kit	\$ 510	Vyžadovaná	\$ 67
		Voliteľná (per incident)	\$ 308
vSphere Essentials Plus Kit	\$ 4,625	Základná	\$ 971
		Rozšírená	\$ 1 156

vSphere Standard	\$ 995	Základná	\$ 273
		Rozšírená	\$ 323
vSphere Enterprise Plus	\$ 3,595	Základná	\$ 755
		Rozšírená	\$ 899
vSphere Platinum	\$ 4,595	Rozšírená (+AppDefense)	\$ 1 049

3.5.2 Microsoft Hyper-V

Produkt Hyper-V je virtualizačná platforma od spoločnosti Microsoft. Je nástupcom starších virtualizačných produktov Microsoft Virtual PC, Microsoft Virtual Server alebo Windows Virtual PC. Súčasný produkt Hyper-V ponúka sieťové, úložiskové, výkonové a bezpečnostné funkcie, ktoré neboli v starších produktoch dostupné. Je dostupný ako súčasť v systémoch Windows Server – aktuálne vo verzii 2019 – a taktiež v niektorých 64-bitových verziách Windowsu [10].

Hyper-V ponúka virtualizáciu CPU, pamäte, úložiska a sieťového rozhrania. Umožňuje vytvárať alebo rozširovať súkromné cloudové prostredie. Pomocou konsolidácie serverov znižuje nároky na energiu a priestor a zvyšuje efektivitu hardwarových prostriedkov. Minimalizuje dopad plánovaných a neplánovaných výpadkov, čím zlepšuje business continuity. Okrem virtualizácie serverov umožňuje virtualizovať pracovné stanice užívateľov. Dokáže vytvárať kópie virtuálnych počítačov, určené pre uloženie v inej fyzickej lokalite, ktoré výrazne uľahčujú zotavenie po havárii (disaster recovery). Pomocou funkcie „secure boot“ a tienenia jednotlivých virtuálnych strojov ochraňuje stroje a ich dáta pred malwarom alebo neoprávneným prístupom [10].

Pre riadenie virtuálnych strojov sa v infraštruktúre Microsoft Hyper-V využíva nástroj Microsoft System Center. Jedná sa o nástroj, ktorý umožňuje centralizovanú správu virtualizovanej infraštruktúry v cloude alebo on-site vo všetkých smeroch – bezpečnosť, úložisko, výpočtový výkon a sieťové prvky. Pomocou System Center je možné monitorovať prostriedky (kapacity, výkon, využitie, atď.), nasadzovať software alebo

zachovávať synergiu medzi zariadeniami. Ďalej umožňuje automatizáciu úloh, riešenia incidentov alebo žiadostí služieb [10].

Všeobecné požiadavky na prevádzku Microsoft Hyper-V:

- 64-bit procesor s funkciou SLAT (second-level address translation)
- Rozšírenia VM Monitor Mode (Intel VT-x alebo AMD-V)
- Minimálne 4 GB RAM pamäte
- Zapnutá podpora virtualizácie v BIOSe [10].

Spoločnosť Microsoft rozdeľuje produkt Windows Server do troch edícií:

- **Essentials** – ideálne pre malé spoločnosti s maximálne 25 užívateľmi a 50 zariadeniami.
- **Standard** – ideálne pre spoločnosti s fyzickými alebo len minimálne virtualizovanými prostrediami.
- **Datacenter** – ideálne pre spoločnosti s vysokými nárokmi na virtualizáciu datacenter alebo cloudových prostredí [11].

Tabuľka 9: Prehľad edícií produktu Windows Server (Zdroj: 11)

Feature	Standard edition	Datacenter edition
Core Windows Server functionality	●	●
Hybrid integration	●	●
Hyper-Converged Infrastructure	○	●
OSes*/Hyper-V containers	2 ^[*]	Unlimited
Windows Server containers	Unlimited	Unlimited
Host Guardian Service	●	●
Storage Replica	● ^[**]	●

Shielded virtual machines (VMs)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Software-defined networking	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Software-defined storage	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

[*] Windows Server Standard Edition license includes permission for two OSEs or VMs

[**] Limited to single volume up to 2TB.

Licencia a cena

Licencia na Windows Server Standard a Datacenter edície sa odvíja od počtu fyzických jadier servera (Core-based licensing). Požadovaný počet licencií sa rovná počtu fyzických jadier licencovaného servera, pričom sa vyžaduje minimálne 8 licencií na každý fyzický procesor a minimálne 16 licencií na každý server. Licencie sú ponúkané v dvoch balíkoch: 2-jadrová (2 licencie) alebo 16-jadrová (16 licencií). Zákazník môže používať serverový software na licencovanom serveri za predpokladu, že získa dostatočný počet serverových licencií [11].

Edícia Datacenter povoľuje používanie tohto serverového softwaru v ľubovoľnom počte prostredí operačného systému (OSE) na licencovanom serveri. Edícia Standard povoľuje používanie softwaru v dvoch prostrediach operačného systému. Všetky prístupy k serverovému softwaru vyžadujú licenciu CAL (alebo jej ekvivalent). CAL – Client Access License – je spôsob licencovania, ktorý sa viaže na každého užívateľa alebo zariadenie prístupujúceho k serveru [11].

Tabuľka 10: Cena Windows Server edícií (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 11)

Edícia	Model licencie	Licencia CAL	Cena
Datacenter	Core-based	Windows Server CAL	\$ 6 155
Standard	Core-based	Windows Server CAL	\$ 972
Essentials	Specialty servers	-	\$ 501

3.5.3 Citrix Hypervisor

Citrix Hypervisor (v minulosti označovaný XenServer) je open-source platforma pre cloudovú, serverovú alebo desktopovú virtualizáciu. Nakoľko je produkt open-source, Citrix vyzdvihuje najmä silnú komunitu používateľov, partnerov v „ekosystéme“ a prispievateľov, ktorí urýchľujú inováciu. Výrobca uvádza, že open-source riešenia sú hnacou silou inovácie, pričom veľmi rýchlo prekonávajú proprietárny software v cloudových infraštruktúrach [12].

Podľa výrobcu je táto platforma vhodná pre spoločnosti rôznych veľkostí, ktoré chcú virtualizovať aj tú najnáročnejšiu pracovnú záťaž a tým zvýšiť IT flexibilitu a znížiť náklady. Medzi kľúčové vlastnosti patrí pružná architektúra s master/slave modelom. Tým umožňuje vytvárať z hostiteľských strojov clustre bez zložitej konfigurácie alebo riadenia. Pomocou funkcií ako VLAN alebo firewall vytvára izoláciu medzi virtuálnymi strojmi čím zlepšuje zabezpečenie a zabraňuje útokom „IP spoofing“, „Denial of Service“, „session hijacking“ atď. Produkt Hypervisor ďalej ponúka vysokú dostupnosť, zálohovanie a rýchle obnovenie virtuálnych prostredí [12].

Virtuálne servery, ktoré sú súčasťou tejto infraštruktúry, je možné riadiť pomocou nástroja Citrix XenCenter, ktorý je dostupný iba pre Windows. XenCenter umožňuje inštaláciu, monitoring, správu a všeobecnú administráciu virtuálnych strojov prostredníctvom jedného rozhrania. Taktiež umožňuje konfiguráciu vysokej dostupnosti, zálohovania a obnovy virtuálnych strojov, alebo tiež správu výpočtových prostriedkov spolu s dlhodobým zberom a analýzou metrík [12].

Nakoľko je platforma Citrix Hypervisor open-source, druhým uznávaným nástrojom na jej správu je riešenie tretej strany – Xen Orchestra. Je to nástroj na vizualizáciu a administráciu hostiteľa alebo virtuálnych strojov, pričom užívateľ je do administrácie pripojený cez webové rozhranie (modul XO-web). Prepojenie so servermi zabezpečuje modul XO-server, ktorý zbiera a zaznamenáva udalosti z virtualizovanej infraštruktúry. Modul XO-cli poskytuje obdobné funkcie ako XO-web, avšak iba formou príkazového riadku [13].

Minimálne požiadavky na prevádzku Citrix Hypervisor:

- 64-bit procesor (1.5 GHz)
- Povolené Intel VT-x alebo AMD-V
- 2 GB RAM pamäte a 46 GB dostupného úložiska
- 100 Mbit sieťové rozhranie [12].

Citrix rozdeľuje Hypervisor do dvoch edícií:

- **Standard** – základná ponuka s radom funkcií, ktoré spĺňajú potreby zákazníkov s požiadavkami na robustnú a vysokovýkonnú virtualizačnú platformu. Medzi hlavné funkcie patrí napríklad vysoká dostupnosť, ochrana dát, migrácia za behu a iné.
- **Enterprise** – ponúka všetky funkcie obsiahnuté v edícii Standard. Navyše obsahuje rozšírené prémiové funkcie ako napríklad: automatické updaty, dynamické rozloženie záťaže, virtualizácia GPU (NVIDIA GRID alebo Intel GVT-g), nástroje na konverziu VMWare vSphere do Citrix Hypervisor a iné [12].

Tabuľka 11: Prehľad edícií produktu Citrix Hypervisor (Zdroj: 14)

Feature	Standard Edition	Enterprise Edition
Native 64-bit Xen hypervisor	✓	✓
Windows and Linux guests	✓	✓
XenAPI management and control scripting interface	✓	✓
XenCenter unified virtualization management console	✓	✓
Multi-server management	✓	✓
Subscription Advantage - first year included	✓	✓

Resource pools		✓
XenMotion live migration		✓
Shared IP-based storage		✓
VLAN confirmation		✓
Resource QoS controls		✓
Administrative model	Multiple servers	Multiple servers and pools
Physical memory	1 GB - 128 GB	1 GB - 128 GB
CPU sockets	2	Unlimited*
Guests active simultaneously	Unlimited*	Unlimited*

Licencia a cena

Licencia na Citrix Hypervisor sa odvíja od počtu CPU socketov. Aby bol súbor serverov plne licencovaný, všetky hostiteľské stroje musia byť licencované, pričom licencovať je potrebné všetky CPU sockety. Na správu licencií je potrebný software Citrix License Server. Spolu s licenciou na používanie zákazník získa technickú podporu 24/7 a prístup k updatom produktu [12].

Spoločnosť Citrix vyžaduje zakúpenie „Customer Success Services“ spolu s licenciami nových produktov v trvaní aspoň jedného roka. Po zakúpení získava zákazník prístup k nástrojom a prostriedkom na podporu, údržbu a monitorovanie svojho prostredia. K tomu získa taktiež prístup k online školeniam na získanie potrebných zručností pre spomenuté nástroje [12].

Tabuľka 12: Cena Citrix Hypervisor edícií (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 12)

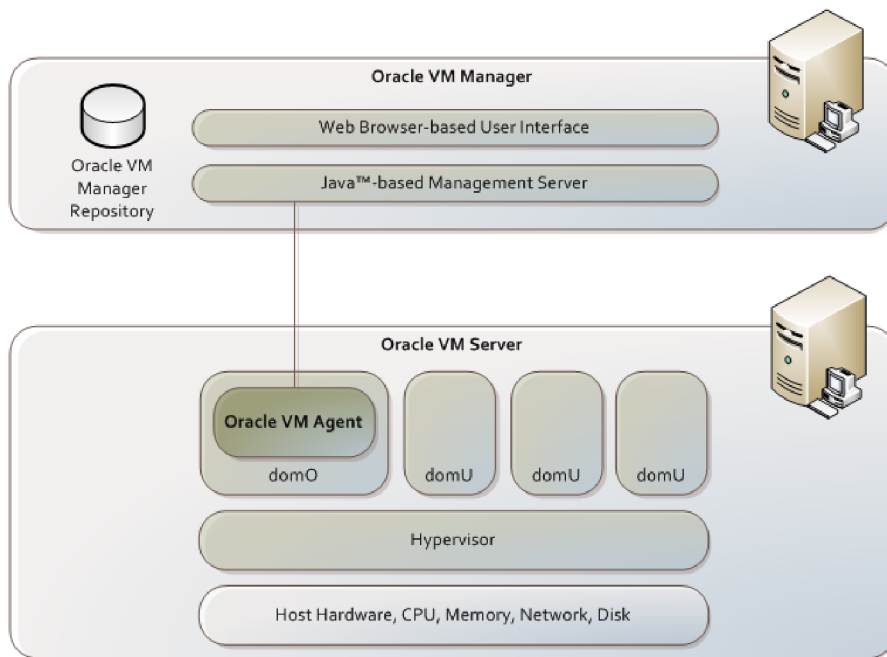
Edícia	Model licencie	Cena
Standard	CPU socket based	\$ 763
Enterprise	CPU socket based	\$ 1 525

3.5.4 Oracle VM

Oracle VM Server je virtualizačný nástroj navrhnutý na poskytovanie nenáročnej a bezpečnej serverovej virtualizácie. Umožňuje nasadenie operačného systému a aplikačného softwaru v podporovanom virtualizačnom prostredí. Hlavnou devízou Oracle VM je zredukovanie nákladov (hypervízor s nenáročnou réžiou), urýchlenie nasadenia systémov a zlepšenie bezpečnosti (bezpečnostné updaty). Oproti ostatným platformám spracovaným v tejto práci sa odlišuje nulovými licenčnými nákladmi [15].

Platforma Oracle VM poskytuje kompletnú serverovú virtualizáciu spolu s jej riadením. Je postavená na modernej architektúre s nenáročnou réžiou, preto má výborný pomer cena/výkon. Medzi hlavné funkcie patrí migrácia za behu, vysoká dostupnosť, dynamické rozloženie záťaže a konverzia fyzické-na-virtuálne (F2V) alebo virtuálne-na-virtuálne (V2V). Platforma sa dokáže prispôbiť na základe softwaru, ktorý beží vnútri virtuálneho stroja. Vysoká dostupnosť je zachovaná nie len pre hypervízor, ale pre celý systém serverov [15].

Pre riadenie virtuálnych strojov v systéme Oracle VM je k dispozícii nástroj Oracle VM Manager. Zahŕňa rozhranie príkazového riadku a webové rozhranie, pomocou ktorých je možné spravovať virtuálne stroje, hosťiteľské prostriedky a nástroj Oracle VM Server. Medzi hlavné funkcie patrí vytváranie a správa virtuálnych strojov, správa sieťových rozhraní a úložiska, správa vysokej dostupnosti a systému hosťiteľov, migrácia virtuálnych strojov. Oracle VM Manager komunikuje s Oracle VM Agentom (nachádza sa v jadre hosťiteľa) za účelom riadenia Oracle VM Servera. Agent zodpovedá za vykonanie konfiguračných zmien vo VM Serveri. Z tohto dôvodu sa VM Agent odlišuje medzi rôznymi hardwarovými platformami, zatiaľ čo VM Manager ostáva rovnaký [15].



Obrázok 14: Architektúra Oracle VM (Zdroj: 15)

Minimálne požiadavky na prevádzku Oracle VM Server:

- 64-bit dual-core procesor (1.3GHz)
- 1 GB RAM pamäte a 6 GB dostupného úložiska
- Povolené Intel VT-x alebo AMD-V
- 100 Mbit sieťové rozhranie [15].

Oracle rozdeľuje VM Server do dvoch edícií:

- **Oracle VM Server for x86** – virtualizačné prostredie pre hositeľské servery s x86 architektúrou hardwaru.
- **Oracle VM Server for SPARC** – virtualizačné prostredie pre hositeľské servery SPARC s operačným systémom Oracle Solaris [15].

Licencia a cena

Na rozdiel od ostatných troch virtualizačných platforiem, ktoré sú spracované v tejto kapitole, platforma Oracle VM nevyžaduje žiadny typ licencovania pre produkt Oracle VM Server. Produkt je voľne dostupný na stiahnutie, používanie a distribúciu. Rozsah využitia nie je obmedzený licenciou, ale iba technickými možnosťami platformy. Z tohto dôvodu sú náklady na obstaranie Oracle VM Server prakticky nulové [15].

Spoločnosť Oracle ponúka technickú podporu pre serverovú virtualizáciu s platformou Oracle VM. Je dostupná cez webové stránky alebo telefonicky 24 hodín 7 dní v týždni s neobmedzeným počtom žiadostí. Licenciu je možné kúpiť na 1 alebo na 3 roky a je udelená pre jeden systém. Spoločnosť ponúka 2 typy licencie: technická podpora Premier je dostupná pre systémy s neobmedzeným počtom CPU a podpora Premier Limited je dostupná pre systémy s maximálne dvomi fyzickými CPU v systéme [15].

Tabuľka 13: Cena technickej podpory Oracle VM (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 15)

Licencia	Model licencie	Doba	Cena
Premier	2 fyzické CPU v systéme	1 rok	516 €
		3 roky	1 548 €
Premier Limited	Neobmedzený počet CPU	1 rok	1 044 €
		3 roky	3 132 €

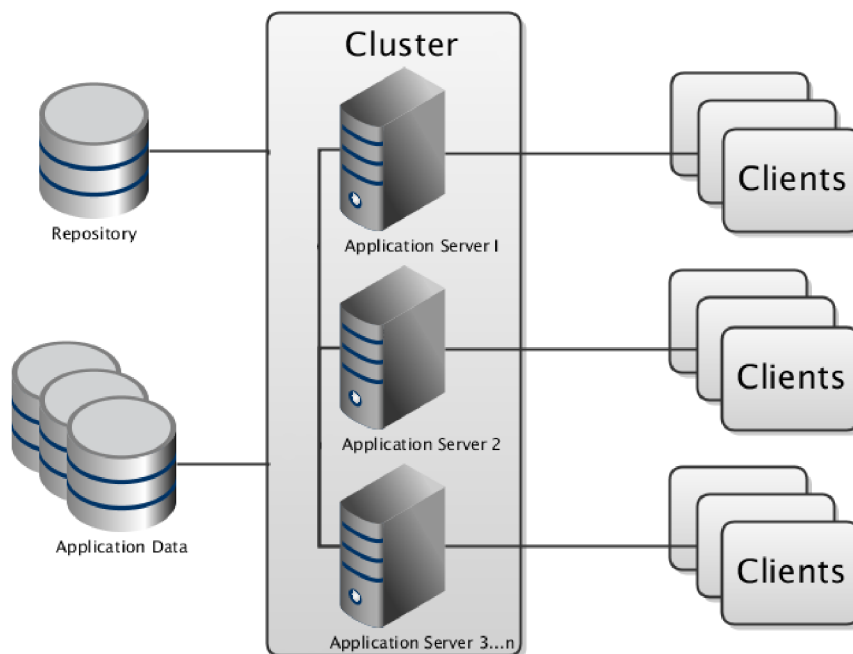
3.5.5 Zhodnotenie

Z uvedených informácií vyplýva, že všetky štyri virtualizačné platformy spĺňajú požadované vlastnosti definované v úvode tejto kapitoly. Platformy sa medzi sebou odlišujú v rôznych doplnkových funkciách, ktoré tvoria nadstavbu virtualizácie. Jedna z platforiem popísaných v tejto práci je open-source – Citrix Hypervisor.

Platforma Oracle VM Server nevyžaduje žiadny typ licencovania a je dostupná zdarma, pričom zákazník si môže dokúpiť technickú podporu. Pre používanie všetkých ostatných platforiem je nutné zakúpenie licencie a to buď na základe počtu CPU socketov alebo počtu CPU jadier. Zároveň sú tieto platformy rozdelené do edícií, ktoré sa odlišujú funkciami a cenou. Výberom virtualizačnej platformy pre spoločnosť Infinity s.r.o. sa budem zaoberať v časti vlastného návrhu riešenia.

3.6 Cluster

Cluster označuje spojenie dvoch alebo viacerých fyzických serverov – uzlov. Vo väčšine prípadov sú uzly prepojené pomocou počítačovej siete a zdieľajú spoločné úložisko. Táto skupina serverov sa zvonku javí a pracuje ako jednotný systém, ktorý dokáže poskytovať službu vysokej dostupnosti. Vo všeobecnosti clustering ponúka okrem zachovania vysokej dostupnosti aj vyššiu mieru spoľahlivosti a škálovateľnosti. Uzly v clusteri sú nakonfigurované tak, aby pracovali spoločne. V prípade že dôjde k výpadku jedného z hostiteľov, pracovná záťaž z daného hostiteľa sa presunie na iný. Týmto spôsobom sa dá predísť nedostupnosti spôsobenej softwarovým alebo hardwarovým zlyhaním [3].



Obrázok 15: Schéma clusteru (Zdroj: 20)

Clustering prináša viacero výhod:

- Umožňuje distribuovať záťaž medzi viaceré uzly, čím predchádza preťaženiu hardwarových prostriedkov. Zároveň nemusia byť všetky služby spustené na každom fyzickom serveri zvlášť.
- Umožňuje spojiť výkon viacerých serverov do jedného systému, ktorý zvládne spracovať náročné úlohy.

- Prináša lepšie možnosti škálovateľnosti. S pribúdajúcou záťažou je možné priradiť ďalšie hardwarové prostriedky pripojením nového servera do clusteru.
- Zjednodušuje správu a riadenie prostriedkov, keďže vo väčšine prípadov je táto správa centralizovaná [4].

Jedným z prínosov implementácie clusteringu je „Failover support“. Cluster vytvára redundanciu v infraštruktúre a zaisťuje, aby jediná chyba nespôsobila výpadok celého systému. V prípade zlyhania niektorého z hostiteľov je pracovná záťaž presunutá na iných hostiteľov. Ďalším prínosom je „Load balancing“. Je to stratégia pri ktorej je záťaž rozložená na viac hostiteľov, aby nedošlo k preťaženiu. Táto stratégia môže byť potrebná vtedy, keď sa nedá odhadnúť akú záťaž bude musieť nejaká služba spracovať. V praxi to môže vyzeráť tak, že každý nový užívateľ, ktorý bude posilať požiadavky na systém, je presmerovaný na najmenej vytáženého hostiteľa [4].

3.6.1 Quorum

Na základe konfigurácie quora je určený počet uzlov, ktoré môžu zlyhať pričom cluster bude fungovať naďalej. Quorum v podstate znamená minimálny počet hlasov potrebných pre majoritu. Každý uzol v clusteri má jeden hlas, pričom pri nepárnom počte uzlov má jeden hlas aj quorum disk (alebo zložka). Pokiaľ nie je dosiahnutá majorita, uzly musia počkať na sfunkčnenie ďalších uzlov. Pokiaľ je dosiahnutá majorita, cluster sa stáva funkčným [21].

Quorum môže byť nakonfigurované nasledovne:

- **Majority Node** – odporúčané pre clustre s nepárnym počtom uzlov. Cluster môže stratiť polovicu uzlov (zaokrúhlené nadol) – napríklad cluster s piatimi uzlami môže stratiť dva z nich. Zvyšné tri uzly fungujú naďalej a monitorujú stratené uzly, ktoré sú v prípade obnovy navrátené späť do clusteru. Ak by však vypadol aj jeden zo zvyšných troch uzlov, cluster je znefunkčnený.

- **No Majority: Disk Only** – pokiaľ aspoň jeden uzol ostane aktívny, cluster je funkčný. Quorum je uložené na disku, takže predstavuje miesto zlyhania v jednom bode. Z tohto dôvodu sa táto možnosť neodporúča. V prípade že všetky uzly sú dostupné ale disk je poškodený alebo nedostupný, cluster zlyhá.
- **Node and Disk Majority** – odporúčané pre clustre s párnym počtom uzlov. Disk obsahuje okrem jedného hlasu aj aktuálnu kópiu clusteru. Pokiaľ je disk dostupný, môže zlyhať polovica uzlov. Pokiaľ je disk nedostupný, zlyhať môže polovica uzlov bez jedného – napr. dva uzly zo šiestich.
- **Node and File Share Majority** – funkcia je podobná ako v predchádzajúcej konfigurácii, avšak disk je nahradený zložkou s aktuálnou kópiou clusteru. V prípade zlyhania a obnovenia clusteru musí mať aspoň jeden z uzlov aktuálnu kópiu konfigurácie clusteru [21].

4 VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA

V návrhovej časti práce sa zameriam na vytvorenie riešenia, ktoré umožní spoločnosti zvýšiť efektivitu využívania súčasnej IT infraštruktúry a tiež rozšíriť aktuálne portfólio služieb. Zvolené technológie a postupy vychádzajú z časti teoretických východísk práce. Po výbere spôsobu riešenia bude nasledovať návrh topológie virtualizačného prostredia, stanovenie parametrov zariadení a výber konkrétnych modelov, ďalej návrh managementu a monitoringu a tiež návrh implementácie. V závere návrhovej časti sa zameriam na ekonomické zhodnotenie a prínosy riešenia.

Na základe analýzy súčasného využitia serverov a s ohľadom na požiadavky investora – ktorými sú využitie serverov pri tvorbe software a poskytovanie hostingu svojim zákazníkom – **navrhujem konsolidáciu a virtualizáciu serverov**. Tým bude dosiahnuté efektívnejšie využitie výpočtového výkonu serverov s čo najmenšími nákladmi a vysoké percento dostupnosti serverov. Aktuálne sú servery využívané iba pri vývoji a testovaní produktov spoločnosti, avšak sú využívané podpriemerne a počas niekoľkých rokov sa z nich stalo nehomogénne prostredie. Pomocou virtualizácie bude možné zredukovať potrebný počet fyzických serverov pre vývoj a tým pádom budú môcť byť ostatné serverové prostriedky využité inak. Vo virtualizovanej architektúre klesnú náklady na prevádzku a zjednoduší sa správa a riadenie.

V najbližších rokoch sa z hľadiska ponúkania hostingu očakáva nárast požiadaviek na výpočtový výkon s postupným pribúdaním zákazníkov. Z tohto dôvodu je nutné vytvoriť návrh nie len pre aktuálne potreby spoločnosti, ale aj pre budúci rozvoj infraštruktúry. To znamená, že v prípade navýšenia počtu serverov, prípadne navýšenia kapacity úložiska nebude nutné vytvárať infraštruktúru odznova. Ďalej je potrebné plánovať s redundanciou a so zachovaním vysokej dostupnosti, ktorá je v problematike hostingu jedným z hodnotení kvality.

4.1 Výber platformy

Z dostupných virtualizačných platforiem, ktoré som charakterizoval v teoretických východiskách práce, nie je jednoduché vybrať jednoznačné riešenie. Je potrebné zohľadniť, že dvaja zamestnanci spoločnosti (zástupca konateľa a senior programátor) sú vyškolení a certifikovaní spoločnosťou VMware na prácu s ich virtualizačnou platformou. Z analýzy súčasného stavu vyplýva, že aktuálne je v spoločnosti nasadený operačný systém Windows Server. Na základe týchto skutočností porovnam funkcie platforiem od spoločností Microsoft (Server edícia Datacenter) a VMware (vSphere edícia Enterprise Plus) a následne vyberiem vhodné riešenie.

Škálovateľnosť

Tabuľka 14: Škálovateľnosť platforiem Hyper-V a vSphere (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 16)

	Vlastnosť	Hyper-V 2019	vSphere 6.7
Hostiteľ	Logické procesory	512	768
	Fyzická pamäť	24 TB	16 TB
	Virtuálne CPU	2048	4096
	Počet VM	1024	1024
VM	Virtuálne CPU	64	128
	Pamäť	1 TB	6 TB
	Virtuálny disk	64 TB	62 TB
	Počet diskov	256 (SCSI)	256 (SCSI)
Cluster	Počet koncových uzlov	64	64
	Počet VM	8000	8000

Z uvedeného prehľadu vyplýva, že platformy majú z hľadiska škálovania podobné vlastnosti. Vzhľadom na plánované potreby spoločnosti sú rozdiely medzi platformami bezpredmetné.

Vlastnosti virtuálnych strojov

vSphere využíva na optimalizáciu pamäte RAM niekoľko nástrojov. V prípade, že voľná kapacita RAM dosiahne nízku úroveň, funkcia „Memory compression“ skomprimuje

virtuálne stránky natoľko, aby sa zmestili do pamäte. Komprimované súbory môžu byť navyše prístupné rýchlejšie a nebudú prerušovať pracovný tok. Funkcia „Guest ballooning“ umožňuje uvoľniť nevyužitú pamäť z VM a prerozdeliť kapacitu tam, kde je potrebná. „VMware Oversubscription“ umožňuje priradiť viac pamäte RAM pre virtuálne stroje, než je k dispozícii na fyzickom hostiteľovi. Systém monitoruje aktuálne využitie pamäte vo virtuálnych strojoch a pomocou „Idle Memory Tax“ odhaduje množstvo nečinnnej pamäte, ktorá je následne prerozdelená [17].

Hyper-V využíva na optimalizáciu pamäte RAM nástroj „Dynamic Memory“, ktorý funguje podobne ako „VMware Oversubscription“. Na základe nastavení hodnôt počiatková RAM, minimálna RAM, maximálna RAM, buffer pamäte a prioritizácia pamäte Hyper-V prerozdeľuje fyzickú RAM jednotlivým virtuálnym strojom. V porovnaní s platformou VMware ponúka väčšiu voľnosť v nastavení prerozdelenia prostriedkov, avšak v Hyper-V chýbajú viaceré automatizované funkcie [17].

Tabuľka 15: Základné vlastnosti VM platforiem Hyper-V a vSphere (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 16)

Vlastnosť	Hyper-V 2019	vSphere 6.7
Hostiteľská migrácia za behu	Áno	Áno
Úložisková migrácia za behu	Áno	Áno
QoS úložiska a sieťového adaptéra	Áno	Áno
Hot-Add	Disky/vNIC/RAM	Disky/vNIC/USB/ CPU/RAM
Hot-Remove	Disky/vNIC/RAM	Disky/vNIC/USB/ CPU
Šifrovanie	Áno	Áno

VSphere formátuje úložisko pre virtuálne prostredie do formátu VMFS (Virtual Machine File System). Viaceré virtuálne počítače pristupujú do rovnakého zväzku, čím sa znižujú režijné náklady a zlepšuje využitie úložiska. S použitím VMFS je jednoduché pridať, migrovať alebo odstrániť viacero hostov. VMFS predchádza poškodeniu dát, pretože v rovnakom čase môže k rovnakým dátam pristupovať iba jeden proces [17].

Hyper-V používa ekvivalent tohto riešenia – systém ReFS (Resilient File System). Tento systém je založený na systéme NTFS, pričom sú vylepšené nedostatky s ohľadom na moderné požiadavky. ReFS deteguje a dokáže okamžite opraviť poškodené údaje za behu. S použitím funkcií klonovania blokov a „Sparse VDL“ urýchľuje operácie bežiacie vo virtuálnych počítačoch. Na druhú stranu, Hyper-V síce poskytuje funkciu „Cluster Shared Volume“, avšak kvôli jej zložitosti neposkytuje rovnakú úroveň flexibility v clusteroch ako VMware VMFS [17].

Rozdelenie záťaže

Vo vSphere je zaistené plynulé rozdelenie záťaže medzi hostiteľov v reálnom čase pomocou nástroja „VMware vMotion“. Vďaka tomu, že nezasahuje do procesov vnútri virtuálneho prostredia, je dosiahnutá nulová doba nedostupnosti. Pre automatizáciu tejto funkcie umožňuje vSphere naplánovať rozdelenie záťaže v určitý čas pomocou „VMware DRS (Distributed Resource Scheduler)“ [17].

Hyper-V umožňuje presúvať bežiacie virtuálne počítače medzi fyzickými hostiteľmi bez spôsobenia nedostupnosti pomocou nástroja „Hyper-V Live Migration“. V porovnaní s vMotion je použitie Live Migration zložitejšie, pretože je potrebné nastaviť „Microsoft Failover Clustering“ na všetkých fyzických hostiteľoch a prispôbiť nastavenia siete pre zaistenie bezchybnej migrácie záťaže [17].

Bezpečnosť

VMware ochraňuje dáta ako v úložisku tak aj pri práci s nimi pomocou šifrovania virtuálnych počítačov. Nedovoľuje neoprávnený prístup do systému a navyše ochraňuje dáta aj pri migrácii záťaže – pomocou šifrovania funkcie „VMware vMotion“ – medzi fyzickými servermi alebo hybridným cloudom. Vo vSphere 6.7 bola pridaná podpora pre širokú škálu bezpečnostných komponentov Hyper-V vydaných s operačným systémom Windows Server 2016 a Windows 10. Vďaka tomu je zaistená bezproblémová integrácia virtuálnych strojov vo vSphere, na ktorých beží operačný systém Windows [17].

Hyper-V ponúka niekoľko bezpečnostných funkcií: „Guarded Fabric“ je technika ochrany dát, ktorá umožňuje vytvorenie bezpečného prostredia pre VM a zahŕňa v sebe „Host Guardian Service“ a tienie VM. HGS monitoruje stav tienených VM a ochraňuje

klúče na dešifrovanie VM. V prípade že HGS je vypnuté, tienené VM ostávajú zašifrované a nedajú sa spustiť. Najnovšími bezpečnostnými prvkami sú „Advanced Thread Protection“ a „Exploit Guard“. ATP deteguje útoky a reaguje na hrozby v predstihu pomocou strojového učenia. EG ochraňuje pred útokmi ransomware a zlepšuje bezpečnosť kritických aplikácií [17].

Náklady

Cena virtualizačnej platformy spoločnosti VMware sa odvíja od počtu fyzických CPU, zatiaľ čo u spoločnosti Microsoft od počtu fyzických jadier. Aktuálne spoločnosť disponuje licenciami na produkt Windows Server 2012, avšak pre potreby virtualizácie sú tieto licencie v nedostatočnej edícii. V uvedených kalkuláciách nákladov budem počítať okrem aktuálneho počtu a konfigurácie fyzických serverov aj s prikúpením nového servera s 8-jadrovým procesorom. Mimo to je potrebné zakúpiť dodatočné licencie, VMware vyžaduje Support & Subscription a Windows vyžaduje CAL.

V prípade použitia platformy VMware vSphere je nutné zakúpiť licencie na 5 fyzických procesorov. VMware poskytuje tzv. „Acceleration Kit“, jedná sa o licenciu ktorá pokryje až 6 fyzických procesorov. Odporúčam nákup Acceleration Kitu, nakoľko náklady na obstaranie sú takmer totožne ako pri kúpe piatich 1-procesorových licencií. Ďalej je potrebné zakúpiť licenciu na VMware vCenter, pričom odporúčam nákup licencie Standard, nakoľko lacnejšia Foundation neobsahuje viaceré funkcie, ktoré budú nevyhnutné pre spoločnosť.

Obidve licencie vyžadujú zakúpenie Support & Subscription. Preto navrhujem zakúpiť licencie na úrovni Basic v trvaní jedného roka.

Tabuľka 16: Náklady na obstaranie VMware vSphere (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 18)

Licencia	Počet	Celková cena
VMware vSphere 6 Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors	1	22 372,50 €
1 Year Basic Support/Subscription VMware vSphere Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors	1	5 667,34 €

VMware vCenter Server 6 Standard for vSphere 6 (Per Instance)	1	5 764,80 €
1 Year Basic Support/Subscription VMware vCenter Server 6 Standard for vSphere 6 (Per Instance)	1	1 261,46 €
Celkom		35 066,10 €

V prípade použitia platformy Microsoft Hyper-V je licencovanie zložitejšie. Pre hostiteľský server ALPHA odporúčam nákup licencie Windows Server Standard. Pre 2 fyzické procesory so 4 jadrami na procesor je potrebná licencia pre 16 jadier. Tá pokryje nasadenie dvoch virtuálnych strojov, ale nakoľko odhadujem, že na serveri bude celkovo 7 virtuálnych strojov, je potrebné dodatočne dokúpiť ďalšie tri 16-jadrové APOS licencie, ktoré pokrývajú zvyšné VM.

Na serveroch, ktoré budú tvoriť hostiteľov pre službu hostingu zákazníckych VM, bude bežať veľké množstvo virtuálnych strojov. Z tohto dôvodu odporúčam pre týchto hostiteľov zakúpenie licencií Windows Server Datacenter. Pre dva servery, ktoré majú 4-jadrové procesory, sú potrebné dve licencie pre 16 jadier. Pre tretí plánovaný server, ktorý bude mať 8 jadier, je potrebná jedna licencia pre 16 jadier. Licencia Datacenter neobmedzuje počet virtuálnych strojov bežiacich na licencovanom hostiteľovi, preto nie je potrebné dodatočne dokupovať ďalšie licencie.

Ďalej je potrebné nakúpiť licencie pre Microsoft System Center, ktorý slúži na správu virtualizácie. Keďže je potrebné pokryť všetkých hostiteľov, tak licencie System Center je nutné kúpiť podľa typu a počtu Windows Server licencií. Preto odporúčam nákup štyroch licencií Standard a troch licencií Datacenter.

Pre prácu s operačným systémom je potrebná licencia CAL. V spoločnosti pracuje so servermi 17 ľudí, pričom niektorí sa na servery pripájajú z viacerých zariadení. Preto odporúčam zakúpenie sedemnástich licencií CAL na užívateľa pre Windows Server s dĺžkou platnosti 1 rok.

Tabuľka 17: Náklady na obstaranie Windows Server (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 18)

Licencia	Počet	Celková cena
Microsoft Windows Server Standard 2019 64Bit English 16 Core	1	653,81 €
Windows Server Standard 2019 English 16Cr (APOS)	3	2 506,08 €
Microsoft Windows Server Datacenter 2019 64Bit English 16 Core	3	13 934,58 €
System Center Standard Core License 16Licenses	4	4 442,40 €
System Center Datacenter Core License 16Licenses	3	9 156,21 €
Windows Server - 1 User CAL - 1 year	17	193,80 €
Celkom		30 886,88 €

Z uvedených prehľadov vyplýva, že náklady na obstaranie virtualizačnej platformy sú v prípade vSphere a Hyper-V veľmi podobné. Nasadenie samotného Hyper-V je lacnejšie než vSphere, avšak v prípade softwaru na správu virtualizácie sú náklady na platformu od Microsoftu vyššie. Cenový rozdiel medzi porovnávanými možnosťami je 4 179 €.

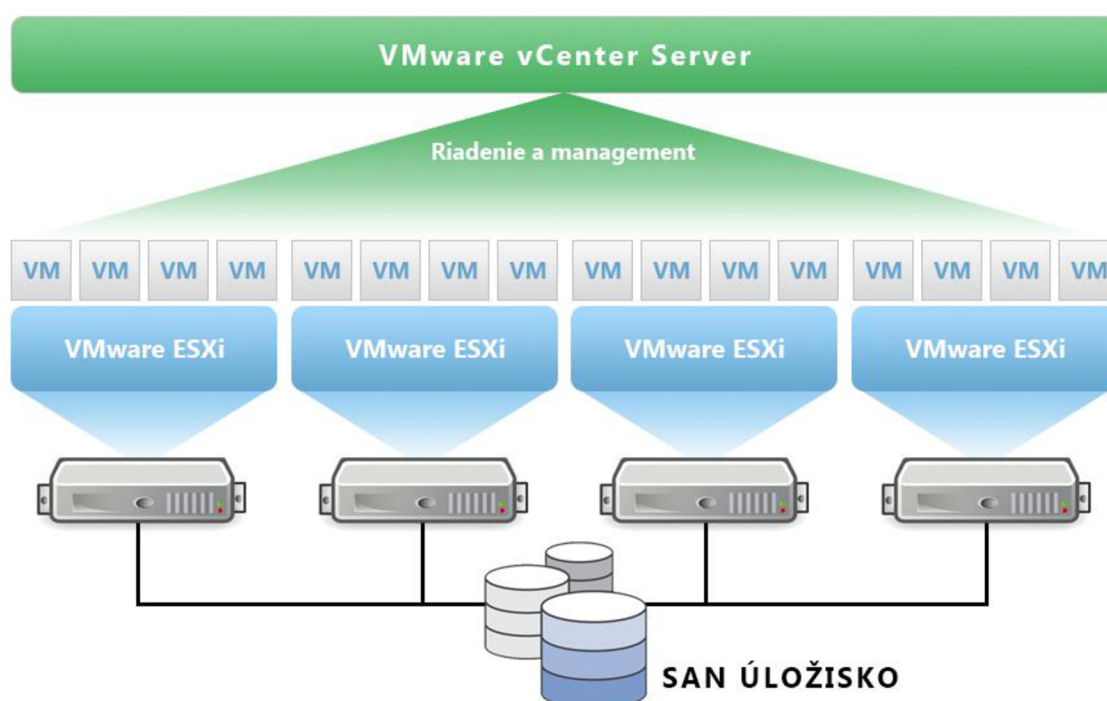
Zhodnotenie

Z hľadiska škálovateľnosti sú vlastnosti obidvoch platforiem vysoko nad požiadavkami spoločnosti. Nedá sa jednoznačne určiť ktorá z platforiem je lepšia, pretože väčšina funkcií je veľmi podobných. Výhodou platformy vSphere sú početné nástroje na správu pamäte RAM pre virtuálne stroje, ktoré môžu byť automatizované. Pre cluster s vysokým počtom virtuálnych strojov je automatizácia týchto funkcií kľúčová. Ďalšou výhodou vSphere je centralizovaná a jednoduchá správa virtuálneho prostredia pomocou vCenter, zatiaľ čo MS System Center ponúka viacero nástrojov namiesto jedného. Náklady na obstaranie platformy a potrebných komponentov sa príliš neodlišujú. Vzhľadom na celkovú cenu je rozdiel nákladov zanedbateľný.

Na základe zhodnotenia výhod a nevýhod odporúčam spoločnosti Infinity s.r.o. implementáciu virtualizačnej platformy **VMware vSphere 6 Enterprise Plus**. V nasledujúcich kapitolách navrhнем spôsob konfigurácie, implementácie a managementu tejto platformy.

4.2 Návrh virtualizačného prostredia

Hardwarové prostriedky v cieľovom prostredí budú virtualizované pomocou platformy VMware vSphere. Na hositeľských serveroch musí byť nainštalovaný hypervízor VMware ESXi, ktorý spravuje prostriedky a prerozdeľuje ich virtuálnym strojom. Hostitelia využité pre hosting zákazníckych VM musia byť konfigurovaní tak, aby bola zaistená vysoká dostupnosť. V nasledujúcich podkapitolách sa budem zaoberať konfiguráciou jednotlivých prvkov.



Obrázok 16: Virtualizačné serverové prostredie v spoločnosti (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 23)

4.2.1 Cieľové prostredie

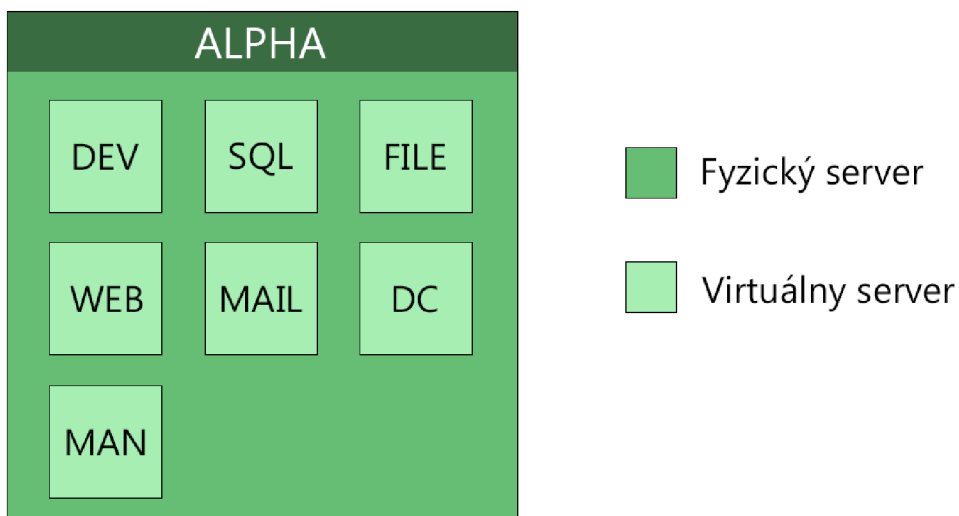
Navrhujem migráciu všetkých súčasných serverov do virtuálneho prostredia. Zo súčasnej serverovej infraštruktúry navrhujem využiť server ALPHA ako hositeľa pre interné využitie spoločnosti – podpora pre firemné procesy a vývoj produktov. Na tomto hositeľovi budú bežať všetky serverové aplikácie, ktoré spoločnosť aktuálne využíva.

Servery BETA a GAMMA navrhujem konsolidovať do clusteru OMEGA, ktorý bude slúžiť na hosting zákazníckych VM.

Hostiteľ ALPHA

Tento fyzický hostiteľ bude poskytovať hardwarové prostriedky pre virtuálne servery využívané spoločnosťou Infinity s.r.o. Zároveň tu bude fungovať správca virtualizácie a doménový radič. Hostiteľ ALPHA bude obsahovať:

- DEV – server pre vývojárov
- SQL – databázový server
- FILE – správca úložiska súborov
- WEB – webový server
- MAIL – e-mail exchange server
- DC – Domain controller
- MAN – správca virtualizácie

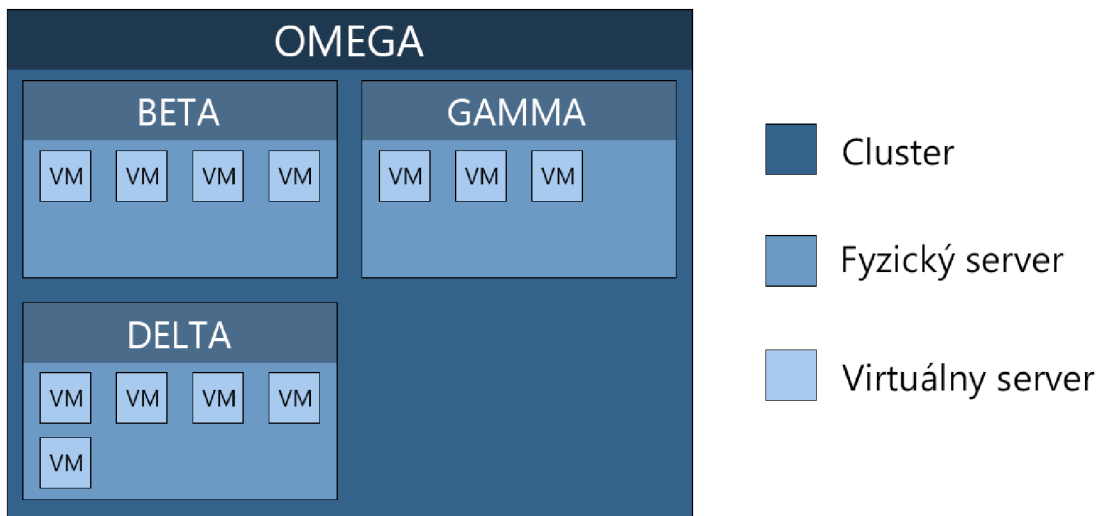


Obrázok 17: Hostiteľ ALPHA (Zdroj: vlastné spracovanie)

Cluster OMEGA

V clusteri budú fyzickými hostiteľmi servery BETA a GAMMA, ku ktorým navrhujem zaobstaranie jedného ďalšieho hostiteľa (s označením DELTA). Cluster musí byť navrhnutý tak, aby zabezpečoval vysokú dostupnosť a v prípade zlyhania niektorého hostiteľa spustil virtuálne stroje na inom hostiteľovi v čo najkratšom čase. Z tohto dôvodu

musí byť zaistené, aby boli virtuálne disky viditeľné pre všetkých hostiteľov v clusteri. Taktiež musí byť zvolený hlavný primárny hostiteľ.



Obrázok 18: Cluster OMEGA (Zdroj: vlastné spracovanie)

Centrálne úložisko

Na ukladanie dát jednotlivých virtuálnych strojov navrhujem použiť centrálné úložisko. Toto úložisko bude umiestnené v sídle firmy, takže v rovnakých priestoroch ako fyzické servery. Preto navrhujem použitie sieťových prvkov na prepojenie úložiska s hostiteľmi. Aktuálne sú vo fyzických serveroch nasadené harddisky s kapacitou 1, 2 alebo 4 TB. V novej konfigurácii bude hostiteľom stačiť harddisk s nižšou kapacitou (do 300 GB) na uloženie systémových súborov.

Z dôvodu ochrany dát pred poškodením alebo stratou bude nutná konfigurácia úložiska do schémy umožňujúcej redundanciu s toleranciou poškodenia aspoň jedného z fyzických harddiskov. Z dôvodu zachovania vysokej dostupnosti navrhujem použiť priame aj redundantné prepojenie úložiska s hostiteľmi.

4.2.2 Virtuálne servery

Hostiteľ ALPHA

Na hostiteľovi ALPHA bude spustených 7 virtuálnych serverov. Pre každý server je potrebné vyhradiť hardwarové prostriedky hostiteľa. Navrhujem, aby jedno fyzické jadro podporovalo 4 virtuálne CPU, čo znamená že hostiteľ bude podporovať celkovo 32 virtuálnych CPU.

Na server DEV budú umiestnené všetky nástroje, ktoré využívajú zamestnanci spoločnosti na tvorbu webov a webových aplikácií. Server môže fungovať na operačnom systéme s Linuxovým základom a odporúčam preň vyhradiť aspoň polovicu výpočtových prostriedkov. Rovnako odporúčam linuxový OS aj pre servery WEB a MAN. Na serveri MAN bude umiestnený nástroj VMware vCenter Server, ktorého konfiguráciou sa budem zaoberať v podkapitole 4.5.1 Management a riadenie platformy.

Na zvyšných štyroch serveroch odporúčam použitie operačného systému Windows Server 2012. Na serveri SQL budú uložené databázy informačného systému a webovej stránky. Spoločnosť využíva nástroj Microsoft SQL Server 2012 na správu svojho SQL servera. Server FILE bude pracovať ako správca úložiska súborov. Na základe doterajšieho využitia súborového úložiska navrhujem vyčleniť aspoň 6 TB priestor v centrálnom úložisku. Na serveri MAIL budú uložené e-mailové schránky zamestnancov. Spoločnosť využíva nástroj Microsoft Exchange Server 2013 na správu svojho e-mailového servera. Server DC bude slúžiť ako radič domény a bude zastupovať všetkých 5 FSMO rolí.

V nasledujúcej tabuľke sa nachádza prehľad virtuálnych serverov a priradenie hardwarových prostriedkov:

Tabuľka 18: Virtuálne servery na hostiteľovi ALPHA (Zdroj: vlastné spracovanie)

Server	Operačný systém	vCPU	RAM	Disk
DEV	CentOS 7	16	32 768 MB	1 500 GB
SQL	Windows Server 2012 R2	4	6 144 MB	250 GB

FILE	Windows Server 2012 R2	4	6 144 MB	6 000 GB
WEB	CentOS 7	1	2 048 MB	50 GB
MAIL	Windows Server 2012 R2	1	2 048 MB	170 GB
DC	Windows Server 2012 R2	2	4 096 MB	60 GB
MAN	CentOS 7	4	8 192 MB	60 GB
Celkom		32	61 440 MB	8 090 GB

Cluster OMEGA

V clusteri OMEGA budú spustené zákaznicke virtuálne servery. Pre každý server je potrebné vyhraďiť hardwarové prostriedky. Navrhujem, aby jedno fyzické jadro podporovalo 8 virtuálnych CPU, čo znamená že cluster bude podporovať celkovo 128 virtuálnych CPU. Je ťažké odhadnúť nároky virtuálnych serverov, ktoré budú fungovať v tomto clusteri. Pre spoločnosť preto odporúčam nasledovné konfigurácie pre jednotlivé typy serverov, tabuľka obsahuje minimálne hodnoty priradených prostriedkov:

Tabuľka 19: Odporúčané hodnoty prostriedkov pre virtuálne servery (Zdroj: vlastné spracovanie)

Typ servera	vCPU	RAM	Disk
Prezentačná webová stránka	1	512 MB	3 GB
Online informačný systém	2	1 024 MB	15 GB
Náročná webová aplikácia	4	2 048 MB	50 GB
Dedikovaný server	8	4 096 MB	100 GB

Cluster musí byť navrhnutý tak, aby zabezpečoval vysokú dostupnosť. V prípade zlyhania niektorého z hostiteľov nastane migrácia dotknutých VM na iného hostiteľa. Po pridaní hostiteľa do clusteru je na daného hostiteľa nasadený agent, ktorý komunikuje s ostatnými agentmi. Navrhujem zvoliť server BETA za hlavného primárneho hostiteľa, ktorý bude rozhodovať ako sa budú reštartovať padnuté VM, zaznamenávať zlyhané reštarty a rozhodovať, či je vhodné pokúšať sa o reštart. V prípade zlyhania hlavného hostiteľa je nahradený iným primárnym hostiteľom. V platforme vSphere je vysoká dostupnosť zaistená funkciou „High Availability“, ktorá riadi potrebné kroky migrácie virtuálnych strojov v prípade výpadku. Pre určenie hostiteľa, na ktorom budú reštartované padnuté VM, využíva monitoring rezervovaných prostriedkov.

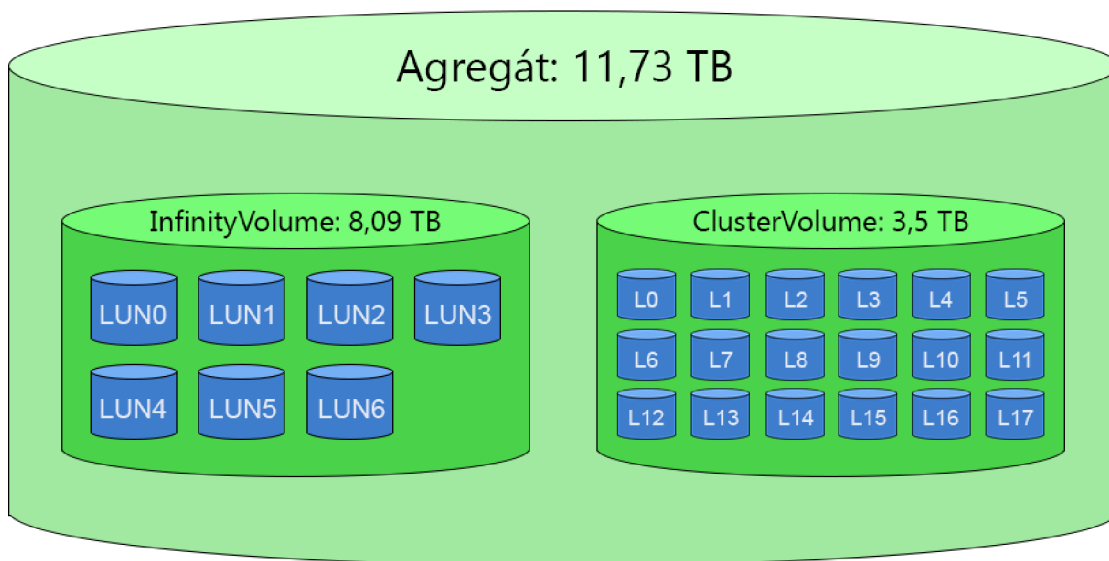
4.2.3 Centrálné úložisko

Pre navrhované riešenie odporúčam využitie centralizovaného úložiska. Vďaka tomu, že všetky virtuálne disky budú uložené na spoločnom úložisku, ktoré je prístupné všetkým hosťom, bude umožnené využiť funkciu High Availability pre zachovanie vysokej dostupnosti. Pri migrácii virtuálnych strojov z nedostupného hostiteľa budú virtuálne disky a konfiguračné súbory dostupné novým hosťom.

Navrhujem použitie úložiska typu SAN – jedná sa o blokovo orientované úložisko so schémou Agregát-Volume-LUN, pomocou ktorej bude úložisko rozdelené na logickej úrovni. Na prenos blokov dát navrhujem použitie protokolu iSCSI. Kvôli redundancii musí mať úložisko aspoň 2 sieťové radiče s podporou Jumbo Frames.

Z dôvodu ochrany dát pred poškodením alebo stratou odporúčam zapojenie diskov v schéme RAID 5 s jedným rezervným diskom. V prípade poruchy jedného z diskov sa na rezervný disk dopočíta obsah porušeného disku a dáta budú opäť plne dostupné. Pokiaľ po dopočítaní obsahu dôjde k poruche ďalšieho disku ešte pred výmenou toho predošlého, dáta sa budú dať zachrániť výmenou aspoň jedného z nich.

Z predchádzajúcej podkapitoly je zrejmé, že pre hostiteľa ALPHA je nutné vyhraďiť 8 090 GB úložného priestoru. Pre cluster OMEGA navrhujem vyčleniť aspoň 3 500 GB. Tzv. „agregát“ bude tvoriť dostupná kapacita všetkých diskov dohromady. V prípade použitia 9 pevných diskov s kapacitou 1,8 TB bude kapacita agregátu približne 11,73 TB (po zohľadnení schémy RAID a prevodu terabitov na terabajty). Navrhujem rozdelenie agregátu na 2 oblasti: InfinityVolume s kapacitou 8,09 TB pre potreby hostiteľa ALPHA a oblasť ClusterVolume s kapacitou 3,5 TB pre potreby clusteru OMEGA. Pre jednotlivé virtuálne servery navrhujem vytvoriť LUNy v príslušných oblastiach.

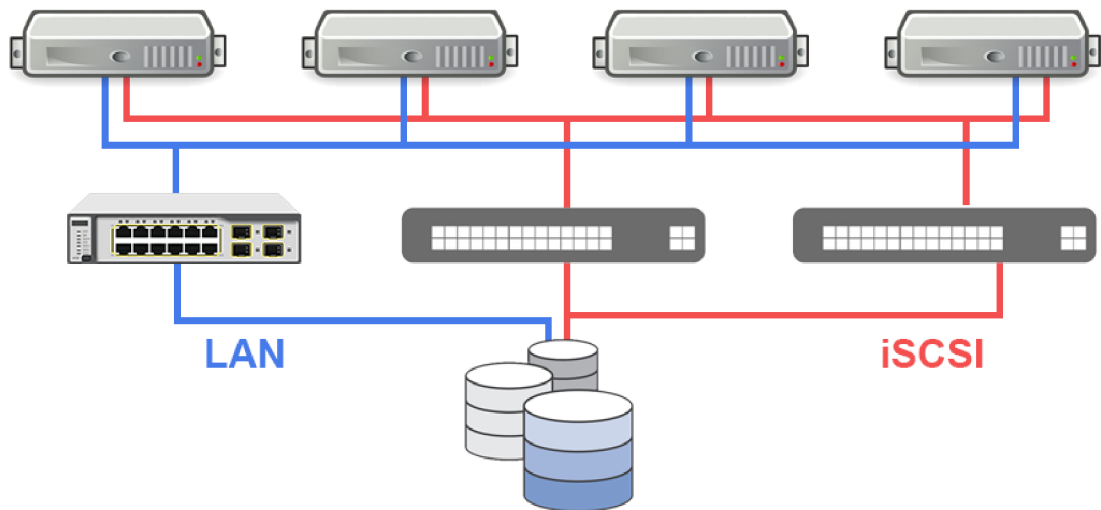


Obrázok 19: Schéma centrálného úložiska (Zdroj: vlastné spracovanie)

4.2.4 Lokálna sieť

Aktuálne je v serverovej miestnosti umiestnený switch s ôsmimi 1 Gbit portmi, ktorý vetví sieť pre servery v racku. Navrhujem využiť súčasnú sieťovú infraštruktúru na bežnú sieťovú komunikáciu medzi zamestnancami a servermi a taktiež medzi zákazníkmi a servermi. Odporúčam, aby každé zariadenie bolo do tejto siete pripojené priamym aj záložným spojením, čím vzniká potreba nákupu nového centrálného switchu.

Pre vyhradenú komunikáciu serverov s centrálnym úložiskom pomocou protokolu iSCSI navrhujem zriadenie novej siete postavenej na štandarde 10 Gigabit Ethernet. Pre vytvorenie redundancie odporúčam, aby mal každý hositeľ a úložisko priame a záložné pripojenie do siete. Z tohto dôvodu budú v novej sieti použité dva switche. Všetky zariadenia musia podporovať protokol Jumbo Frames, ktorý umožňuje odosielanie väčších rámcov. Navrhujem priradiť pevné IP adresy všetkým zariadeniam v oboch sieťach, nakoľko to virtualizácia vyžaduje.



Obrázok 20: Schéma lokálnej siete (Zdroj: vlastné spracovanie)

4.2.5 Pripojenie do siete Internet

Súčasnité pripojenie do siete Internet považujem za nedostatočné na poskytovanie služby hostingu virtuálnych serverov. Preto ako nového poskytovateľa navrhujem spoločnosť PROFI-NET s.r.o. so sídlom v Ružomberku. Firma pôsobí v regióne Liptov a patrí medzi najväčších poskytovateľov internetu a doplnkových služieb. Pre firemných zákazníkov poskytuje garantované pripojenie pomocou licencovaných pásiem alebo optickej siete. Konektivita do Internetu je zabezpečená prepojením priamou linkou do slovenského peeringového uzlu (SIX) [25].

Nakoľko budú toto pripojenie zdieľať viaceré virtuálne servery zákazníkov, odporúčam spoločnosti prenájom vyhradenej linky s rýchlosťou 200 Mbps pre download a 300 Mbps pre upload. Taktiež odporúčam obmedziť internetové pripojenie pre zamestnancov na súčasných 50 / 50 Mbps pomocou nastavení pravidiel viazaných na privátne IP adresy. Tým sa vyhradí väčšinová časť šírky pásma pre potreby hostingu.

4.3 Stanovenie parametrov zariadení

Počas vytvárania návrhu virtualizácie a konsolidácie vznikli požiadavky na nákup nových hardwarových prvkov. V tejto kapitole stanovím požadované parametre zariadení.

4.3.1 Hostiteľské servery

Pre fyzický server ALPHA navrhujem dokúpiť dva vysoko otáčkové 10K RPM SAS harddisky s kapacitou 146 GB, ktoré vymenia súčasné tri harddisky. Nové disky budú zapojené v schéme RAID 1 a budú slúžiť ako úložisko pre ESXi hypervízor a snapshoty systému. Konfigurácia servera ALPHA:

- CPU: 2x 4 fyzické jadrá s frekvenciou 3.20 GHz
- RAM: 4x 16 GB DDR4
- HDD: 2x 146 GB SAS HDD 10K RPM
- PSU: 2x 1100W
- NIC: 2x 1 Gbit, 2x 10 Gbit

Pre fyzické servery BETA a GAMMA navrhujem dokúpiť 8 GB DDR3 RAM pamäte, čím sa rozšíria ich pamäte na 16 GB. Z rovnakého dôvodu ako pri serveri ALPHA navrhujem pre každý z tejto dvojice dokúpiť dva vysoko otáčkové 10K RPM SAS harddisky s kapacitou 146 GB, ktoré budú taktiež zapojené v schéme RAID 1. Konfigurácia serverov BETA a GAMMA je identická:

- CPU: 4 fyzické jadrá s frekvenciou 2.5 GHz
- RAM: 2x 8 GB DDR3
- HDD: 2x 146 GB SAS HDD 10K RPM
- PSU: 2x 750W
- NIC: 2x 1 Gbit, 2x 10 Gbit

Server DELTA je označenie pre nový server, ktorý bude spolu so servermi BETA a GAMMA v clusteri OMEGA. Na týchto serveroch budú nasadené virtuálne stroje

zákazníkov spoločnosti. Keďže úložisko bude riešené centrálné, tomuto serveru postačí rovnaká konfigurácia harddiskov ako v ostatných serveroch. Z dôvodu redundancie musí mať server dva zdroje napájania. Minimálne požiadavky, ktoré musí konkrétny serverový model spĺňať sú nasledovné:

- CPU: 8 fyzických jadier s frekvenciou aspoň 2.5 GHz
- RAM: 32 GB
- HDD: 2x 146 GB SAS HDD 10K RPM
- PSU: dva zdroje napájania
- NIC: 2x 1 Gbit + 2x 10 Gbit

4.3.2 Úložisko a sieťové prvky

Úložisko bude riešené centrálné s umiestnením v lokálnej sieti. Navrhovaná konfigurácia vyžaduje podporu deviatich SAS diskov. Taktiež musí úložisko umožniť zapojenie diskov do schémy RAID 5. Minimálne požiadavky, ktoré musí spĺňať:

- Podpora SAS diskov
- Podpora funkcie Hot-spare (rezervný disk)
- Podpora schémy RAID 5
- Minimálna kapacita: 9x harddisk
- 2x sieťový radič, 2x 1 Gbit, 2x 10 Gbit
- Dva zdroje napájania

Pre pripojenie všetkých zariadení do siete navrhujem switch podporujúci štandard 1 Gbit Ethernet, ktorý obsahuje aspoň 24 RJ-45 portov. Switch musí ponúkať možnosť managementu a tiež funkcie VLAN a QoS.

Úložisko a servery budú komunikovať v oddelenej sieti, pre ktorú navrhujem použitie dvoch switchov podporujúcich štandard 10 Gbit Ethernet. Každý z nich musí obsahovať aspoň 5 RJ-45 portov a musí podporovať protokol Jumbo Frames. Switche musia ponúkať možnosť managementu a funkcie VLAN a QoS.

4.3.3 Záložné zdroje

Navrhovaná konfigurácia vyžaduje použitie dvoch záložných zdrojov, ktoré musia mať kapacitu na napájanie infraštruktúry po dobu 10 minút. Minimálne požiadavky:

- Výkon 1000 W
- 7x zásuvka IEC 320 C13

4.4 Výber konkrétnych zariadení

Konkrétne modely vyberiem na základe stanovených požiadaviek. Náklady na obstaranie zahrniem v ekonomickom zhodnotení návrhu.

4.4.1 Koncové uzly

Server DELTA

Ako server DELTA navrhujem nákup a nasadenie servera **Dell PowerEdge R430**. Tento typ je v prevedení s umiestnením do racku a zaberá 1U. Aby splňal požadované parametre, navrhujem nákup tohto servera v nasledovnej konfigurácii:

- Intel Xeon E5-2667 v4 – 8 jadier s frekvenciou 3.60 GHz
- 4x 8 GB DDR4-2400MHz RAM
- 8x slot pre uloženie 2.5“ SAS HDD, radič podporujúci RAID 1
- 2x 550W PSU
- 2x 1 Gbit RJ-45 + 2x 10 Gbit



Obrázok 21: Dell PowerEdge R430 (Zdroj: 24)

Centrálne úložisko

Ako centrálne úložisko navrhujem nákup a implementáciu **Dell PowerVault MD3820i**. Tento typ je v prevedení s umiestnením do racku a zaberá 2U. Konfigurácia:

- 24x slot pre uloženie 2.5“ SAS HDD
- 2x radič RAID 0, 1, 5, 6, 10
- Funkcie Hot-Swap a Hot-Spare
- 2x 600W PSU
- 4x 1 Gbit RJ-45, 4x 10 Gbit RJ-45



Obrázok 22: Dell PowerVault MD3820i (Zdroj: 24)

4.4.2 Komponenty

Pamäte RAM

Navrhujem nákup dvoch pamätí **Crucial 8GB DDR3-1600 RDIMM**. Pamäte sú kompatibilné so servermi typu PowerEdge R620 a budú slúžiť na rozšírenie aktuálnej RAM pamäte hostiteľov BETA a GAMMA.

SAS disky

Ako disky pre interné úložisko hostiteľov navrhujem nákup ôsmich diskov typu **X829K Dell 146-GB 10K 2.5 SAS**. Kapacita diskov je 146 GB a rýchlosť otáčok je 10 000 RPM. V každom hostiteľovi budú uložené 2 disky zapojené v schéme RAID 1.

Ako disky pre úložisko PowerVault MS3820i navrhujem nákup deviatich diskov typu **G176J Dell 1.8-TB 10K 2.5 SAS**. Kapacita diskov je 1.8 TB a rýchlosť otáčok je 10 000 RPM. Disky budú zapojené v schéme RAID 5 s jedným rezervným diskom.

4.4.3 Siet'ové prvky

Centrálny switch

Parametrom pre centrálny switch zodpovedá **Cisco SG350-28**. V navrhovanej konfigurácii infraštruktúry bude obsadených 13 portov. Špecifikácia:

- 24x RJ-45 port, 2x SFP port, 2x combo SFP / RJ-45 port
- 10/100/1000 Mbps
- VLAN, QoS
- WEB / CLI managed
- SNMP, RMON, SSH



Obrázok 23: Cisco SG350-28 (Zdroj: 18)

Switche pre iSCSI komunikáciu

Parametrom pre tieto switche zodpovedá **Cisco SG350XG-2F10**. V navrhovanej konfigurácii infraštruktúry bude obsadených 5 portov na každom switchi. Špecifikácia:

- 8x RJ-45, 2x combo SFP+ / RJ-45 port
- 10/100/1000/10000 Mbps
- VLAN, QoS
- WEB / CLI managed
- SNMP, SSH
- Jumbo Frames



Obrázok 24: Cisco SG350XG-2F10 (Zdroj: 18)

4.4.4 UPS

Navrhujem nákup dvoch záložných zdrojov **APC Smart-UPS X 1 500 VA LCD NC**. Jedná sa o UPS s umiestnením do racku, pričom zaberá 2U. UPS má RJ-45 konektor a umožňuje vzdialenú správu. Do zdroja sa dá zapojiť až 5 externých batérií umožňujúcich predĺženie napájacieho času v prípade výpadku. Špecifikácia:

- Výkon 1200 W
- 8x zásuvka IEC 320 C13
- 1x RJ-45 port
- Záložná doba pri aktuálnej konfigurácii (približne 75% záťaž): 11 minút.



Obrázok 25: APC Smart-UPS X 1 500 VA LCD NC (Zdroj: 27)

4.5 Management a monitoring

Pokiaľ chce spoločnosť využívať výhody virtualizácie a konsolidácie, okrem návrhu konfigurácie je dôležitý aj výber vhodného riadiaceho softwaru, pomocou ktorého bude dohliadať na fungovanie platformy a riadiť prípadné zmeny.

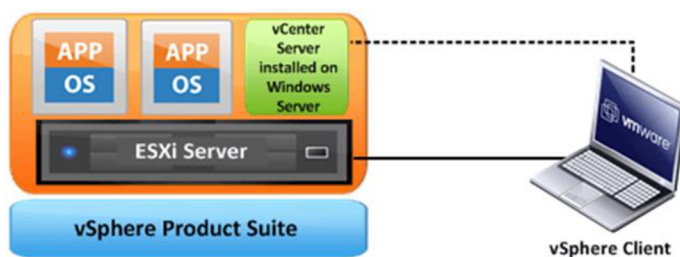
Vo všeobecnosti platí, že virtualizované prostredie je odolnejšie voči zlyhaniu fyzickej zložky infraštruktúry. Je však logické, že takmer žiadny systém nie je stopercentne spoľahlivý a preto navrhujem zavedenie zálohovacích stratégií. Virtualizácia otvára nové možnosti vytvárania záloh, napríklad vytváranie a záloha snapshotov virtuálnych strojov, ktoré zjednodušujú obnovu. Okrem softwarových záloh odporúčam aj fyzickú zálohu formou záložného zdroja napájania.

4.5.1 Management a riadenie platformy

Pre management a riadenie hostiteľov, úložiska a virtualizačnej platformy navrhujem použitie nástroja VMware vCenter Server. Tento software odporúčam nainštalovať na virtuálny server MAN s operačným systémom CentOS, ktorý sa nachádza na hostiteľovi ALPHA. Na pripojenie do riadiaceho prostredia odporúčam použitie nástroja vSphere Web Client, ktorý umožňuje vykonávať všetky operácie pomocou webového rozhrania a taktiež ponúka konzolový prístup do virtuálnych strojov.

Po konfigurácii hardwarových prostriedkov je potrebné vytvoriť datacentrum vo vCenter Server. Datacentrum označuje štruktúru, ktorá je spravovaná týmto nástrojom a obsahuje všetkých hostiteľov a ich virtuálne servery v platforme. Do datacentra musí byť pridané SAN úložisko a hostiteľ ALPHA, ďalej tu musí byť vytvorený cluster zložený z hostiteľov BETA, GAMMA a DELTA. Každý hostiteľ prevádzkuje ESXi hypervízor, ktorý umožňuje chod virtuálnych strojov.

Pomocou vCenter Server budú zjednotené prostriedky jednotlivých hostiteľov, ktoré budú zdieľané medzi virtuálnymi strojmi v datacentre. Na základe pravidiel, ktoré sú uvedené v kapitole 4.2.2 Virtuálne servery budú virtuálne stroje priradené konkrétnym hostiteľom (pomocou komunikácie s ESXi hypervízormi).



Obrázok 26: Ilustrácia nasadenia vCenter Server (Zdroj: 22)

Navrhnutá konfigurácia virtuálnej platformy je podmienená využitím viacerých nástrojov, ktoré vSphere ponúka. Navrhujem využiť funkciu „Distributed Resource Scheduler“ na dynamickú správu prostriedkov bez narušenia služby. Funkcia „High Availability“ bude spravovať reštart virtuálnych strojov v prípade problému s hostiteľom a funkcia „vSphere vMotion“ bude spravovať migráciu virtuálnych strojov pri plánovanej

nedostupnosti. Menované nástroje sú ovládateľné pomocou vCenter Server a konkrétnu konfiguráciu nástrojov ponechám na správcovi platformy.

Monitoring

Nástroj vCenter Server odporúčam využiť aj na monitoring prostredia. Správca tu bude mať k dispozícii štatistiky využitia prostriedkov, monitoring výkonu, stav jednotlivých hostiteľov, stav virtuálnych strojov a systémové záznamy. Nástroj ďalej umožňuje konfiguráciu upozornení a alarmov v prípade, že dôjde k naplneniu predom stanovených udalostí – môže sa jednať napríklad o preťaženie niektorého z komponentov. Konfiguráciu upozornení a alarmov ponechám na správcovi platformy a nebudem sa ňou v tejto práci zaoberať. Odporúčam monitorovať využitie prostriedkov CPU, RAM a sieťového rozhrania všetkých hostiteľov.

4.5.2 Softwarová záloha

Do softwarovej zálohy navrhujem zahrnúť snapshoty virtuálnych strojov a kľúčové dáta spoločnosti – dokumentácie projektov, zdrojové kódy a databázy. V prípade zriadenia platenej služby zálohovania pre zákazníkov navrhujem zahrnúť do týchto záloh vybrané aplikácie zákazníkov a ich databázy.

Na vytváranie záloh navrhujem zakúpiť software **Backup Exec** od spoločnosti Veritas Technologies. Tento software umožňuje naplánovať zálohu vybraných dát v ľubovoľný čas. Podporuje zálohy z Microsoft aj Linux systémov. Dáta môžu byť zálohované na lokálne fyzické úložisko, verejný, hybridný alebo privátny cloud. Nástroj ponúka centralizovanú správu zálohovacej stratégie, preto odporúčam nasadenie Backup Exec na virtuálny server MAN, odkiaľ bude riadiť zálohovanie dát. Nástroj taktiež ponúka pokročilú integráciu s platformou VMware vSphere. Presnú konfiguráciu a výber dát na zálohovanie prenechám na správcu virtualizácie, avšak odporúčam vykonávať zálohy aspoň raz za 24 hodín v čase najmenšieho vyťaženia prostriedkov.

Odporúčam fyzické oddelenie zálohovaných dát od priestorov, kde bude umiestnené centrálné úložisko virtuálneho prostredia. Pre tieto potreby navrhujem prenájom úložného priestoru od spoločnosti Websupport s.r.o. Spoločnosť ponúka modulárnu kapacitu v cene 6,59 € za 50 GB na mesiac. Celá architektúra je postavená na SSD diskoch, pričom dáta sú replikované 1:1 na diskové pole v inej fyzickej lokalite. Kapacitu je možné kedykoľvek navýšiť podľa aktuálnej potreby [26].

4.5.3 Záloha napájania

Aktuálne je v spoločnosti použitá jedna UPS, ktorá zálohuje napájanie servera ALPHA a svojou kapacitou nedokáže pokryť žiadne ďalšie zariadenie. V novej fyzickej konfigurácii bude nutné zálohovať napájanie pre centrálné úložisko, servery ALPHA, BETA, GAMMA a DELTA, centrálny switch, switche použité pre komunikáciu protokolom iSCSI a router. V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad energetickej záťaže fyzických prvkov a rozdelenie do dvoch segmentov:

Tabuľka 20: Energetická záťaž fyzických prvkov (Zdroj: vlastné spracovanie podľa: 18)

Seg.	Zariadenie	Model	Počet zdrojov	Záťaž
A	Úložisko	Dell PowerVault MD3820i	2	370 W
	Server	Dell PowerEdge R630	2	350 W
	Switch	Cisco SG350XG-2F10	1	50 W
		Cisco SG350XG-2F10	1	50 W
		Cisco SG350-28	1	20 W
Segment A celkom			7	840 W
B	Server	Dell PowerEdge R620	2	270 W
		Dell PowerEdge R620	2	270 W
		Dell PowerEdge R430	2	310 W
	Router	TP-Link TL-R600VPN	1	20 W
Segment B celkom			7	870 W

Pre zabezpečenie fungovania serverovej infraštruktúry aj v prípade výpadku elektriny navrhujem zapojenie každého segmentu do samostatného záložného zdroja.

4.6 Implementácia

Pre implementáciu navrhujem vyčlenenie niekoľkých dní, počas ktorých budú niektoré služby serverov nedostupné. Keďže všetky virtuálne servery, ktoré budú využité ako podpora pre firemné procesy a vývoj produktov budú umiestnené na hostiteľovi ALPHA, odporúčam začať proces implementácie práve s týmto serverom. Následne bude možné migrovať služby zo serverov BETA a GAMMA do príslušných virtuálnych strojov. Tým sa podarí zachovať takmer nepretržitý chod webového a mailového servera spoločnosti.

4.6.1 Činnosti implementácie

V procese implementácie sú potrebné nasledujúce činnosti:

- Nákup nového hardwaru a komponentov
- Záloha súborov a konfigurácií zo servera ALPHA
- Konfigurácia hardwaru – hostiteľ ALPHA, centrálné úložisko, sieťové prvky
- Zavedenie platformy vSphere: inštalácia ESXi hypervízora na hostiteľa ALPHA, inštalácia vCenter Server
- Vytvorenie virtuálneho prostredia hostiteľa ALPHA pomocou vCenter Server na základe návrhu a odporúčaní v tejto práci
- Inštalácia operačných systémov, migrácia zálohovaných dát a konfigurácií do virtuálnych serverov, migrácia súčasných služieb serverov BETA a GAMMA do virtuálneho prostredia hostiteľa ALPHA
- Testovanie hostiteľa ALPHA
- Konfigurácia hardware – hostitelia BETA, GAMMA a DELTA

- Vytvorenie virtuálneho prostredia clusteru OMEGA, priradenie hostiteľov BETA, GAMMA a DELTA, konfigurácia na základe návrhu a odporúčaní
- Testovanie clusteru OMEGA
- Konfigurácia a zavedenie zálohovacích stratégií
- Vytvorenie dokumentácie novej infraštruktúry a nového prostredia

Odporúčam konateľovi vytvorenie dostatočnej finančnej a časovej rezervy, z ktorej môže čerpať v prípade problémov s implementáciou.

4.6.2 Projektové riadenie

Projekt je nástroj na dosiahnutie zmeny. Je jedinečný, časovo ohraničený a má obmedzené zdroje. Pre riadenie projektu implementácie navrhujem vytvorenie projektového tímu. Do projektového tímu sú zaradení ľudia s rôznymi funkciami, ktorí vytvárajú skupinu a pracujú na jednom ciele počas doby trvania projektu. Odporúčam využitie techniky „WBS – Work Breakdown Structure“ pomocou ktorej je hlavný výstup postupne rozložený na čiastkové výstupy v stromovej štruktúre až na takú úroveň, kedy sa dajú priradiť konkrétnej osobe.

Keďže nepredpokladám, že budú potrebné iterácie, odporúčam zvoliť sekvenčný postup vo fázach implementácie. Navrhujem projekt rozdeliť na nasledujúce fázy:

- 1. fáza: **Analýza návrhu:** sponzor projektu, projektový manažér a hlavný dodávateľ rozložia komplexný návrh na menšie časti pomocou techniky WBS. Vďaka použitiu stromovej štruktúry bude pokrytých 100% výstupov.
- 2. fáza: **Plánovanie:** zvolí sa postup implementácie. Každý čiastkovej úlohe je priradená časová náročnosť, z čoho sa vytvorí celková časová náročnosť projektu. Priradí sa zodpovednosť konkrétnym osobám za každý čiastkový výstup.
- 3. fáza: **Implementácia:** na implementácii sa budú podieľať členovia tímu. Odporúčam vytvorenie a zachovanie podrobnej dokumentácie tejto fázy.

- 4. fáza: **Testovanie:** systém bude podrobený sérii niekoľkých testov, ktoré odhalia prípadné chyby. Po odstránení chýb odporúčam testovanie opakovať.
- 5. fáza: **Prevádzka:** zahŕňa v sebe aj monitoring a administráciu systému. Do prevádzky nespadá napr. upgrade infraštruktúry, nakoľko ten musí byť riešený ako samostatný projekt.

V projektovom tíme musia byť jasne určené a priradené nasledujúce role:

Sponzor projektu – zodpovedá za realizáciu projektu a za poskytovanie včasných rozhodnutí. Sponzor sa stará o financie projektu a dozerá na to, aby bola za minulé peniaze získaná adekvátna hodnota. V projekte môže byť určený iba jeden sponzor projektu a navrhujem do tejto role určiť konateľa spoločnosti.

Hlavný dodávateľ – zodpovedá za poskytovanie zdrojov a riešení potrebných pre implementáciu návrhu. V prípade že produkt nie je realizovateľný tak ako je požadované, navrhuje zmeny požiadaviek alebo spôsob, akým má byť produkt navrhnutý. Navrhujem, aby túto rolu zastával pracovník zo strany dodávateľa. V prípade ak bude hlavných dodávateľov viac, musí byť určené, kto je zodpovedný za aké zdroje.

Projektový manažér – zodpovedá za plánovanie a riadenie projektu. Koordinuje projekt a zaisťuje, aby boli jasne delegované úlohy a jasne určené zodpovednosti. Taktiež zodpovedá za naplnenie výstupov projektu. Navrhujem, aby túto rolu zastával sponzor projektu – konateľ spoločnosti.

Členovia tímu – túto rolu budú zastávať všetci ľudia, ktorí sa budú fyzicky podieľať na implementácii návrhu, pričom zodpovedať sa budú projektovému manažérovi.

Odborník na obsah – zodpovedá za kontrolu obsahu projektu. Vykonáva nezávislý dohľad nad projektom a sleduje, či je implementácia riadená v súlade so štandardmi. Poskytuje projektovému manažérovi rady v odborných záležitostiach. Navrhujem, aby túto rolu zastával zástupca konateľa spoločnosti, nakoľko má skúsenosti v oblasti virtualizácie. Túto rolu však môže zastávať viacero ľudí súčasne.

4.7 Ekonomické zhodnotenie

V poslednej kapitole sa zameriam na ekonomické zhodnotenie navrhovaného riešenia virtualizácie z hľadiska nákladov, ktoré sú nevyhnutné pre implementáciu riešenia. Taktiež uvediem niekoľko prínosov, ktoré vzniknú uplatnením virtualizácie v predmetnej spoločnosti.

4.7.1 Náklady

V kalkulácii nákladov sú zahrnuté všetky prvky použité v mojom návrhu. V prípade časovo obmedzených licencií a služieb sú náklady vyrátané na obdobie jedného roku. Ceny sú uvedené na základe cenníkov výrobcov alebo internetových predajcov v čase vytvárania tohto návrhu, preto sa môžu ceny u rôznych predajcov v rôznom čase líšiť. Uvedené ceny sú orientačné, pretože skutočné ceny sa budú odvíjať od zmluvnej dohody s dodávateľmi. V návrhu sa nachádza zakúpenie virtualizačnej platformy v cene približne 35 000 EUR, koncové uzly v cene približne 18 400 EUR, sieťové prvky v cene približne 1 900 EUR, hardwarové komponenty v cene približne 3 600 EUR a ostatné položky v cene približne 6 500 EUR. Ceny sú uvedené bez DPH. Podrobný rozpis nákladov sa nachádza v prílohe č. 1.

4.7.2 Prínosy

Virtualizácia a konsolidácia serverov prinesie spoločnosti Infinity s.r.o. výhody vo viacerých smeroch. Virtualizácia vytvára prostredie, v ktorom je pomocou centralizovaných nástrojov zjednodušená správa, riadenie a monitorovanie IT infraštruktúry. Vo všeobecnosti poskytuje virtualizácia vyššiu mieru spoľahlivosti systému, pričom zavedenie zálohovacích stratégií je efektívnejšie vo virtualizovaných prostrediach. Obnova systému je urýchlená hlavne vďaka vytváraniu snapshotov virtuálnych strojov.

Vytvorené riešenie znižuje nároky na fyzické prostriedky spoločnosti z hľadiska výpočtového výkonu a taktiež z hľadiska fyzických priestorov. Konkrétnym príkladom je zníženie počtu serverov pre potreby spoločnosti z troch na jeden. S tým klesajú náklady napríklad na chladenie a prevádzku serverov. Významným prínosom je znížená spotreba elektrickej energie, čo sa prejaví znížením poplatkov a záťaže životného prostredia.

Spoločnosť plánuje poskytovanie služby serverového hostingu pre svojich zákazníkov. Riešenie formou virtuálnych serverov maximalizuje zisk, nakoľko zvyšuje hustotu obsadenia jednotlivých hostiteľov. Neoceniteľným prínosom je zachovanie vysokej miery dostupnosti služieb pomocou migrácie virtuálnych strojov v prípade výpadku niektorého z hostiteľov. Uloženie klientskych dát do úložiska, ktoré využíva prostriedky redundancie, predstavuje vyššiu mieru zabezpečenia dát pred stratou. Virtualizácia a konsolidácia poskytuje omnoho lepšie možnosti škálovania s jednoduchým rozšírením infraštruktúry v budúcnosti.

ZÁVER

Cieľom mojej diplomovej práce bola optimalizácia IT infraštruktúry za použitia prvkov virtualizácie a konsolidácie. Spoločnosť, pre ktorú som návrh spracoval, využíva svoje servery ako podporu pre hlavné pracovné procesy. Východiskom pre vytvorenie návrhu bola analýza súčasného stavu a teoretické východiská práce. Výsledkom analýzy boli dôležité informácie ohľadom serverov a ich využitia, ale taktiež tu boli uvedené požiadavky investora. V teoretických východiskách som okrem technológií a postupov používaných pri virtualizácii a konsolidácii popísal aj vybrané virtualizačné platformy.

Vlastný návrh riešenia popisuje výber virtualizačnej platformy a návrh virtualizačného prostredia. Navrhol som migráciu súčasných služieb do virtuálneho prostredia. Pre plánované služby som navrhol konfiguráciu vyhradeného clusteru. Taktiež som navrhol rozšírenie IT infraštruktúry o jeden fyzický server, SAN úložisko a dva switche podporujúce iSCSI komunikáciu, pričom som vybral konkrétne modely zariadení. Keďže virtuálne prostredie je potrebné riadiť a spravovať, navrhol som využitie nástroja VMware vCenter na management a monitoring prostredia. Taktiež som popísal konkrétne činnosti implementácie a navrhol rozdelenie projektu do piatich fáz.

Návrhová časť je zakončená ekonomickým zhodnotením. Tu som uviedol všetky náklady spojené s prvkami použitými v mojom návrhu. V tejto kapitole som sa tiež zamerlal na prínosy zavedenia virtualizácie. Medzi hlavné prínosy by som rád vyzdvihol centralizovanú správu serverovej infraštruktúry, nižšie nároky na fyzické prostriedky, zachovanie vysokej dostupnosti služieb v rámci clusteru a zníženie nákladov spojených s prevádzkou.

Na základe týchto informácií usudzujem, že cieľ diplomovej práce bol splnený. Požiadavky investora boli splnené a návrh môže byť použitý pri implementácii riešenia. V prípade, že sa v budúcnosti spoločnosť rozhodne rozšíriť hardwarové prostriedky, môže využiť ponechanú rezervu v prvkoch. Odporúčam zahrnutie nových prostriedkov do súčasného virtuálneho prostredia.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] DITTNER R., D. RULE. *Best Damn Server Virtualization Book Period*. Syngress, 2007. ISBN 978-1-59749-217-1.
- [2] TULLOCH M. *Understanding Microsoft Virtualization Solutions: From Desktop to Datacenter*. Microsoft Press, 2009. ISBN 978-073-5693-821.
- [3] RUEST D., N. RUEST. *Virtualizace: podrobný průvodce*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2676-9.
- [4] CHEVANCE, R., J. *Server Architectures: Multiprocessors, Clusters, Parallel Systems, Web Servers, and Storage Solutions*. Surry Hills: Digital Press, 2004. ISBN 978-1555583330.
- [5] *Guideline on server consolidation and virtualisation* [online]. 2017 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: <http://www.ncb.mu/English/Documents/Downloads/Reports%20and%20Guidelines/Guideline%20on%20Server%20Consolidation%20and%20Virtualisation.pdf>
- [6] NEWMAN M., C. WIBERG, B. BRASWELL. *Server Consolidation with VMware ESX Server* [online]. 2005 [cit. 2018-11-05]. Dostupné z: <https://lenovopress.com/redp3939.pdf>
- [7] *NAS vs. SAN vs. DAS: Which Is Right for You?* [online]. 2018 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://blog.seagate.com/business/nas-vs-san-vs-das-which-is-right-for-you/>
- [8] BIGELOW, S. J. a P. MATĚJŮ. *Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0178-9.
- [9] vSphere. *VMware* [online]. ©2019 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.vmware.com/products/vsphere.html>

- [10] *Hyper-V on Windows Server* [online]. 2016 [cit. 2018-12-03]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/sk-sk/windows-server/virtualization/hyper-v/hyper-v-on-windows-server>
- [11] *Pricing and licensing for Windows Server 2019* [online]. 2019 [cit. 2018-12-03]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-pricing>
- [12] Citrix Hypervisor (formerly XenServer). *Citrix* [online]. ©2019 [cit. 2018-12-03]. Dostupné z: <https://www.citrix.com/products/citrix-hypervisor/>
- [13] *XenOrchestra – solution for XenServer* [online]. ©2019 [cit. 208-12-03]. Dostupné z: <https://xen-orchestra.com>
- [14] *XenServer Editions* [online]. 2019 [cit. 2018-12-03]. Dostupné z: <http://innovativeii.com/partners/citrix/xenserver-editions/>
- [15] Virtualization. *Oracle* [online]. ©2019 [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/Virtualization/>
- [16] *Microsoft Hyper-V 2019 vs. VMware vSphere 6.7* [online]. 2018 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://vinfrastructure.it/2018/10/microsoft-hyper-v-2019-vs-vmware-vsphere-6-7/>
- [17] *Hyper-V or VMware: Which One to Choose?* [online]. 2018 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.nakivo.com/blog/hyper-v-vmware-complete-comparison/>
- [18] *Senetic* [online]. ©2019 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.senetic.sk>
- [19] *History of Virtualization* [online]. 2018 [cit. 2018-11-05]. Dostupné z: <https://www.idkrtm.com/history-of-virtualization/>
- [20] *Clustering Servers* [online]. ©2019 [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <https://wiki.servoy.com/display/DOCS/Clustering+Servers>

- [21] *Windows Clusters and Quorum configurations explained* [online]. 2011 [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <http://jeffwouters.nl/index.php/2011/12/windows-clusters-and-quorum-configurations-explained/>
- [22] *Difference between vSphere, ESXi and vCenter* [online]. 2012 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <http://www.mustbegeek.com/difference-between-vsphere-esxi-and-vcenter/>
- [23] Virtual Machine Monitoring. *Zabbix* [online]. ©2019 [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: https://www.zabbix.com/virtual_monitoring
- [24] *DELL Slovakia* [online]. ©2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.dell.sk>
- [25] Business internet solutions. *PROFI-NET* [online]. ©2019 [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://www.profi-net.sk/>
- [26] Webhosting, hosting, registrácia domén a servery. *Websupport* [online]. ©2019 [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.websupport.sk>
- [27] *APC* [online]. ©2019 [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.apc.com>
- [28] *Choosing a virtualization platform* [online]. 2016 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/2/31560/trends/choosing-a-virtualization-platform>

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Logo spoločnosti	12
Obrázok 2: Organizačná štruktúra	14
Obrázok 3: Pôdorys priestorov spoločnosti	15
Obrázok 4: Bežná a virtuálna architektúra	25
Obrázok 5: Konsolidácia serverov	26
Obrázok 6: Centralizácia	27
Obrázok 7: Fyzická konsolidácia.....	28
Obrázok 8: Dátová integrácia	28
Obrázok 9: Aplikačná integrácia	29
Obrázok 10: Bare metal hypervízor	33
Obrázok 11: Host based hypervízor.....	34
Obrázok 12: Monolitický hypervízor	35
Obrázok 13: Mikrokernél hypervízor	35
Obrázok 14: Architektúra Oracle VM	47
Obrázok 15: Schéma clusteru	49
Obrázok 16: Virtualizačné serverové prostredie v spoločnosti	59
Obrázok 17: Hostiteľ ALPHA	60
Obrázok 18: Cluster OMEGA	61
Obrázok 19: Schéma centrálného úložiska	65
Obrázok 20: Schéma lokálnej siete.....	66
Obrázok 21: Dell PowerEdge R430.....	69
Obrázok 22: Dell PowerVault MD3820i	70
Obrázok 23: Cisco SG350-28	71
Obrázok 24: Cisco SG350XG-2F10.....	71
Obrázok 25: APC Smart-UPS X 1 500 VA LCD NC	72
Obrázok 26: Ilustrácia nasadenia vCenter Server.....	73

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Špecifikácia serveru ALPHA.....	16
Tabuľka 2: Špecifikácia serveru BETA.....	17
Tabuľka 3: Špecifikácia serveru GAMMA	18
Tabuľka 4: Využitie CPU a RAM	19
Tabuľka 5: Využitie pevných diskov	19
Tabuľka 6: Využitie sieťového adaptéra	19
Tabuľka 7: Prehľad edícií produktu VMware vSphere	38
Tabuľka 8: Cena VMware vSphere edícií	39
Tabuľka 9: Prehľad edícií produktu Windows Server	41
Tabuľka 10: Cena Windows Server edícií	42
Tabuľka 11: Prehľad edícií produktu Citrix Hypervisor	44
Tabuľka 12: Cena Citrix Hypervisor edícií	45
Tabuľka 13: Cena technickej podpory Oracle VM.....	48
Tabuľka 14: Škálovateľnosť platforiem Hyper-V a vSphere	53
Tabuľka 15: Základné vlastnosti VM platforiem Hyper-V a vSphere	54
Tabuľka 16: Náklady na obstaranie VMware vSphere.....	56
Tabuľka 17: Náklady na obstaranie Windows Server	58
Tabuľka 18: Virtuálne servery na hostiteľovi ALPHA	62
Tabuľka 19: Odporúčané hodnoty prostriedkov pre virtuálne servery	63
Tabuľka 20: Energetická záťaž fyzických prvkov	75

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Ekonomické zhodnotenie.....	i
--	---

Príloha 1: Ekonomické zhodnotenie

Názov	Typ / Model	Cena za ks	Počet ks	Celková cena
Virtualizačná platforma				35 066,10
Licencia	Vmware vSphere 6 Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors	22 372,50	1	22 372,50
Licencia	1 Year Basic Support/Subscription for vSphere	5 667,34	1	5 667,34
Licencia	Vmware vCenter Server 6 Standard for vSphere 6	5 764,80	1	5 764,80
Licencia	1 Year Basic Support/Subscription for vCenter	1 261,46	1	1 261,46
Koncové uzly				18 389,10
Server	Dell PowerEdge R430	3 623,55	1	3 623,55
Úložisko dát	Dell PowerVault MD3820i	12 267,21	1	12 267,21
Záložný zdroj	APC Smart-UPS X 1 500 VA LCD NC	1 249,17	2	2 498,34
Sieťové prvky				1 921,89
Switch	Cisco SG350-28	263,11	1	263,11
Switch	Cisco SG350XG-2F10	829,39	2	1 658,78
Komponenty				3 556,77
Pamäť RAM	Crucial 8GB DDR3-1600 RDIMM	129,14	2	258,28
SAS disk	G176J Dell 1.8-TB 10K 2.5 SAS	298,01	9	2 682,09
SAS disk	X829K Dell 146-GB 10K 2.5 SAS	77,05	8	616,40
Ostatné				6 551,60
Pripojenie	PROFI-NET linka 200/300 Mbps - 1 mesiac	350,00	12	4 200,00
Licencia	Backup Exec agent for VMware - 1 host	770,00	1	770,00
Úložisko	Websupport online úložisko 1 TB - 1 mesiac	131,80	12	1 581,60
Celková cena v EUR bez DPH				65 485,46