

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

**Windows Server jako souborový server a jeho pokročilé  
funkce pro aplikační data**  
Bakalářská práce

Autor: Josef Janda  
Studijní obor: Aplikovaná informatika

Vedoucí práce: Ing. Luboš Mercl

Hradec Králové

srpen 2018

Prohlášení:

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

V Hradci Králové dne 12.8.2018

Josef Janda

Poděkování:

Mé poděkování patří vedoucímu bakalářské práce Ing. Luboši Merclovi, za jeho čas, metodické vedení práce, a cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat manželce Monice Jandové a celé rodině za podporu při studiu.

## Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá tématem využití serverového operačního systému Windows Server 2016 jako souborového serveru a jeho pokročilými funkcemi pro aplikační data. Cílem je analyzovat pokročilé funkce souborového serveru v operačním systému Windows Server 2016 a jeho využití pro aplikační data. Dále poskytnout ucelený soubor informací potřebných k vytvoření prostoru pro ukládání dat způsobem, jež zajistí jejich dostupnost, ochranu proti ztrátě a ochranu před neoprávněným přístupem. Pro naplnění tohoto cíle je práce rozdělena do dvou částí. Teoretická část podává ucelený obraz o pokročilých funkcích souborového serveru a předpokladech pro jejich implementaci. Popisuje pokročilé funkce a role souborového serveru pro ukládání dat. Pojednává o rolích a funkcích pro správu a nastavení sdíleného úložiště, monitorování a možnostech testování. V poslední kapitole teoretické části je zhodnocena možnost řešení, které je založené na operačním systému Linux.

Praktická část má za cíl poskytnout průvodce vytvořením vysoce dostupného úložiště pro aplikační data prostřednictvím souborových rolí a funkcí ve Windows Server 2016 za použití testovacího prostředí VMware Workstation, ve kterém je provedena instalace a nastavení souborového serveru s operačním systémem Windows Server 2016 Datacenter. Následně je otestována dostupnost dat při výpadku disku a při selhání serveru.

Provedené testování potvrdilo, že tento operační systém poskytuje prostředky pro bezpečné ukládání aplikačních dat a zároveň zajišťuje jejich bezpečnost, vysokou dostupnost a ochranu proti ztrátě. Práce by mohla sloužit jako ucelený návod implementace souborových služeb pro studenty a začínající správce.

## **Annotation**

### **Title: Windows Server as a file server and its advanced features for application data**

This bachelor thesis deals with the use of the server operating system Windows Server 2016 as a file server and its advanced application data functions. The goal is to analyze advanced file server functionality in Windows Server 2016 and its application for application data. In addition, provide a comprehensive set of information needed to create a storage space in a way that ensures their availability, protection against loss and protection against unauthorized access. To accomplish this goal, work is divided into two parts. The theoretical part provides a comprehensive picture of advanced file server features and assumptions for their implementation. Describes the advanced features and role of the file server for storing data. It discusses roles and features for managing and setting shared storage, monitoring, and testing options. The last chapter of the theoretical part evaluates the possibility of a solution based on the Linux operating system.

The practical part aims to provide a guide to creating highly available storage for application data through file roles and features in Windows Server 2016 test environment using VMware Workstation, which is designed to install and set up a file server running Windows Server 2016 Datacenter. Subsequently, data availability is checked for disk failure and server failure. In addition, some values of reference tests that have been performed outside laboratory conditions are listed.

Testing has confirmed that this operating system provides the means to safely store application data while ensuring their security, high availability, and protection against loss. The work could serve as a comprehensive tutorial for the implementation of file services for students and novice administrators.

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Souborové služby ve Windows Server 2016 a typy možností ukládání dat.....	2
2.1	Windows Server 2016, nastavení rolí a služeb.....	2
2.2	Windows Server – volitelné funkce souborového serveru .....	9
2.3	Typy možností ukládání dat.....	13
2.4	Možnosti připojení sdíleného úložiště k serveru: .....	16
3	Vysoká dostupnost dat a aplikací .....	19
3.1	Hardware .....	20
3.2	Software.....	22
4	Atributy výkonnosti souborových serverů a principy testování.....	24
4.1	Sledování výkonu .....	25
4.2	Sledování spolehlivosti.....	27
4.3	Sledování prostředků .....	28
5	Porovnání řešení Windows s Linux a NAS .....	29
5.1	Linux.....	29
5.2	Linux Server.....	30
5.3	Porovnání Linux a Windows jako souborový server .....	32
5.4	Network Attached Storage (NAS).....	34
6	Implementace souborových služeb na Windows Server 2016 a zabezpečení dostupnosti dat.....	35
6.1	VMware Workstation .....	35
6.2	Instalace operačních systémů .....	36
6.3	První spuštění Windows Server.....	37
6.4	Nastavení sítě pro souborové služby.....	38
6.5	Instalace rolí souborového serveru .....	39

6.6	Instalace rolí Active Directory, jeho nastavení a tvorba domény .....	39
6.7	Nastavení úložiště, tvorba virtuálních disků a přístupu iSCSI .....	39
6.8	Clustering s podporou převzetí služeb při selhání .....	40
6.9	Připojení klienta prostřednictvím domény .....	41
6.10	Připojení k firemní síti prostřednictvím internetu .....	42
7	Testování výkonnosti a dostupnosti .....	43
8	Analýza výsledků .....	46
9	Závěry a doporučení .....	49
10	Seznam použité literatury .....	51

## Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma funkce cílových složek.....	5
Obr. 2 Stretch cluster replication. ....	10
Obr. 3 Cluster to cluster a Server to server replication.....	11
Obr. 4 Schéma úložného prostoru pomocí SMB 3.0.....	17
Obr. 5 Sledování výkonu. ....	27
Obr. 6 Sledování prostředků. ....	28
Obr. 7 Network Attached Storage (NAS).....	34
Obr. 8 Topologie sítě.....	38
Obr. 9 Testování rychlosti disku C, (SSD). ....	46
Obr. 10 Testování disku úložiště.....	47
Obr. 11 Odpojení disku a dostupnost dat. ....	47
Obr. 12 Přesouvání disku mezi uzly clusteru.....	48
Obr. 13 Server aktuálně na uzlu 2. ....	48

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Základní hodnoty vysoké dostupnosti.....	19
Tabulka 2 Porovnání funkcí Linux a Windows pro souborový server. ....	33
Tabulka 3 Sestava virtuálního počítače pro Windows Server.....	43



# 1 Úvod

Využívání moderních počítačových technologií pro každodenní práci se stalo základní potřebou dnešní společnosti. Je kladen důraz na vývoj technologií, které zajišťují rychlý a neomezený přístup k datům odkudkoliv a kdykoliv.

Trendem je sdílení výkonu počítačů prostřednictvím sítě. Tato myšlenka, která vznikla již v roce 1966 [1], je velmi úzce spjata s moderními serverovými systémy, jakým je i Windows Server 2016. Windows Server 2016 je serverový systém, který má za sebou již bohatou historii a byl postupně dotvářen na základě zkušeností a požadavků administrátorů a uživatelů, což z něj pomohlo vytvořit robustní systém pro poskytování serverových služeb. Windows Server 2016 poskytuje firmám řadu služeb, které umožňují migrovat aplikace do cloudového prostředí bez využití externích dodavatelů služeb, a naopak moci tyto služby poskytovat. [2]

Mimo softwarovou stránku je nezbytné zajistit dostatek kvalitních hardwarových prostředků, které jsou propojené do redundantní logické infrastruktury. Důležité je pak zejména úložiště s minimální latencí, které umožňuje rozšíření, zálohu, replikaci, a to vše bez omezení dostupnosti dat. V neposlední řadě jsou kladeny vysoké nároky na zabezpečení prostorů, ve kterých jsou data fyzicky uložena (datová centra) a to i proti neoprávněnému přístupu. Dále je kladen důraz na záložní řešení v případě výpadku proudu a zajištění při živelných katastrofách.

Aplikační data jsou ukládána a načítána prostřednictvím sítě a ztráta těchto dat je nepřijatelná, neboť ve většině případů jde o informace, které jsou jedinečné, tvoří podstatu informačního systému a v případě jejich ztráty je nelze efektivně nahradit. Pro zajištění těchto dat je vhodné použití souborových funkcí, například těch, jež jsou dostupné v serverových operačních systémech, jakým je i operační systém Windows Server 2016. [2]

Windows Server 2016 nabízí funkcionality pro zachování přístupu k datům a jejich konzistentnosti. Pomáhá zachovat integritu a kompatibilitu dat pro počítače s různě výkonným hardwarem. Obsahuje nástroje pro zajištění bezpečnosti a nástroje pro dokonalou obnovu dat v případě selhání disku. [3]

## 2 Souborové služby ve Windows Server 2016 a typy možností ukládání dat

V této kapitole budou rozepsány souborové role a funkce Windows Server 2016. Role systému Windows Server 2016 jsou soubory sad softwarových nástrojů pro poskytování serverových funkcí na vyžádání od klientských počítačů. Uživatel má na výběr mezi funkcemi pro *Souborový server*, *Webové služby*, *Faxové služby*, *Active Directory* a další. V této práci budou popsány především ty služby, které jsou nezbytné k zajištění dostupného úložiště pro soubory, tedy rolí *Souborová služba a služba úložiště*. Další část této kapitoly se bude zabývat problematikou funkcí pro ukládání dat prostřednictvím souborových služeb Windows Server 2016. Teoretická východiska pro tuto kapitolu jsou čerpána zejména z nainstalovaného serverového operačního systému Windows Server 2016.

Jedním z nejdůležitějších aspektů v poskytování souborových služeb je zajištění dostupnosti a zabezpečení. Je třeba předvídat krizové situace, které mohou nastat. Jedná se zejména o selhání hardwaru, či vyčerpání kapacity úložného prostoru. [3]

### 2.1 Windows Server 2016, nastavení rolí a služeb

Pro centralizovanou správu nad daty je určena role serveru, která se nazývá *Souborový server*. Tato role je primárně určena tak, aby poskytla efektivní rozhraní pro správu dat a umožnila správu pro sdílení úložných prostorů na discích. Ve Windows Server 2016, jsou tyto souborové služby a nástroje dostupné v příkazovém řádku a v případě kompletní instalace Windows Server s grafickým rozhraním je lze instalovat i prostřednictvím *Řídícího panelu ve Správci serveru*. Jejich výčet je následovný [4]:

- *Souborový server*
- *Cílový server iSCSI*
- *Obory názvů DFS*
- *Odstranění duplicitních dat*

- *Work Folders*
- *Server pro systém souborů NFS*
- *Agent stínové kopie svazku VSS*
- *Služba BranchCache*
- *Služba Replikace DFS*
- *Správce prostředků souborového serveru*
- *Zprostředkovatel úložiště cíle iSCSI*

Jako další roli, která přímo nezapadá pod položky serverových služeb, avšak slouží pro podporu ukládání aplikačních dat pomocí adresářových služeb je *Active Directory* a její odlehčená verze *Active Directory Lightweight Directory Services*.

Windows Server 2016 automaticky instaluje základní funkce pro nastavení, správu úložného prostoru a základní služby pro sdílené soubory. Tato volba je dostupná ve správci serveru pod položkou *Služba úložiště*. Instalována automaticky je od verze Windows Server 2008 a výše. Základní funkcionalitou pro správu ve Windows Server 2016 je správce souborového serveru, který umožní nastavení základních vlastností. Patří mezi ně přidělení úložného prostoru na discích, nastavení sdílení, nastavení pracovních složek a mnohé další. Pro kompletní služby souborového serveru je však nutností doinstalovat další ze souboru jedenácti serverových rolí. Tyto role jsou dostupné k instalaci jednotlivě dle požadavků administrátora. V případě nutnosti instalace souvisejících komponent je administrátor upozorněn na nutnost instalace dalších služeb. Dále je doporučeno se seznámit s minimálními požadavky na hardware pro jednotlivé role, a to již ve fázi návrhu serverového řešení. Tyto požadavky se mohou lišit a v případě nedostatku hardwaru by mohlo být znemožněno nainstalovat potřebnou funkcionalitu. [6]

### 2.1.1 Souborový server

*Souborový server* je rolí, jenž zajišťuje centralizované úložiště pro přístup velkého počtu uživatelů a umožňuje tvorbu a správu sdílených složek

prostřednictvím *SMB 3.0* (Server Message Block). Role umožňuje nastavení sdílené složky a přístup k souborům v daném úložišti prostřednictvím sítě. Poskytuje nastavení šifrování a oprávnění přístupu ke sdíleným souborům jednotlivých uživatelských skupin a uživatelů. Při vytváření sdílené složky je k dispozici výběr mezi *Sdílenou složkou SMB rychlou*, *Sdílenou složkou SMB pokročilou* a *Sdílenou složkou SMB aplikace*. Dostupná je také funkce pro odstranění sdílené složky. Před jejím odstraněním se však doporučuje zastavit sdílení, jinak se systém po příštím startu pokusí o její obnovení. Následná chyba bude uložena do protokolu. Dále je doporučeno nainstalovat funkci *Stínové kopie*, neboť jsou časté požadavky od uživatelů na obnovu nechtěně přepsaných dat. Následuje popis základních funkčních nastavení sdílené složky. [12]:

- *Sdílená složka SMB rychlá* je základní profil pro nastavení oprávnění a vlastností.
- *Sdílená složka SMB pokročilá* obsahuje pokročilé možnosti nastavení, které kromě základního nastavení poskytují možnost přidělit souborům kvóty, tedy nastavit akci při překročení zadaného limitu úložného prostoru, či stanovit limit pro jednotlivou složku nebo uživatele.
- *Sdílená složka SMB aplikace* je vlastní profil vhodný pro použití s virtualizací *Hyper-V*, serverovými aplikacemi, a některými databázemi. Dále je povoleno filtrování dle druhu oprávnění k přístupu a zápis do mezipaměti.

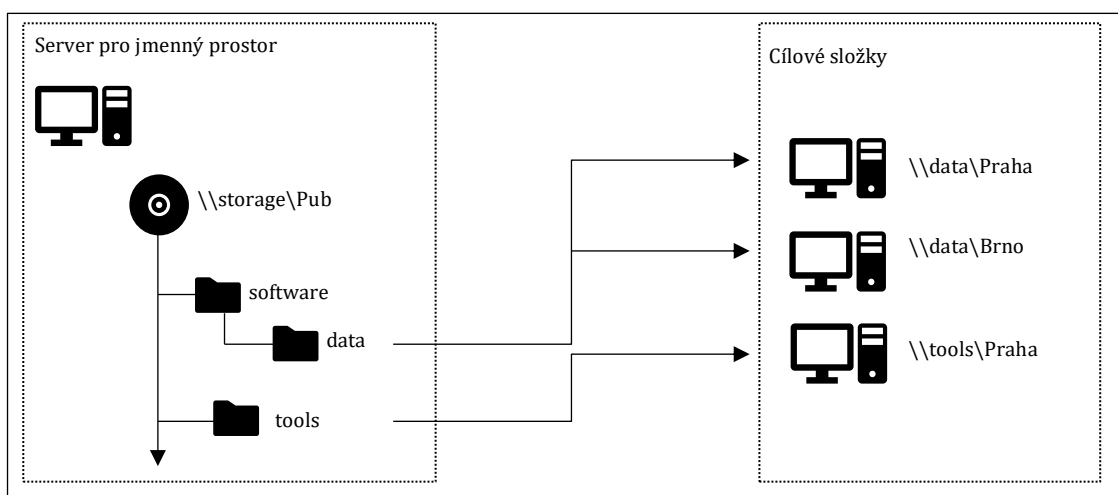
### 2.1.2 Cílový server iSCSI

*Cílový server iSCSI* poskytuje možnost vytvořit blokové úložiště dostupné prostřednictvím sítě. Služba poskytuje spouštění serverů z jednoho obrazu operačního systému a podporuje tak spouštění počítačů bez pevných disků. To umožňuje přidání dalších počítačů z hlavní bitové kopie systému. Není v tomto případě nezbytné instalovat celý systém. Je přímo spuštěn průvodce prvním nastavením. Pro přizpůsobení bitové kopie slouží nástroj *Sysprep*. Tato role je

vhodná zejména pro testování aplikací před jejich plným nasazením. Jsou podporována úložiště založená nejen na Windows, ale i na Unix. [5]

### 2.1.3 Obory názvů DFS

Role *Obory názvů* umožňuje seskupit sdílené složky umístěné na různých serverech do jednoho nebo několika logicky strukturovaných celků stromové struktury. Každý celek se pak uživatelům jeví jako jediná sdílená složka s řadou podsložek. Zdrojová struktura oboru názvů se však může skládat z mnoha sdílených složek umístěných na různých serverech a v různých lokalitách, viz. Obr 1. [12]



**Obr. 1 Schéma funkce cílových složek.**

Zdroj: Vlastní zpracování. [4]

### 2.1.4 Odstranění duplicitních dat

Funkce pro odstranění duplicitních dat šetří místo na disku tak, že na svazku je uložena pouze jedna identická kopie dat. Další místa s kopií daných dat obsahují pouze pointer (ukazatel) na skutečné umístění. Tato funkce pomáhá šetřit náklady na diskový prostor. Od verze Windows Server 2016 je podporována tato funkce až do velikosti disku 64 TB. Taktéž byla navýšena maximální velikost souboru na 1 TB. Tato funkce je podporována i ve verzi Nano. [3]

### 2.1.5 Work Folders

Tato služba role souborového serveru nabízí rozhraní pro používání pracovních souborů z různých počítačů, jak pracovních, tak osobních. Tímto způsobem může být zaměstnancům poskytnut prostor pro ukládání pracovních souborů, které jsou dostupné odkudkoliv. Pomocí služby *Pracovní složky* je umožněno hostovat uživatelské soubory a zajistit, aby byly synchronizovány všechny soubory bez ohledu na to, zda uživatelé přistupují k datům z internetu nebo z místní sítě. V případě nasazení služby pro ochranu podnikových dat správcem může být po uživatelích požadováno použití šifrování dat. Od verze Windows Server 2016 dochází k synchronizaci obsahu pracovní složky okamžitě. V systému Windows Server 2012 R2 to bylo jednou za 10 minut. [4, 5]

### 2.1.6 Server pro systém souborů NFS

Instalace této role umožní sdílet soubory mezi počítači s jiným operačním systémem, než je Windows. Jedná se o operační systémy, které používají protokol Network File System (NFS), tedy zejména Linux. Pomocí protokolu NFS je po instalaci této role umožněn přenos souborů mezi počítači s Linux a s Windows. Nastavení NFS pro místní soubory se provádí prostřednictvím *Průzkumníka souborů*, a v případě vzdálených složek pak prostřednictvím *Správce serveru*. [6]

### 2.1.7 Agent stínové kopie svazku VSS

Instalace této služby slouží k zálohování a obnově dat. Zpřístupní nástrojům pracujícím s technologií VSS možnost vytvářet stínové kopie svazku pro aplikace, které ukládají datové soubory na souborový server, a to bez přerušení dostupnosti zápisu a čtení dat. [12]

### 2.1.8 Služba BranchCache

Technologie pro optimalizaci šířky pásma ve Wide Area Network (WAN). nakonfiguruje počítače tak, že se používaný obsah ze serverů ukládá do mezipaměti počítačů ve stejné síti a umožňuje klientským počítačům přistupovat k tomuto obsahu místně, a nikoliv přes WAN. To zkracuje přístupovou dobu a snižuje síťový

traffic. Tato funkce je dostupná mezi počítači s Windows Server 2016 a hostiteli s Windows 10. Po dokončení instalace této služby je nutné ještě nastavit sdílené složky a povolit generování hodnoty *hash* pro sdílené složky pomocí zásad skupiny nebo místních zásad počítače. Sdílení těchto dat funguje na principu peer to peer (počítač data stahuje a zároveň sdílí). Počítače pak namísto opětovného stahování dat zasílají dotazy, zda se velikost daného souboru nezměnila a soubor je tedy aktuální a použitelný. [4]

### 2.1.9 Služba Replikace DFS

Replikační modul, který umožňuje synchronizovat složky na několika serverech pomocí připojení k místní síti nebo síti *Wide Area Network* (WAN). Využívá algoritmus *Remote Differential Compression* (RDC) a aktualizuje pouze ty části souborů, které se změnilly od poslední replikace. Součástí *Replikace DFS* lze použít ve spojení se službou *Obory názvů DFS* nebo samostatně. [4]

### 2.1.10 Správce prostředků souborového serveru

Role, která pomáhá při správě souborů a složek na souborovém serveru prostřednictvím funkcí pro plánování úloh správy souborů. V závislosti na zdroji poskytuje následující funkce [5]:

- *Správa klasifikace souborů* umožňuje nastavení automatických procesů na základě klasifikace souborů zásad. Poskytuje dynamické použití zásad pro řízení přístupu k souborům, šifrování, nastavení platnosti souborů a dynamické řízení přístupu.
- *Správa souborových úloh* poskytuje možnost použití zásad nebo akcí u souborů. Zahrnuty jsou volby dle umístění souboru, nastavené klasifikace, data vytvoření, data poslední úpravy nebo času posledního přístupu.

- *Správa kvót* jsou funkcionalitou pro nastavení dostupné velikosti úložného prostoru pro určitý svazek či složku. K dispozici je tvorba šablony kvót pro nastavení u nově vzniklých souborů a svazků.
- *Správa blokování souborů* poskytuje nástroj pro omezení typů dat ukládaných uživateli na základě přípony souboru.

### 2.1.11 Zprostředkovatel úložiště cíle iSCSI

Tato služba umožňuje aplikacím na serveru, které jsou připojeny k cíli iSCSI, vytvářet stínové kopie svazku pro data na virtuálních discích iSCSI. Umožňuje také správu virtuálních disků iSCSI pomocí starších aplikací, které vyžadují zprostředkovatele hardwaru. [5, 6]

### 2.1.12 Active Directory

*Active Directory* slouží pro strukturování nastavení přístupu k datům pomocí objektů, organizačních jednotek skupin a uživatelských účtů. Pro každý objekt je k dispozici soubor vlastností a nastavení. Active Directory jsou optimalizovány pro čtení dat. Na rozdíl od databází, které jsou optimalizovány pro ukládání. Základním prvkem Active Directory je doména, která určuje politiku pro danou doménu skupinou zásad a zabezpečení. Domény jsou dále dělitelné na stromy a lesy. Nejdůležitějším prvkem při vytváření domény je kvalitní návrh dané organizace zejména z důvodu obtížnosti následných změn struktury. [17]

### 2.1.13 Active Directory Lightweight Directory Services (AD LDS)

*Active Directory Lightweight Directory Services* je služba, jež používá protokol LDAP. Její výhodou je dostupnost adresářových služeb bez nutnosti kompletní instalace. Poskytuje úložiště pro data aplikací s podporou adresářových služeb, které nevyžadují infrastrukturu služby *Active Directory Domain Services*. Na jednom



serveru může být více instancí služby *Active Directory LDS* a každá aplikace tak může mít vlastní schéma datového úložiště. [12]

## **2.2 Windows Server – volitelné funkce souborového serveru**

Po zvolení rolí ve *Správci serveru* Windows Server 2016 je k dispozici výběr celkem 61 rozšiřujících funkcí. Pro potřeby souborového serveru jsou vhodné zejména: *MultiPath I/O*, *BitLocker Drive Encryption*, *Clustering s podporou převzetí služeb při selhání*, *Replikace úložiště*, *Služba inteligentního přenosu na pozadí*, *Rozšířené úložiště*. [6]

### **2.2.1 MultiPath I/O**

*MultiPath I/O* poskytuje podporu pro používání vícecestného spojení k úložišti v systému Windows. Jeho prostřednictvím je tedy možné využít pro přenos dat celou šířku pásma. [6]

### **2.2.2 BitLocker Drive Encryption**

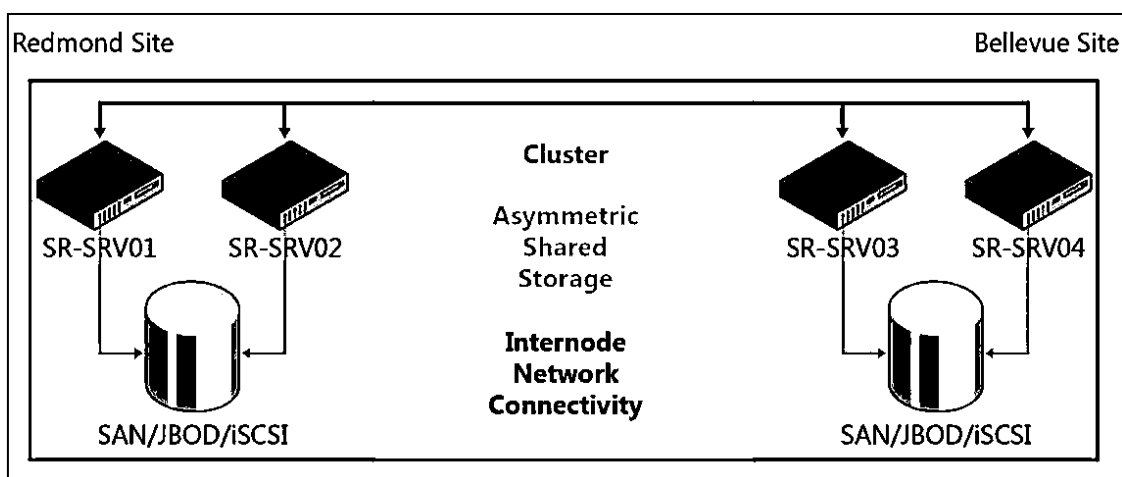
*BitLocker Drive Encryption* je nástroj pro šifrování dat na disku. Byl navržen tak, aby chránil data proti fyzickému zneužití např. při vyjmutí disku ze serveru, či získáním přístupu k přenosnému počítači. Výhodou služby je existence funkce *Network unlock*, která slouží k tomu, aby doménové stroje mohly odemknout přístup k datům po restartu bez nutnosti interakce se správcem. Dále je podporováno šifrování disků sdílené se službou *Clustering s podporou převzetí služeb při selhání*. Od verze Windows Server 2012 je podporována možnost šifrování jen zaplněné části disku, nikoliv již celého. Tato funkce významně snížila výpočetní nároky dešifrování na chod systému s použitým šifrováním. [3]

### 2.2.3 Clustering s podporou převzetí

*Clustering s podporou převzetí služeb při selhání* je funkce, která dokáže sjednotit více serverů do clusteru, který je tak odolnější proti chybám. Pro zabezpečení kooperace je skupina počítačů vzájemně propojena kabely a softwarem. Tato spolupráce zajišťuje škálovatelnost a zabezpečení služeb. Při výpadku clusteru jsou přeneseny služby na jiný cluster a ten původní je restartován. Nad těmito službami je nastaven monitoring, který zjišťuje dostupnost a správnost poskytovaných služeb. Pro správu clusteringu slouží aplikace *Failover Cluster Manager*. [3]

*Clustering s podporou převzetí služeb při selhání* nabízí na výběr tři možnosti konfigurace: *Stretch cluster*, *Cluster to cluster* a *Server to server*.

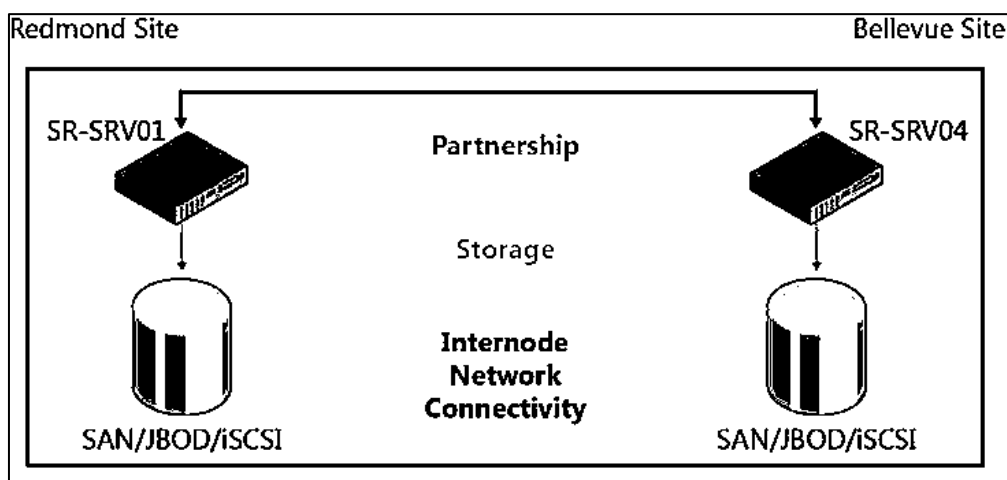
- *Stretch cluster* používá dvou sad zdrojových umístění, které jsou zapojeny do asymetrické spolupráce v rámci jednoho clusteru, jak je znázorněno na Obr. 2. Tyto zdroje mohou být umístěny v různých budovách. Úložiště podporuje sériové zapojení SCSI, JBOD, iSCSI a SAN. Toto řešení je vhodné nejen pro selhání uzlů, ale i v případech selhání sítě. Toto vše je zajišťováno automaticky. [3]



**Obr. 2 Stretch cluster replication.**

Zdroj: [2]

- *Cluster to cluster a Server to server* replikují data tak, jako by se jednalo o další server viz. Obr 3. V případě clusterů je to tak, že se dané clustery chovají jako další servery. Toto úložiště opět podporuje obdobně jako Stretch cluster sériové zapojení SCSI, JBOD, iSCSI, SAN a DAS. Omezení replikace je dáno formátem ukládaných dat, podporovány jsou pouze formáty NTFS a ReFS. [3]



**Obr. 3 Cluster to cluster a Server to server replication.**

Zdroj: [2]

#### 2.2.4 Replikace úložiště (Storage Replication)

Jedná se o jednu z klíčových funkcí pro zabezpečení dostupnosti dat. [13] *Replikace úložiště* poskytuje zabezpečení pro případ výpadku či havárie disku. Tato funkce umožňuje replikaci svazků mezi servery či clustery s dynamickou změnou velikosti a možností nastavení uzlů. Podporuje přidávání úložného disku za chodu. Zcela nahrazuje předchozí verze *DFS*. Replikace dat je zavedena na úrovni, jenž dokáže při havárii zabezpečit nulovou ztrátu dat a také zajistit přesun výpočetního výkonu na jiný server. Tato funkce pracuje po datových blocích a není závislá na omezeních souborového systému. Data jsou při zápisu ukládána zároveň alespoň na dvou místech. Pro přenos se používá protokol *SMB3*. Nastavení této funkce je dostupné prostřednictvím PowerShell. [3]

Zabezpečení *Storage Replication* je ošetřeno pomocí technologie podepisování paketů a úplného šifrování dat metodou AES-128-GCM, dále podporuje šifrování Intel AES-NI a *SMB3*. Pro ověřování mezi uzly je použito šifrování Kerberos AES256.

Replikace dat neslouží jako záloha, zejména proto, že pokud uživatel omylem odstraní data, tak se okamžitě odstraní i z druhého svazku. Na úrovni aplikací tato funkce není doporučována, a to z důvodu nedostatku potřebných funkcí. [4]

Pro replikaci dat je k dispozici volba mezi *synchronní* a *asynchronní replikací*.

- *Synchronní replikace* při kopírování kritických dat ukládá data po částech a vyžaduje potvrzení zápisu pro každou tuto část. Data jsou zároveň zapisována na dvou místech, což zaručuje zabezpečení proti ztrátě paketů během přenosu. Synchronní replikace se vyznačuje vysokou dostupností dat, avšak za cenu vyšší latence. [3]
- *Asynchronní replikace* replikuje data na vzdálený server bez vyžádání potvrzení. Asynchronní replikace není založena na kontrolním bodu. Oproti synchronní replikaci má nižší latenci, avšak při přesouvání dat hrozí jejich ztráta, zejména pak pokud dojde k chybě na zdrojových datech při přenosu, přičemž ukládaná data budou ještě v mezipaměti. [3]

### 2.2.5 Služba inteligentního přenosu na pozadí

*Služba inteligentního přenosu na pozadí* asynchronně přenáší soubory v popředí nebo na pozadí, řídí tok přenosů za účelem udržení rychlosti reakce ostatních síťových aplikací a automaticky pokračuje v přenosech souborů po opětovném připojení k síti a po restartování počítače. [6]

### 2.2.6 Rozšířené úložiště

*Rozšířené úložiště* podporuje další funkce, které jsou k dispozici pro zařízení podporující šifrování hardwaru a rozšířeného úložiště. Vylepšená úložná zařízení podporují standard IEEE 1667, který poskytuje vylepšenou bezpečnost a může zahrnovat také autentizaci na hardwarové úrovni paměťového zařízení. [6]

## 2.3 Typy možností ukládání dat

Ukládání dat by mělo být bezpečné, rychlé a mělo by poskytovat souběžný přístup k datům pro všechny uživatele. Jednou z možností je použití výhod centrálního ukládání dat, nad kterými je třeba vytvořit efektivní správu. Windows Server 2016 poskytuje služby pro efektivní administraci a nabízí možnost vytvoření kompaktního úložiště za použití rozličného hardwaru. Jednou z nejdůležitějších věcí při tvorbě úložiště je pečlivě naplánovat infrastrukturu tak, aby poskytla efektivní a nepřerušovaný přístup k datům a měla odolnost vůči chybám.

Důležitou volbou před nasazení serverů je výběr mezi konvergovanou infrastrukturou a hyper-konvergovanou infrastrukturou. Základním rozdílem je to, že v hyper-konvergované infrastruktuře je výpočetní výkon a úložiště na jednom stroji s jednoduchým škálováním a managementem. V konvergovaném řešení jsou výpočetní zdroje odděleny, což umožňuje vysoce škálovatelné a nezávislé řešení.

Pro správu disků, dat a nastavení funkcí jsou k dispozici technologie a nástroje souborových služeb ve Windows Server 2016 známé pod pojmy. *Úložné prostory (Storage Space)* a *Přímé úložné prostory (Storage Space Direct)* [6]

- *Úložné prostory (Storage Space)* slouží pro efektivní správu a nastavení virtualizovaného úložiště.
- *Přímé úložné prostory (Storage Space Direct)* je rozšířením funkce *Úložné prostory* a přidává nové funkcionality.

### 2.3.1 Úložné prostory (Storage Space)

*Úložné prostory (Storage Space)* je funkce, jejíž výhoda mimo jiné spočívá v možnosti sloučení disků do jednoho virtuálního média, což zjednoduší jeho správu. Typ virtuálního disku pak určí, jaká data budou na disku zapisována. K dispozici jsou tři volby nastavení zálohování: *Simple, Mirror a Parity*, což nastavuje funkce RAID 0, 1, 5. Je také podporováno připojení nového disku za běhu systému. *Storage Space* poskytují možnosti správy, zejména jsou důležité možnosti rozdělení diskového prostoru a nastavení přístupové doby. Tato funkce byla poprvé představena ve verzi

Windows Server 2012. Do roku 2012 se předpokládalo, že virtualizované úložiště Windows nemůže dosáhnout rychlostí řešení SAN. Avšak na prezentaci TechEd 2012 představil Microsoft řešení postavené na technologii JBOD s 24 disky SSD a výkonnost byla 12 GB/s a 1,45 milionu IOPS, což překonalo řešení SAN. Pro použití v souborovém serveru však disky SSD nejsou příliš dobrou volbou, zejména proto, že v souborovém serveru jde především o kapacitu, nikoliv o rychlost přístupu k datům. V závislosti na ceně je ideální možností použití kombinace HDD a SSD, tudíž lze využít dostatek kapacity i rychlosti za přijatelnou cenu. Storage Space ve verzi Windows Server 2012 R2 přinesl další rozšíření této služby, a to pomocí nástroje pro monitorování výkonu, který zjišťuje, jaká data jsou nejčastěji používána, a ta jsou přesunuta na disk SSD. Data, která se nepoužívají jsou naopak přesunuta na pomalejší HDD. Pomocí Windows PowerShell nebo Plánovače úloh mohou být data pro přesun mezi disky vybrána ručně. Tato volba však zruší automatický výběr a přesun dat. Od verze Windows Server 2012 R2 je k dispozici paralelní proces opravy, který zabezpečí, že při selhání disku přebírají zodpovědnost za data zdravé disky. [4, 7]

### 2.3.2 Storage Space Direct

*Storage Space Direct* je vylepšením *Storage Space* představeného ve Windows Server 2012. Využívá funkce předchozí verze a dále je rozšiřuje. Nejvýznamnějším rozšířením je Software Storage Bus. Tato sběrnice slouží k propojení při virtualizaci mezi servery a úložišti. Nahrazuje tak fyzickou kabeláž Fibre Channel, či SAS.

Ve Windows Server 2016 jsou nově podporovány disky SSD (Solid State Disk) v kombinaci s HDD a NVMe (Non Volative Memory). Tato technologie zvyšuje rychlost přístupu k datům a zároveň snižuje využití CPU. Další novinkou je odstranění potřeby struktury SAS. Namísto toho je použita technologie SMB3 a SMB RDMA. Tento přístup také umožňuje v případě potřeby využití výkonu z dalšího serveru. Rozšiřující funkcí systému úložiště *Storage Space Direct* je optimalizace prostoru disků, která zabezpečuje, že jsou všechny disky používány rovnoměrně. Data jsou zapisována mezi disky tak, aby nedocházelo zaplňování a nadužívání jen

některých disků. Storage Space Direct dále využívá technologie *Scalability* (*Škálování*), Resilient File System (ReFS). [3, 5]

- *Scalability* (*Škálování*) Škálování pro vyrovnávání výkonu lze použít pro rozdělení zatížení výkonu mezi 2–16 servery. Servery se mohou spínat v závislosti na využití výkonu tak, aby byly zdroje využity efektivně. Tato funkce je nutností u konvergovaných řešení. Slouží k poskytování přístupu k souborům klientům z jiného clusteru prostřednictvím protokolu SMB 3.0. [5]
- *Resilient File System (ReFS)* je systém souborů další generace, jež byl poprvé představen ve Windows Server 2012. ReFS je postaven na technologii NTFS a navržen pro efektivní ukládání dat. ReFS zachovává a rozšiřuje základní funkce NTFS. Propracována byla zejména funkce samoléčení. Významným rozšířením je především funkce automatické verifikace a ověřování dat. Pro zajištění integrity dat se používají kontrolní součty. Funkce integrity dat při jejich zápisu přiřadí kontrolní součet a ten uloží odděleně od dat ve stromové struktuře. To zajišťuje detekci téměř jakékoliv nekonzistentnosti dat. Další funkcionalitou je použití hierarchických alokátorů, které umísťují související bloky dat k sobě, což eliminuje nesouvislé zápisy. ReFS bylo navrženo ke spolupráci se Storage Space, díky níž detekce a korekce chyb probíhá transparentně s automatickou detekcí a opravou chyb pomocí ověřování kontrolních součtů. Systém ReFS nepodporuje kompresi NTFS. Velikost svazku ve formátu ReFS může být až 4,7 ZB (zettabajtů). [3]

## 2.4 Možnosti připojení sdíleného úložiště k serveru:

- *Storage Area Network (SAN)*
- *Internet Small Computer System Interface (iSCSI)*
- *Fiber Channel*
- *SAS enclosures*
- *SMB 3.0 Server*

### 2.4.1 Storage Area Network

*Storage Area Network (SAN)* je síťovou jednotkou, která slouží pro ukládání dat prostřednictvím sítě. Většinou se jedná o velké zařízení s množstvím uložených pevných disků, které tvoří jejich nadstavbu a umožňuje efektivní správu na úrovni bloků. *SAN* zajišťuje propojení jednotlivých disků a jejich rozdělení dle potřeb společnosti např. pět disků se chová jako jedno úložiště, a to může být dále rozděleno na libovolný počet disků. Přístup k *SAN* je možný i přes *FiberChanel (Optická síť)*. Účelem *SAN* je zpřístupnit úložiště serverům, aplikacím a uživatelům. [4]

### 2.4.2 Internet Small Computer System Interface

*Internet Small Computer System Interface (iSCSI)* tvoří rozhraní pro malé internetové sítě a je již řadu let používanou funkcionalitou, jež pomáhá reprezentovat úložiště umístěné v *SAN* na serverech prostřednictvím protokolu *TCP/IP* pro vzdálený přístup. [4]

### 2.4.3 Fiber Channel

*Fiber Channel* je vysokorychlostní konektor pro připojení přes *Unshielded Twisted Pair (UTP)*, nebo přes optické vlákno. Připojení k serverům a úložišti se provádí prostřednictvím *Host Bus Area (HBA)* protokolem podobným *TCP*. Tento protokol se nazývá *Fiber Channel Protocol*. *HBA* komunikuje ve společných zónách se specifickým jménem jako je například IP adresa. Zajišťuje připojení k úložištím



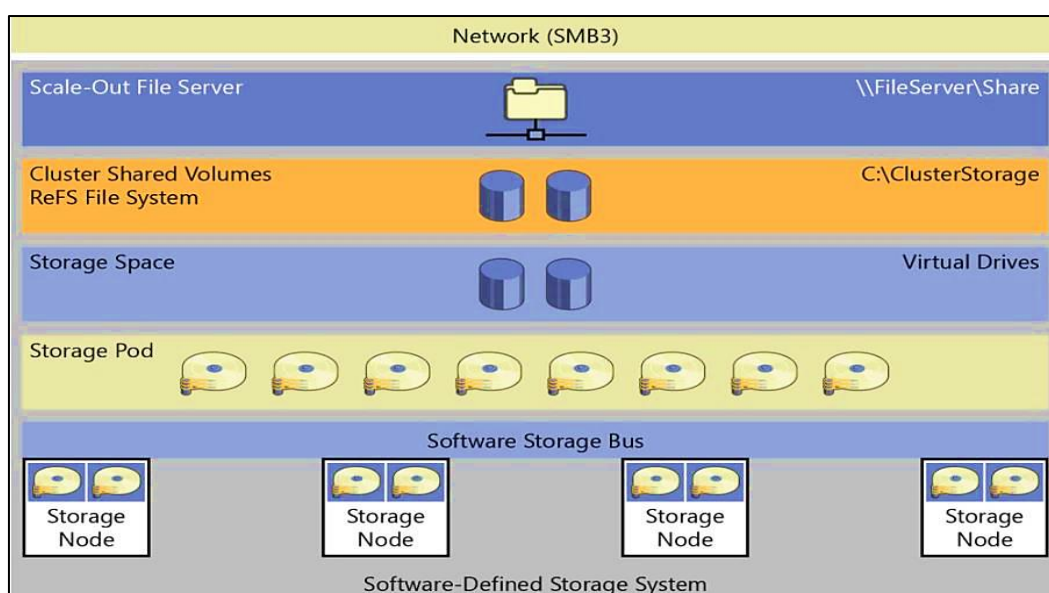
skrze síť a umožňuje správu zón, které jsou přiděleny ke specifickým síťovým rozhraním. Tento způsob připojení je již dlouhou dobu nejrychlejším typem připojení, je však finančně nákladným. [4]

#### 2.4.4 SAS enclosures

*SAS enclosures* jsou zařízení podobná SAN vhodná pro umístění disku SAS i SATA. Sériové připojení SCSI používá sériové připojení prostřednictvím stávajících kabelů přes místní síť. Na rozdíl od *iSCSI* a *Fiber Channel* není v síti SAS řešeno připojení k internetu. Technologie SAS podporuje starší protokoly SCSI zahrnující tiskárny, skenery a další periferie. Disky uložené v *SAS enclosure* mohou být zajištěny v libovolné kombinaci pole RAID. [4]

#### 2.4.5 SMB 3.0

*SMB 3.0* je síťový protokol pro sdílení souborů a škálování serverů. Tento protokol byl poprvé zaveden jako součást systémů Windows Server 2012 a Windows 8. Nejčastěji se používá nad protokolem TCP/IP, ale lze jej využít i pro jiné protokoly. SMB poskytuje přístup a ukládání aplikací a dat v počítačové síti a vyžadování služeb ze serveru. Schéma viz. Obr. 4. vyobrazuje možnost zabezpečené skladby úložiště. [4]



**Obr. 4 Schéma úložného prostoru pomocí SMB 3.0.**

Zdroj: [3]

#### Funkce SMB 3.0:

- *SMB Transparent Failover* umožňuje správu hardwaru a softwaru bez přerušení aplikací. Při výpadku SMB připojí klienty k jinému uzlu bez přerušení, takže aplikace a úložiště jsou stále dostupné. [4]
- *SMB Scale Out* využívá škálování SMB. Pomocí sdílených svazků clusterů (CSV) lze vytvořit sdílený disk podporující současný přístup k souborům. Všechny uzly v klastru připojí přes přímé vstupy/výstupy tak, aby lépe využil šířky pásma sítě a využití souborových serverů tak bylo co nejlepší. To optimalizuje výkon a poskytuje zákazníkům lepší přístup. [4]
- *SMB Direct* podporuje použití síťových karet se schopností RDMA (Remote Direct Access Access), které umožňují plné využití i při nízkém výkonu CPU a vyšší rychlost přenosu dat s minimální latencí. SMB obsahuje čítače výkonu, které správcům poskytnou informace o přenosových rychlostech (IOPS). [4]

### 3 Vysoká dostupnost dat a aplikací

Dostupnost dat a aplikací je dána dobou, po kterou je poskytován nepřerušovaný přístup k danému souboru nebo aplikaci. V této kapitole bude pojednáno o vysoké dostupnosti. Bude rozebrány prostředky k dosažení kvalitního a vysoce dostupného úložiště pro data. Dostupnost je dána časem za rok, po který jsou data nedostupná. Vysoká dostupnost je udávána v procentech. Vylepšení dostupnosti dat je závislé na redundanci, avšak cena roste exponenciálně. V Tabulce č. 1 je znázorněn soubor základních hodnot výpadku. Výpadek se udává z jakékoliv příčiny, ať už jde o selhání, anebo plánovanou instalaci. S ohledem na cenu pak 1 % výpadek z důvodu plánovaných upgrade či aktualizací (např. v nočních hodinách) nemusí být pro firmu kritický. [21]

**Tabulka 1 Základní hodnoty vysoké dostupnosti.**

Procenta	Čas výpadku
99.999 %	5 min
99.99 %	52 min
99.9 %	8,7 hod.

Zdroj: Vlastní zpracování. [21]

Vysoká dostupnost se skládá zejména z těchto rizik:

- Selhání hardware
- Selhání software
- Instalace a upgrade
- Doba obnovy po selhání

Při tvorbě vysoce dostupného řešení je klíčovým bodem návrh. Vstupními hodnotami jsou zejména: maximální očekávané zatížení, počet připojených klientů, možnost následného rozšíření, zálohování, replikace. Jednotlivé funkce a edice Windows Server 2016 mají odlišné nároky na hardware, a proto je nezbytné promyslet strategii volby komponent sestavy v závislosti na požadavcích podniku. Je třeba zajistit zachování dostupnosti a škálovatelnosti poskytovaných služeb infrastruktury, zejména v závislosti na měnícím se počtu přístupujících klientů

a s ohledem na cenu. Dále je třeba pečlivě prostudovat jednotlivé funkce. Např. pokud chceme použít síťový timing pro spolupráci vícecestného propojení síťových karet, potřebujeme karty, které tuto funkci podporují.

Cílem každého podniku, který tvoří zisk v závislosti na dostupnosti dat je zabezpečit přístup k těmto datům 24 hodin, 7 dní v týdnu. Existuje však řada rizik, které tuto hodnotu snižují. Ať už se jedná o selhání software, hardware, napájení nebo je na vině lidský faktor. Účelným prostředkem, jak tento přístup zabezpečit je redundantní propojení prvků. Jedná se o zdvojení prostředků, které jsou pro přístup k datům použity. V praxi tato volba však znamená mnohdy vyšší cenu a čím se dostupnost blíží 100 % přístupové doby, tím je řešení dražší. Pro zabezpečení této dostupnosti jsou však stále vyvíjeny nové technologie. Ve spojení s Windows Serverem, či jiným serverovým systémem, je možné se této hranici velmi přiblížit. Základem je pak dobré geopolitické umístění serverů, dobré napájení, dostatečné chlazení, kvalitní komponenty, pravidelné zálohování a zabezpečení proti neoprávněnému vniknutí. Data mohou být zašifrována, avšak stále jde o algoritmus, který s přibývajícím výkonem počítačů není nedobytný. Dalším možným řešením je nákup cloudových služeb, kde společnosti uvádějí míru dostupnosti dat, kterou poskytují. Rizikem je však přenos dat k jiné společnosti a případné zneužití firemních dat. Je třeba se v tomto případě podrobně seznámit s podmínkami smlouvy poskytovatele. Důležitou položkou je pak neustálý a důkladný monitoring služeb a hardware, kterým se dá předcházet selhání dostupnosti. [21]

### **3.1 Hardware**

Pro účely této práce bude zmíněn hardware pro souborový server, ale pouze okrajově, neboť se tato práce nezabývá stavbou serverových strojů. Zároveň je však třeba zmínit několik zásadních věcí na které je při návrhu serverového řešení potřeba myslet.

Na trhu je k dispozici široká škála hotových řešení serverových stanic, které se liší skladbou jednotlivých komponent. Základním dělením je dělení na konvergované a hyper-konvergované řešení. Rozdíl je v tom, že v hyper-konvergované infrastruktuře je výpočetní výkon a úložiště na jednom stroji

s jednoduchým škálováním a managementem. V konvergovaném řešení jsou výpočetní zdroje odděleny od úložiště, což umožňuje tvorbu vysoce škálovatelného a nezávislého řešení.

Komponenty pro serverové stroje s Windows Server mají společný charakter. Zejména užití několika vícejádrových procesorů s architekturou pro virtualizaci, velké množství operačních pamětí ECC, několik síťových karet a integrovanou grafickou jednotku. Windows Server má několik omezení použitého hardwaru. Základním limitem je podmíněné použití procesorů pracujících na 64 bitových instrukčních sadách. Minimální frekvence procesoru 1,4 GHz a podpora NX, DEP, CMPXCHG16b, LAHF/SAHF a PrefetchW. Pokud byste chtěli použít 32bitový systém je třeba použít Linux. Další omezení procesoru je dáno závislostí mezi množstvím uživatelů a počtem potřebných jader. Podmínkami pro RAM je ochrana proti chybám ECC a pro server s grafickým uživatelským prostředím užití alespoň 2 GB (minimum pro provoz serveru je 512 MB). Jednou z nejdůležitějších komponentů pro souborový server je úložiště a pevné disky. Zde se nabízí volba použití NVMe SSD disků a klasických magnetických disků v libovolné kombinaci. V závislosti na ceně může být zvolen vhodný poměr typu disků a požadovaného výkonu. Vhodné jsou zejména disky s podporou SAN, iSCSI nebo JBOD. Disky by měly být od různých výrobců a z různé série a v případě magnetických disků je důležitá rychlost otáček. V případě disků SSD jsou nabízeny různé struktury disků nejrozšířenější jsou NAND nebo NOR. Diskové úložiště by mělo poskytovat zabezpečení proti ztrátě dat při havárii disku. Samozřejmostí by měla být podpora RAIDových polí. Od zvoleného RAIDU se odvíjí počet potřebných disků. Možné je rozdělení disku správcem úložiště, ale v případě havárie celého disku jsou data ztracena. Dalším důležitým prvkem je napájení. Musí být stabilní, redundantní a v lepším případě s alternativním zdrojem napájení pro případ výpadku hlavního zdroje. Pro připojení diskového úložiště k síti je vhodné zabezpečit vícecestné připojení. Možné je také použití několika síťových karet. Některé síťové karty však využití síťového *Teamingu*, *Multipath I/O* a funkce *Multichannel* nepodporují a je třeba se informovat u výrobce. V neposlední řadě je třeba chránit server proti neoprávněnému přístupu. Při výběru komponent je dobré se zaměřit na renomované a praxí osvědčené společnosti, a nejen na cenu. [5, 6]

## 3.2 Software

Pro použití hardwaru je potřeba správný software. Pro poskytování a správu souborových služeb klientům byly navrženy operační systémy se serverovými funkcemi a s funkcemi souborových serverů. Tyto systémy poskytují kvalitní technologie pro vytvoření vysoce dostupného úložiště. Základními funkcemi jsou pak [5]:

- Rozdělení nebo sloučení disků, jenž umožňuje efektivně pracovat s prostorem
- Vytvoření a nastavení úložiště pro uživatelské účty
- Naformátování disků před samotným nasazením
- Vytvoření uživatelských skupin, uživatelských účtů a rolí
- Přidělení uživatelských oprávnění
- Stanovení konvence pojmenování složek a vytvoření jejich struktury
- Nastavení klasifikace a kvót pro ukládané soubory
- Nakonfigurování replikace a deduplikace
- Spuštění Clusteringu při selhání
- Šifrování dat pomocí BitLockeru

Jednou z klíčových funkcí pro zachování dostupnosti dat je použití clusteru. *Failover Clustering* je funkce systému Windows Server, jenž byla navržena tak, aby poskytovala vysokou dostupnost a škálovatelnost pracovního zatížení serverů. Shlukuje více serverů do uzlů a v případě, že jeden nebo více serverů selže, dojde automaticky k přesměrování výpočetního výkonu na jiný server. Jednotlivé clustery jsou neustále monitorovány a v případě závady je informován správce. Je možné nastavení několika záložních serverů, které jsou nakonfigurovány tak, že při ztrátě jednoho serveru v clusteru je spuštěn záložní a původní je restartován. Tato funkce prošla výrazným vylepšením, zejména při přechodu z verze Windows Server 2008 na verzi Windows Server 2012. Novinkou ve Windows Server 2016 je, že cluster nemusí být offline ani při instalaci aktualizací. Při instalaci je běžící stroj migrován na jiný *cluster*, původní je pozastaven, přeinstalován a vrácen do clusteru. *Failover Clustering* může být spuštěn jak na fyzických, tak i na virtuálních počítačích. Server

je před nasazením vždy třeba důkladně otestovat. Problematikou testování serveru se zabývá další část této práce.

Nejrozšířenějšími systémy se souborovými službami jsou Linux a Windows Server. Záleží pak na jednotlivém podniku, jaký systém si vybere. Tato práce se zabývá Windows.

Užitečnými funkcemi pro použití na souborovém serveru jsou zejména: *BranchCache, MultiPath I/O, Clustering s podporou převzetí služeb při selhání, BitLocker Drive Encryption, Replikace úložiště, Služba inteligentního přenosu na pozadí, Rozšířené úložiště, Windows Standard-Based Storage Management, Nástroje pro zálohování*. Jednotlivé souborové funkce a role v operačním systému Windows jsou podrobně popsány v kapitole číslo 2. Souborové služby v systému Linux jsou popsány v kapitolách 5.2, 5.3 a 5.4. [5, 6]

## 4 Atributy výkonnosti souborových serverů a principy testování

V této kapitole bude pojednáno o možnostech sledování výkonu a o vlastnostech, které mají vliv na výkonnost souborových serverů.

Výkon úložného prostoru, který je jedním z předních zájmových atributů u souborových serverů a je dán především časem, který je potřebný k vyhledání, a zpřístupnění obsahu souboru uživateli. Dalšími faktory jsou přenosová rychlost a kapacita disku. Kapacita disku udává maximální množství informací, které lze na dané úložiště uchovat pro pozdější použití. Výkon úložiště by však byl ničím při použití nedostatečné opory, která je dána stabilním softwarovým prostředím. Tuto stabilitu získanou čistou instalací operačního systému můžeme dlouhodobě udržet pouze za předpokladu sledování atributů mající na tuto stabilitu zásadní vliv. Tyto údaje nám poskytnou monitorovací nástroje Windows, které jsou implementovány při instalaci. Pravidelné monitorování a testování systému a hardware jsou základními předpoklady, které dokáží odhalit chybu dříve, než dojde k selhání komponent, či hardware a k ohrožení dostupnosti.

Pro monitoring systémy jsou určeny především tyto funkce [6, 12]:

- *Sledování výkonu (Performance monitor)* je aplikací pro zobrazení dat o výkonu počítače v reálném čase, anebo shromážděním v protokolu. Umožňuje vytvářet soubory dat dle požadavků administrátora, které lze později analyzovat a vyhodnocovat.
- *Sledování spolehlivosti (Reliability monitor)* zobrazuje index stability na stupnici 1 až 10 na časové ose a zapisuje veškeré události, které měly vliv na stabilitu systému. Např. nezdařilé aktualizace, selhání programu apod.
- *Sledování prostředků (Resource monitor)* zobrazuje využití prvků počítače v reálném čase. Základními sledovanými prostředky jsou: Využití CPU, Disku, Síť a Paměti RAM.



- *Protokoly událostí (Events log)* nabízí kompletní a podrobný přehled pro zobrazení údajů z protokolů kam se zapisují zprávy při problémech zachycených za běhu programů a operačního systému. Základními protokoly jsou protokoly systémové, bezpečnostní, aplikační protokoly a protokoly serverových rolí.

Další nástroje k měření výkonu jsou dostupné z internetových zdrojů. Pro získání hodnot v této práci byl použit nástroj *Diskspd Utility* stažený ze stránek Microsoftu. Pro testování výchozích hodnot rychlosti disků byl použit nástroj *HD Tune*. Testování a monitoring systému je velmi důležitou položkou při předcházení chybám a selhání hardware.

#### **4.1 Sledování výkonu**

*Sledování výkonu* je základním prostředkem pro sledování vývoje a využívání výpočetního výkonu. Tento prostředek zároveň umožňuje sledovat vývoj využití počítače na základě výsledků předchozích měření. Pro sledování vývoje úbytku výkonu je nezbytné získat hodnoty ze kterých se bude následně vycházet, a se kterými budou data srovnávána. S těmito daty je dále počítáno pro statistické výpočty a uživateli je pak zobrazen výsledek prostřednictvím přehledného grafu. Pro správnost naměřených údajů a jejich efektivní využití je doporučováno provést měření několik, a to ve stejný čas několik následujících dní po sobě. Dále je dobré předpokládat navýšení využití hardwarových prostředků. Např. v programátorské firmě bude jiné využití výpočetního výkonu před vydáním update apod. Po přidání nového hardwaru nebo softwaru je nutné provést opakování testu.

Základní využití prostředků počítače, poskytuje soubor dat k následným měřením a jsou získávány během tří fází běhu operačního systému prostřednictvím nástrojů *Sledování výkonu*. Těmito fázemi jsou: *Postinstallation baseline*, *Typical usage baselines*, a *Test baselines*. [9]

- *Postinstallation baseline* zde se jedná o hodnoty výkonu naměřené po instalaci všech rolí a funkcí, tedy po čisté instalaci Windows Server.

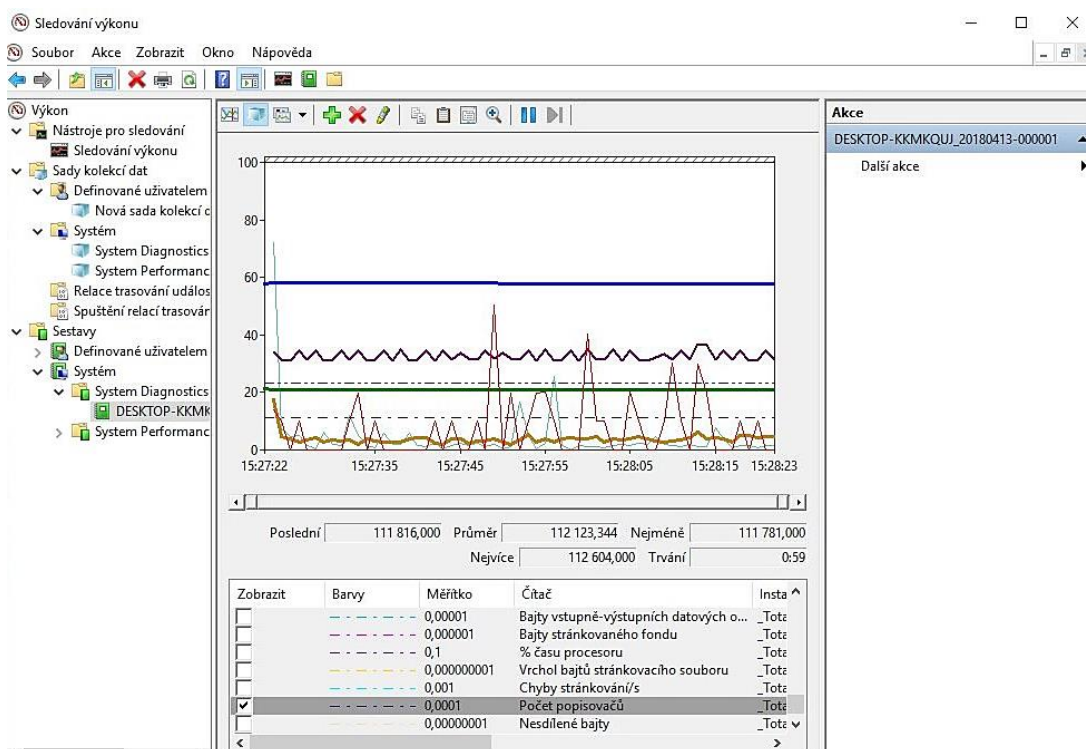
- *Typical usage baselines* jsou hodnoty, které jsou typické pro standardně využitý server.
- *Test baselines* je hodnota získána specifickým nastavením využití serveru.

Výkonové atributy pro sledování výkonu jsou rozděleny do následujících kategorií:

- *Sestava diagnostiky systému*
- *Výsledky diagnostiky*
- *Konfigurace softwaru*
- *Konfigurace hardwaru*
- *CPU*
- *Síť*
- *Disk*
- *Statistika sestavy*

U nástroje *Sledování výkonu* na Obr. 5 na straně 27 jsou sledována data dle atributů definovaných administrátorem. Volba je opravdu pestrá a měřitelná je téměř jakákoliv funkcionality systému. Program nabízí širokou škálu nastavení zobrazení. Možné je například zobrazení pomocí histogramu nebo spojnicového grafu. Je zde dokonce možnost vytvořit si vlastní plán atributů, které chce administrátor sledovat. Data jsou uložena pro možnost dalšího srovnávání a pro tvorbu statistického souboru dat.

Po instalaci dalšího zařízení, rolí, nebo funkcí je třeba spustit test znovu. S další nainstalovanou funkcí je automaticky přidána i funkce ve sledování výkonu pro danou položku. V závislosti na sesbíraných datech je možné vytvořit politiku využití zdrojů. Například, pokud výkon procesor přesáhne hranici 80 % na dobu delší než 5 sekund, informuj správce a podobně. Tato funkce též poskytuje vzdálené sledování výkonu. Pro vzdálené sledování je nutná správně nastavená politika přístupu. Tedy například uživatel musí být členem skupiny Administrators atd. Dále je možnost vybrat jednotlivé procesy pro celkový přehled kolik a jakých zdrojů daný proces potřebuje.



**Obr. 5 Sledování výkonu.**

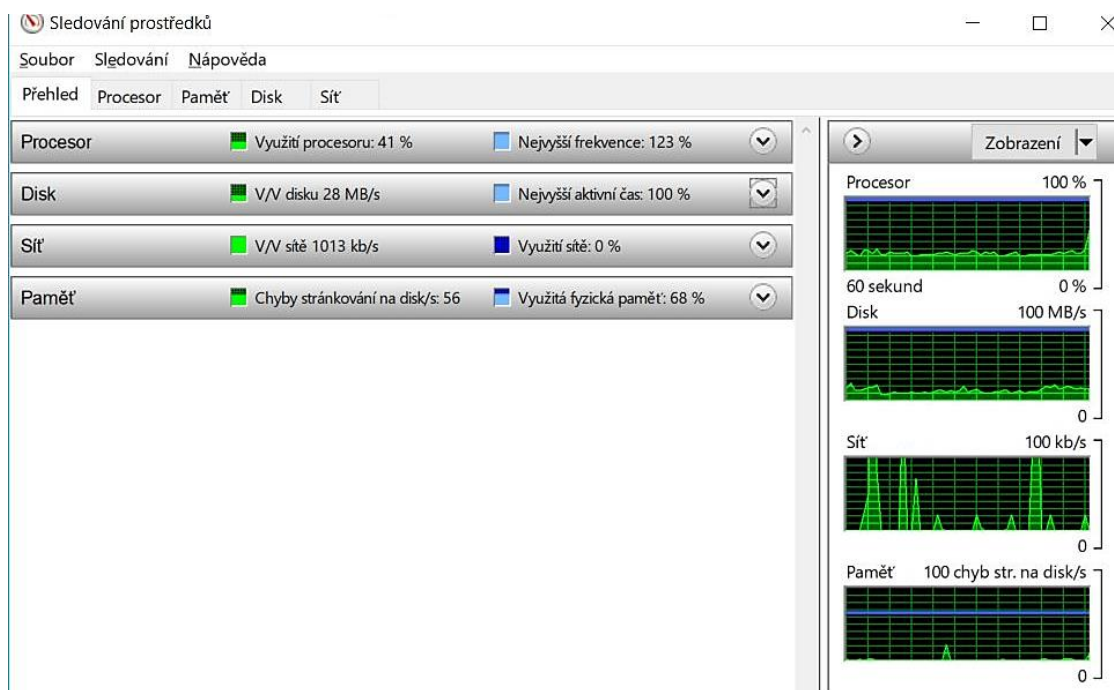
Zdroj: Vlastní zpracování. [6]

## 4.2 Sledování spolehlivosti

V nástroji *Sledování spolehlivosti* jsou zaznamenány prostřednictvím seznamu událostí veškeré události systému (krizové stavy, nezdařilé operace, zastavené služby apod.). Dané události jsou rozděleny dle typu do jednotlivých kategorií. Tento program dokáže pomoci při detekci chybivosti, která je způsobena např. poslední instalací ovladačů. [9]

### 4.3 Sledování prostředků

Základním způsobem shromáždění základních dat v systému Windows je použití nástroje *Sledování prostředků* viz. Obr. 6. *Sledování prostředků* lze spustit volbou ve *Správci úloh* v záložce *Výkon*.



**Obr. 6 Sledování prostředků.**

Zdroj: Vlastní zpracování. [6]

V nástroji *Sledování prostředků*, je k dispozici členění na pět základních kategorií výkonu a to *Přehled*, *Procesor*, *Paměť*, *Disk* a *Síť*. Tento program sbírá podrobné informace o využití výkonu počítače v reálné čase, a to až na úroveň služby a procesu. Dalšími prostředky pro podrobnější monitoring je nástroj *Sledování výkonu*. [9]

## 5 Porovnání řešení Windows s Linux a NAS

V této kapitole budou popsány souborové funkce operačního systému založeného na řešení Linux. Následně budou popsány funkcionality NAS a na závěr budou tyto alternativy porovnány s možnostmi Windows. [8]

### 5.1 Linux

Pro uživatele, kteří hledají bezplatnou alternativu serverového řešení, je na trhu k volnému stažení operační systém Linux, tento systém je odvozen od *Unixu*. K dispozici jsou volně ke stažení jak standardní operační systémy, tak i ty serverové.

Jako zakladatel tohoto systému je zmiňován Linus Torvalds, svého času student univerzity, který byl nadšen pro vytvoření vlastního operačního systému, což se mu při studiu vysoké školy podařilo.

Tento systém je poskytován zdarma, avšak bez uživatelské podpory. K dispozici bývá dobře zpracovaná dokumentace a uživatelská komunita Linux. Aktuálně zahrnuje Linux více než 13 základních instalací. Mezi ty nejznámější patří *CentOS, Debian, Fedora, Gentoo a openSUSE*. Informace a operační systémy jsou dostupné ke stažení z internetové stránky na adrese v odkazu [11]. K některým edicím je možnost příplatkových služeb, mezi ně patří nejen vzdálená podpora a školení, ale i výjezd administrátora. Linux je poskytován i ve zpoplatněných licencích, za nejrozšířenější je pak považována edice RedHat.

Linux zažívá v posledních letech expanzi, která je dána zejména rozmachem nositelné elektroniky a internetu věcí. Tato zařízení mají operační systém, který je založen na Linuxu, protože vyniká menšími nároky na výpočetní zdroje a otevřenými zdrojovými kódy. Mezi nejznámějším systémem založeným na principu Linuxu, který se používá v mobilních zařízeních je bezpochyby operační systém Android.

Na serverové úrovni je největším uživatelem linuxových služeb společnost Google.

## 5.2 Linux Server

V systému Linux Server jsou k dispozici serverové role *Logging Server*, *Print Server*, *FTP Server*, *Web Server*, *Directory Server*, *DNS Server*, *SQL Server* a *Windows File Server*, známý jako Samba. Díky těmto rolím a díky Sambě může Linux přistupovat k souborovým svazkům a poskytovat webové služby stejně jako Windows Server. Linux obsahuje velmi podobné funkce pro správu jako jsou obsaženy ve Windows Server 2016. Při použití serveru s Linuxem je předpokládána vysoká úroveň znalostí administrátora, zejména v práci s příkazovým řádkem. [20]

Systém Linux je moderním operačním systémem, který zahrnuje celou řadu serverových funkcí. Pro potřeby této práce jsou důležité ty pokročilé, jenž jsou podstatné pro tvorbu kvalitního souborového serveru. Patří mezi ně řada služeb, které jsou známé i v operačním systému Windows Server. [20]

- *Clustering*, který v Linuxu umožňuje nakonfigurovat jednotlivé počítače pro práci v clusteru tak, že pro přistupující klientské počítače je chápán jako jeden výpočetní systém. Tato funkce je podstatným prvkem pro zajištění poskytovaných služeb bez přerušení z důvodu přenositelnosti výpočetního výkonu. [20]
- *Virtualizace* poskytuje možnost efektivnější správy výpočetních zdrojů. Umožní spouštět virtualizované systémy a efektivně přidělovat zdroje dle aktuálního využití. Pro vytváření těchto virtuálních počítačů funkce *KVM* a *Xen*. Pro management virtuálních strojů slouží nadstavbová knihovna *libvirt*. Nástroje této knihovny jsou používány přes terminálový přístup prostřednictvím příkazů *virsh*. Pro management prostřednictvím GUI je k dispozici aplikace *Virtual Machine Manager*, jenž se spouští příkazem *virt-manager*. [20]
- *Linux Containers* je virtualizační metoda, při níž jsou jednotlivé virtuální jednotky izolovány až na úroveň operačního systému, kde jsou zdroje

přidělovány jádrem. Alokace zdrojů je prováděna v reálném čase. Samotné kontejnery je třeba dále zabezpečit. K tomu slouží profily App Armor nebo SELinux. Kontejnery v Linuxu lze použít se službou Docker. [20]

- *Konsolidace serverů* poskytuje nástroj, kterým lze rozdělit reálný výkon počítače na libovolný počet těch virtuálních. Tento nástroj lze použít i opačně a to tak, že může být více počítačů spojeno do jednoho virtuálního počítače. [19]
- *Isolation* je funkce pro izolaci hostitelského počítače od chyb na hostovaném počítači. [19]
- *Migration* umožňuje přesun běžícího virtuálního stroje na jiný fyzický počítač. [19]
- *Dynamic load balancing* služba pro vyrovnávání zátěže infrastruktury v závislosti na jejím využití. [19]
- *Specializované úložiště* poskytuje řadu specializovaných lokálních a síťových úložných rozhraní. Sdílené úložné zařízení dostupné v Linuxu zahrnují *iSCSI*, *Fibre Channel* a *Infiniband*. [19]
- *Samba* je otevřený projekt, který poskytuje řadu programů ke spolupráci mezi počítači s Windows, Linux a Mac OS ve sdílení souborů a tiskáren a který poskytuje možnost ověřování uživatelů. Sdílení souborů probíhá pomocí systému Common Internet File System (CIFS), což je otevřená implementace protokolu Server Message Block (SMB). [14]

### 5.3 Porovnání Linux a Windows jako souborový server

Při výběru mezi distribucí Linuxu a Windows Serverem na serverové úrovni existuje řada zásadních rozdílů. Pro snadnější rozhodování zde bude uvedeno několik základních atributů, které pomohou s rozhodováním administrátorovi, uživateli, či majiteli firmy.

Prvním a asi nejvýznamnějším rozdílem při pořízení je cena za distribuci. Dnešní ceny licencí Windows Server 2016 sahají až k hranicím 133 000,- za jeden fyzický stroj. Jednotlivé serverové distribuce Linux jsou k dispozici ke stažení online.

Mezi záporné stránky Windows dále patří: Nutnost použití specializovaného hardware (vysoká cena), který Windows pro bezchybný provoz mnohdy požaduje. Viry a červy se zaměřují na Windows. Mnohem méně možností přístupu vzdálené správy. Nemožnost úpravy zdrojových kódů a jádra. Oproti Linux vyšší požadavky na výkon hardware. Nekompaktnost funkcí. Nainstalované nepotřebné funkce.

Silné stránky Windows: Propracované uživatelské prostředí. Řadič domény. *Active Directory*. Dostupnost správy. Robustní systém.

Mezi záporné stránky Linux patří: Vyšší náklady na administraci. Bezpečnostní hrozby při nedůsledné instalaci hardware, které zapříčiní jednodušší získání přístupu útočníkům. Pro připojení uživatelů a jejich správu je třeba doinstalovat a nastavit další funkce jako *Kerberos* a *Lightweight Directory Access Protocol (LDAP)*.

Mezi silné stránky Linux patří: Použití licence *General Public Licence (GPL)*, jež umožňuje nahlédnout do zdrojového kódu a dále jej upravovat. Bezpečnost, jelikož téměř neexistují viry a škodlivý software. Otevřená licence umožňující vlastní kompilaci jádra a možnost vybrat procesy spouštěné při startu. Možnost vypnutí grafického prostředí při startu. Přizpůsobivost hardware. Spolehlivost. Dostupnost serverového softwaru ke stažení.



Nedá se jednoznačně určit jaký systém a pro koho bude lepší. Každý si najde svou cestu. Do jisté míry velmi záleží na zkušenostech daného uživatele a vlastním přesvědčení.

Windows nabízí hotové řešení s grafickým prostředím správy, za které chce svou cenu. Toto řešení je robustní. Implementuje však řadu věcí, které mohou být nadbytečné (využitelnost hardware, zranitelnost). Linux překvapí lehkostí řešení, a otevřeným kódem a umožní administrátorům skutečnou správu nad systémem. Distribuce Linux instaluje nezbytné funkce. Z hlediska možností správy, bezpečnosti a ceny je lepším řešením Linux. Uživatelé, které hledají hotové řešení, uživatelé méně zkušené a uživatelé se specifickými požadavky však jistě zvolí Windows. [14] Shrnutí důležitých prvků znázorňuje Tabulka č. 2.

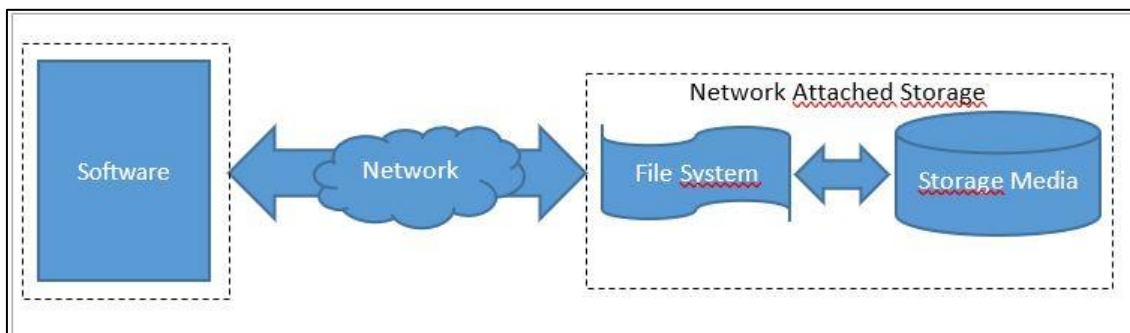
**Tabulka 2 Porovnání funkcí Linux a Windows pro souborový server.**

	WINDOWS	LINUX
SERVEROVÝ OPERAČNÍ SYSTÉM	ANO	ANO
CENA	CCA 133000,-	ZDARMA
ADMINISTRATIVNÍ ZKUŠENOST	NÍZKA	VYSOKÁ
VIRTUALIZACE	HYPER-V	XEN, KVM
KONTEJNERY	ANO	ANO
MINIMALIZACE HARDWARE	ANO	ANO
UŽIVATELSKÁ PODPORA	PLNÁ	UŽIVAT. FÓRA
SOUBOROVÝ SERVER	ANO	ANO, SAMBA
SPRÁVA ADRESÁŘŮ	ACTIVE DIRECTORY	LDAP
NEBEZPEČÍ NAPADENÍ VIRY	VYSOKÁ	NÍZKÁ
SOUBOROVÝ SYSTÉM	NTFS, REFS	NFS, EXT3
PROPOJENÍ WINDOWS/LINUX	ANO	ANO
CLUSTERING	ANO	ANO
ÚLOŽIŠTĚ	ANO	ANO
DĚLENÍ VÝPOČETNÍHO VÝKONU	ANO	ANO
MIGRACE	ANO	ANO

Zdroj: Vlastní zpracování. [3, 18]

## 5.4 Network Attached Storage (NAS)

*Network Attached Storage* je síťové úložiště na úrovni souborového systému, které je přístupné prostřednictvím heterogenních síťových klientů. Jedná se o samostatnou výpočetní jednotku připojenou k síti s danou rolí a založenou na poskytování dat prostřednictvím internetové sítě. Operační systém na těchto zařízeních zabezpečuje funkce souborového systému. Mezi ně patří zejména nastavení oprávnění přístupu k souborům, které umožňuje řádné řízení přístupu k uloženým datům. Tyto jednotky nejsou standardně opatřeny klávesnicí či displejí, ale jsou spravovány prostřednictvím sítě, a to nejčastěji prostřednictvím webového rozhraní. NAS zahrnuje jeden či více fyzických pevných disků. V rámci NAS jsou poskytovány sofistikované funkce redundantního ukládání do samostatných kontejnerů či RAIDových polí. Podporovány jsou protokoly Server message block (SMB/CIFS) používaných ve Windows, Network file systém (NFS) a protokoly pro Linux. Výhodou použití NAS je možnost redundantního uložení a možností RAID. Dále pak výkonnost díky přímému přístupu na síti. K datům není přístupováno prostřednictvím serveru. Služba NAS je vhodná pro poskytování centralizovaného ukládání objemných dat v malých firmách, které nejsou zaměřeny na software. Z důvodu klesající ceny úložného prostoru až pod cenu standardního disku je vhodný i pro použití v domácnostech. Pro použití k ukládání aplikačních dat ovšem toto řešení není vhodné, zejména z důvodu nezabezpečení služeb škálování a nepřetržitého provozu, replikace apod. Další nevýhodou je, že zde nejsou k dispozici žádné možnosti v případě havárie [10]. Na Obr. 7 níže je vyobrazena základní myšlenka struktury NAS.



**Obr. 7 Network Attached Storage (NAS).**

Zdroj: Vlastní zpracování.

## 6 Implementace souborových služeb na Windows Server 2016 a zabezpečení dostupnosti dat

Tato kapitola je průvodcem implementací souborových služeb a rolí ve Windows Server 2016 k zajištění vysoce dostupného úložiště poskytujícího nastavení přístupových práv k souborům. Jedním ze základního rozhodnutí při implementaci souborového serveru je volba mezi konvergovanou a hyperkonvergovanou infrastrukturou. Základním rozdílem je to, že v hyperkonvergované infrastruktuře je výpočetní výkon a úložiště na jednom stroji s jednoduchým škálováním a managementem. V konvergovaném řešení jsou výpočetní zdroje odděleny, což umožňuje vysoce škálovatelné a nezávislé řešení. Při implementaci v této práci byla zvolena konvergovaná infrastruktura, a to zejména z důvodu zaměření poskytování infrastruktury jako služby (*IaaS*) a využití *Podpory převzetí služeb při selhání*. [5]

Operační systém Windows Server 2016 byl pro tuto práci poskytnut Univerzitou Hradec Králové za což jí tímto děkuji. Pro instalaci operačního systému bylo z důvodu vysokých pořizovacích nákladů serverového stroje zvoleno laboratorní prostředí aplikace VMware Workstation, a to s licencí pro domácí použití bezplatně na 1 měsíc. VMware Workstation umožňuje instalaci operačních systémů včetně serverových. Toto prostředí se velmi hodí pro vytvoření testovacího prostředí před samotným nasazením serverových služeb do ostrého provozu, což minimalizuje náklady a rizika ztráty dat. V poslední době je však velkým trendem provoz ostrých serverů ve virtuálním prostředí zejména z důvodu efektivního využití výpočetního výkonu. Velkým rizikem by však mohlo být selhání fyzického stroje, na kterém běží tyto virtuální prostředí.

### 6.1 VMware Workstation

VMware Workstation je softwarem určeným pro virtualizaci výkonu počítače a umožňuje vytvoření virtuálních počítačů, které poskytnou vhodné rozhraní pro instalaci operačního systému. Dalšími vhodnými nástroji pro virtualizaci výpočetního výkonu jsou Hyper-V společnosti Microsoft a Virtual Box od společnosti

Oracle. Ze subjektivních důvodů a zkušeností autora byl využit právě software společnosti VMware.

Pro instalaci VMware je k dispozici instalační balíček na internetových stránkách společnosti VMware v sekci ke stažení. Po instalaci programu začneme instalací jednotlivých virtuálních strojů. Tvorba virtuálního počítače je k dispozici pod položkou Nový. Následně je spuštěn průvodce vytvořením virtuálního počítače. Prostřednictvím tohoto průvodce jsou virtuálnímu stroji přiděleny výpočetní prostředky. Po spuštění průvodce je k dispozici volba výběru instalovaného operačního systému, přidělení diskového prostoru, přidělení výpočetního výkonu procesoru, přidělení operační paměti, výkonu zobrazení, síťových karet a ostatních vstupů do počítače. Je třeba přidělit minimální požadovaný hardware pro daný operační systém a v případě Windows Server 2016 nesmíme opomenout zapnout funkci virtualizace procesoru. Nezbytné minimum pro Windows Server 2016 je sepsáno v této práci pod položkou 3.1.1, v opačném případě se instalace nezdaří. Po nastavení základních atributů a volbě instalačního média pro bootování lze spustit samotnou instalaci operačních systémů.

## **6.2 Instalace operačních systémů**

Pro účely této práce byla zvolena instalace trojice serverových počítačů Windows Server 2016 Datacenter s uživatelským prostředím a jednoho klientského počítače s Windows 8. Licence Windows Server 2016 Datacenter byla zvolena z důvodu dostupnosti všech souborových služeb zejména Storage Space Direct, neomezeného počtu virtuálních počítačů a možnosti replikace dat. Instalace pak probíhá standardním postupem přes bootování pomocí instalačních disků ISO. Tyto instalace jsou dostupné ke stažení z webových stránek Microsoftu. Pro zjednodušení vícenásobné instalace jsou k dispozici nástroje. VMware poskytuje možnost klonování virtuálního počítače, jenže tato volba zkopíruje i jedinečné SID počítače a takový klon je pak v rámci jedné sítě s původním počítačem nepoužitelný. Přímo v systému Windows je k dispozici možnost vytvoření přesné kopie nainstalovaného systému pomocí nástroje *System Preparation Tool*. Tato funkcionality zahrnuje zvolené nastavení a je k dispozici pod příkazem sysprep.

*System Preparation Tool* vytvoří bitovou kopii s jedinečným SID a zvoleným nastavením. Pro účely této práce (instalace tří počítačů), je použití toho nástroje zdlouhavé a zbytečné. V rámci podniku pak nezbytné.

### **6.3 První spuštění Windows Server**

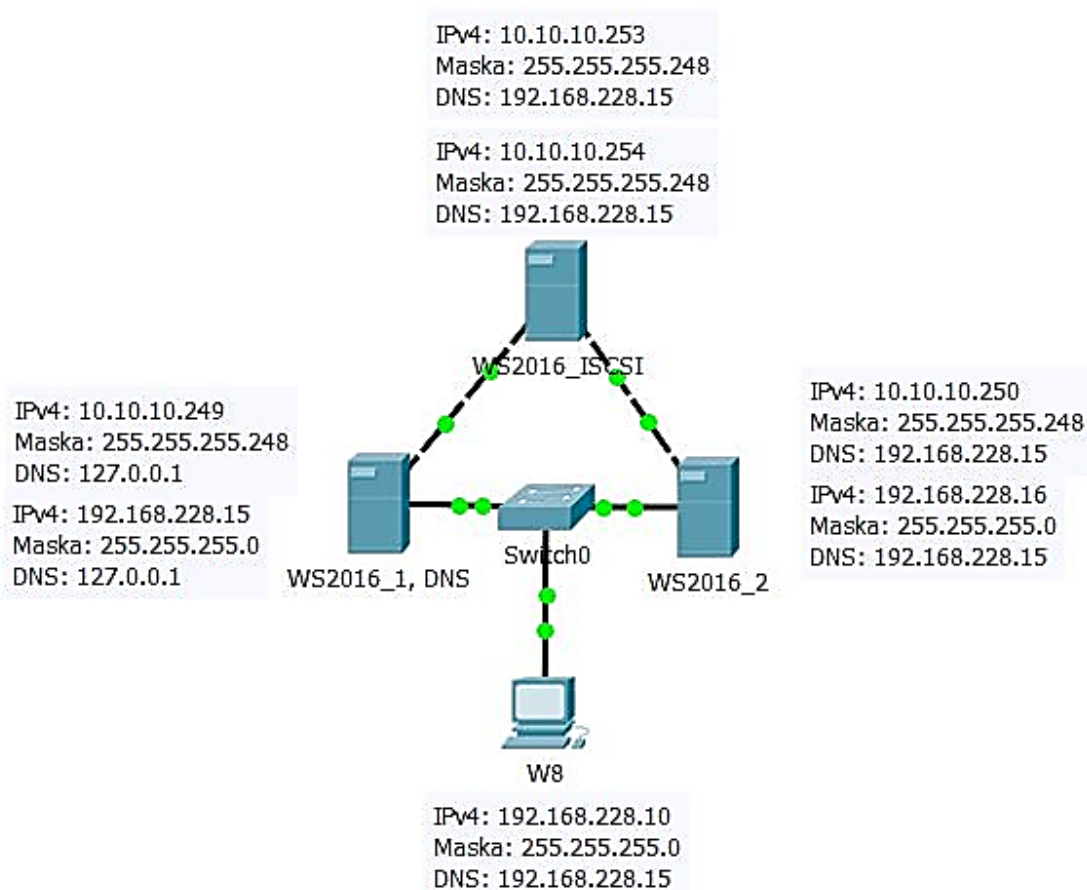
V případě instalace Windows Server 2016 Datacenter s grafickým prostředím je uživatel příjemně překvapen sestavením grafických prvků známým z operačního systému Windows 10. Volba s grafickým prostředím má nevýhodu danou větší zátěží na výkon a možností snazšího zneužití z důvodu instalace většího množství služeb. Jednoznačnou výhodou má edice Nano server, která instaluje jen nezbytné funkce. Nevýhodou může být pro někoho možnost pouze vzdálené správy přes příkazový řádek.

Po dokončení instalace je spuštěno úvodní obrazovka. Po přihlášení se pod administrátorským účtem je spuštěna služba *Správce serveru*, *Řídící panel*. *Řídící panel* slouží k nastavení všech úloh správy sítě, vytváření uživatelských účtů, přidělování oprávnění k přístupu, nastavení serverových záloh, vytváření úložných prostorů a přidělování úložného místa. Zároveň poskytuje integraci s cloudovými službami Azure. Poskytuje též rozhraní pro nastavení svazků, sdílených a pracovních složek. Umožňuje nastavení virtuálních disků iSCSI. [6]

Před započítím nastavení serveru je z důvodu zabezpečení důrazně doporučeno nainstalovat veškeré dostupné aktualizace, nastavit antivirový program a bránu firewall. Po instalaci aktualizací provedeme prvotní nastavení počítače. Veškeré nastavení je dostupné jak přes příkazy ve *Windows PowerShell*, tak přes *Správce serveru*. Není-li spuštěn *Správce serveru*, nalezneme jej volbou Nabídka Start -> Hledat -> Správce serveru. Provedeme přejmenování názvu serveru. V záložce Místní server -> Název počítače -> Změnit. Pro dokončení změn je třeba restart.

## 6.4 Nastavení sítě pro souborové služby

Pro správnou funkci souborových služeb je základem správné nastavení topologie sítě. Pro tvorbu topologie sítě a testování funkčnosti bylo použito prostředí Packet Tracer od společnosti Cisco. Nastavení topologie je vyobrazeno na Obr. 8. Pro vytvoření sdíleného úložiště byly zvoleny tři serverové stroje. Dva jsou určeny pro sdílení uzlu v rámci použití funkce *Clustering s podporou převzetí služeb při selhání*, která byla vysvětlena v kapitole 2.3. Třetí server slouží jako úložiště iSCSI, které je dostupné prostřednictvím privátní sítě. Dále je nastaven klient s operačním systémem Windows 8.



**Obr. 8 Topologie sítě.**

Zdroj: Vlastní zpracování v Packet Tracer.

## **6.5 Instalace rolí souborového serveru**

Pro tvorbu bezpečného úložiště dále nainstalujeme funkce souborového serveru. To provedeme volbou Řídící panel -> Přidat role a funkce -> Další -> Vyberte aktuální server -> Další -> Souborová služba a iSCSI služby. Zde zkontrolujeme případně zatrhneme volby: *Souborový server, Cílový server iSCSI, Odstranění duplicitních dat, Správce prostředků a službu Multipath I/O, Clustering s podporou převzetí služeb při selhání*. Všechny tyto funkce jsou popsány ve druhé kapitole. Pokračujeme volbou Další -> Nainstalovat. Cílový server v tomto případě slouží k navázání rychlého spojení s úložištěm clusteru.

## **6.6 Instalace rolí Active Directory, jeho nastavení a tvorba domény**

Pro správu uživatelů a správu domény nainstalujeme role *Active Directory Domain Service*. Lze instalovat opět z nabídky Správce serveru -> Přidání rolí a funkcí. Po instalaci *Active Directory* jsou vyžadována další nastavení služeb *Active Directory*. Mezi ně patří zejména povýšení na řadič domény (v případě hlavního serveru) a nastavení domény. U druhého serveru postupujeme stejným postupem s rozdílem, že tento server přidáme do již existující domény. U serveru určeného pro úložiště není *Active Directory* potřeba, stačí jej přidat do domény. Přidání do domény lze nastavit volbou Start -> Tento počítač -> Vlastnosti -> Změnit nastavení -> Změnit -> Zatrhnou volbu „Je členem domény“. Zde vyplnit název domény a po vyzvání zadat administrátorské přihlašovací údaje. Opět je třeba restart. [15]

## **6.7 Nastavení úložiště, tvorba virtuálních disků a přístupu iSCSI**

Na serveru úložiště přejdeme do Správce serveru -> Souborová služba a služba úložiště. Zde jsou zobrazeny připojené diskové jednotky. Začneme tvorbou úložiště, které umožní seskupení fyzických disků do logického celku úložiště virtuálních disků a následně umožní jednoduchou správu a opatření proti ztrátě dat. Spustíme průvodce pro tvorbu úložiště volbou Fondy úložišť -> Nové úložiště, zadáme název úložiště, následuje volba -> Další. Je zobrazena nabídka s výběrem dostupných

nepřiřazených disků, zde zvolíme disky, které chceme přidat. Zvolíme tři disky. Poté se zpřístupní volba možností zabezpečení dat funkcí *Parity* a *Mirror*. Tyto funkce známe jako pole RAID. Vybereme *Mirror*. Dále zvolíme alokaci disku. Následuje volba Další -> Vytvořit. Po přidělení prostoru a nastavení zrcadlení je spuštěn průvodce pro vytvoření nového svazku. Zvolíme, pro jaký server chceme svazek zřídit, nastavíme velikost, přiřadíme písmeno jednotky, nastavíme četnost odstranění duplicitních dat a potvrdíme. Tímto jsme provedli základní alokaci úložného prostoru a spustili jsme funkce pro jeho replikaci a odstranění duplicitních dat. Dále nastavíme službu sdíleného úložiště pro *Clustering s podporou převzetí služeb při selhání*. Přejdeme do Správce serveru -> Souborová služba a služba úložiště -> iSCSI -> Nový virtuální disk iSCSI -> Vybrat disk -> Vyplnit název disku. Zvolíme velikost -> Nový cíl iSCSI -> Přidat -> Vyplníme IP adresy přístupujících serverů na disky -> Další -> Vytvořit. Nyní přejdeme k serveru WS2016\_1. Zde spustíme iniciátor iSCSI -> přepneme na kartu Zjišťování -> Vyhledat portál -> Vyplníme IP adresu úložiště a potvrdíme. Přejdeme na kartu Cíle -> Připojit. Dále přejdeme na záložku Zařízení a svazky a zvolíme automatická konfigurace a potvrdíme OK. Přejdeme do Správy disků. Nabídka Start -> Hledat -> Správa disků. Zde přidatý disk převedeme do režimu online a vytvoříme nový svazek kliknutím pravého tlačítka na daný disk. To samé provedeme na serveru WS2016\_2.

## 6.8 Clustering s podporou převzetí služeb při selhání

Nyní je již vše připraveno pro vytvoření clusteru. Cluster nastavíme prostřednictvím Správce clusteru, který je dostupný pod položkou Nabídka Start -> Hledat -> Správce clusteru. Před samotným vytvořením clusteru je důrazně doporučeno provést ověření clusteru. Pro ověření clusteru je k dispozici služba Ověřit cluster. Pro volbu Ověřit cluster je spuštěn průvodce, ve kterém vybereme požadované servery pro tvorbu clusteru. Následně je spuštěn test, který prověří, zda jsou veškeré prvky vhodně nastavené pro vytvoření clusteru. Po ověření všech testů a případné opravě chyb zvolíme Vytvořit cluster. Zadáme název clusteru např. CLUSTER a zvolíme IP adresu pro přístup ke clusteru. Po vytvoření clusteru jsou k dispozici disky přes iSCSI. Online jsou vždy jen na jednom uzlu, a to na tom,



na kterém aktuálně běží cluster. Tyto disky vytvořené pomocí funkce *Storage Space Direct*, slouží jako sdílený prostor pro data aplikací. Dále musíme nastavit roli souborového serveru. Tuto konfiguraci spustíme pod položkou Role -> Konfigurovat roli -> Další -> Souborový server -> Souborový server se škálováním na více systémů pro data aplikací -> Dokončit. Nyní máme připravený prostor pro vytvoření sdílené složky pro aplikace. Vytvoříme ji volbou Přidat sdílenou složku -> Sdílená složka SMB aplikace -> Vytvořit. Nyní stačí v Active Directory přiřadit patřičná oprávnění a vysoce dostupné škálovatelné úložiště je k dispozici pro připojení klientských počítačů. Další funkce, mezi něž patří *Povolení nepřetržitého přístupu*, *Ukládání sdílené složky do mezipaměti*, *Šifrování přístupu k datům* a *Branchcache* jsou k dispozici ve vlastním nastavení příslušné složky. Dalším vhodným nastavením je kvóta úrovně zaplnění disku. Administrátor pak může být včas informován před zaplněním disku. [16]

## **6.9 Připojení klienta prostřednictvím domény**

Pro připojení klientského počítače spustíme na serveru Správce uživatelé a počítače služby *Active Directory*. Zde si nadefinujeme novou skupinu uživatelů např. Creators, do které přidáme uživatele pod názvem např. Student. Nastavíme veškeré požadované oprávnění. Ve sdíleném úložišti vytvoříme složky, které chceme sdílet a nastavíme sdílení složky volbou Vlastnosti -> Sdílení -> Rozšířené možnosti -> Sdílet tuto složku -> Oprávnění. Zde vybereme skupinu Creators a nastavíme oprávnění. V položce Student Nyní přejdeme do klientského počítače a přihlásíme se jako student.

Otevřeme Tento počítač, pravým tlačítkem myši zvolíme Připojit k síťové jednotce -> zadáme adresu sdílené složky -> zaškrtneme volbu Po přihlášení opět připojit. Nyní je složka připravena jako vysoce dostupné úložiště pro data aplikací.

## **6.10 Připojení k firemní síti prostřednictvím internetu**

Sdílení firemních dat v rámci podnikové sítě slouží k připojení interním klientským počítačům. Pracovníci však často pracují i doma a pak vznikají další verze souborů. Řešením je zřízení vzdáleného přístupu. Pro nepřetržitý přístup k datům je třeba zajistit přístup prostřednictvím internetu. Toto připojení přinese možnost upravovat data uložená na úložišti odkudkoliv kde je k dispozici internetové připojení. Toto řešení však bohužel přináší zvýšení rizika neoprávněného přístupu. Jednou z možností pro sdílení dat prostřednictvím internetu slouží role *Vzdálený přístup* s technologií *DirectAccess*. Tato role nainstaluje funkce pro přístup a správu počítačů připojených k doméně a umožňuje vzdálený přístup prostřednictvím sítě internet. Obsahuje konzoly pro správu a umožňuje zajistit aktualizace připojených počítačů.

Roli *Vzdálený přístup* nainstalujeme prostřednictvím *Řídícího panelu* volbou *Řídící panel* -> *Přidat role a funkce* -> *Další* -> *Vyberte aktuální server* -> *Další* -> *Vzdálený přístup*. Dále je třeba přidat statickou veřejnou IP adresu pro vstup do podnikové sítě. K tomu je třeba přidat do topologie sítě router. Routeru nastavíme IP adresy tak, aby měl vstup jak do privátní sítě tak do sítě internet. Následně spustíme *Správce Active Directory* a provedeme vytvoření nové skupiny. Dále spustíme *Průvodce konfigurací vzdáleného serveru*. Tento průvodce můžeme spustit prostřednictvím *Řídícího panelu* -> *Nástroje* -> *Vzdálený přístup*. Nastavíme IP adresu pro přístup a vybereme skupiny uživatelů pro povolení vzdáleného přístupu. Průvodce provede vytvoření přístupu a vygeneruje webovou adresu pro přístup k úložišti. Následně je spuštěna konzole pro správu vzdáleného přístupu. Na klientském počítači připojeném v doméně pak již stačí spustit internetový prohlížeč a zadat vygenerovanou adresu. V prohlížeči je pak spuštěn *Správce souborů*. [5, 6]

## 7 Testování výkonnosti a dostupnosti

Tato kapitola popisuje testovanou infrastrukturu navrženou pro vysoce dostupné úložiště v rámci clusteru a hardware. Shrnuje provedené testy za účelem prověření souborových služeb a vysoké dostupnosti, která byla v teoretické části popsána, zda poskytuje spolehlivé řešení pro ukládání aplikačních dat. V Tabulce č. 3 je vypsán základní hardware sestavy virtuálního počítače. Výchozí hodnoty rychlosti disků byly naměřeny na fyzickém počítači pomocí nástroje *HD Tune*.

**Tabulka 3 Sestava virtuálního počítače pro Windows Server.**

CPU	Intel i7 7700HQ, 2,81GHz
RAM	2 GB RAM, DDR4, 2400MHz
GPU	Integrovaná grafická karta
SSD pro systém Windows	240 MB/s, dle HD Tune

Zdroj: Vlastní zpracování. [6]

Byly provedeny celkem čtyři testy. Dva testy jsou zaměřeny na rychlost přenosu dat a další dva na dostupnost služeb v případě selhání hardware. V prvním testu se měřila rychlost SSD disku ve virtuálním prostředí. V druhém testu rychlost přenosu dat mezi úložištěm WS2016ISCSI a servery WS2016\_1 a WS 2016\_2. Třetí test ověřuje dostupnost dat během selhání disku v úložišti. Poslední test byl zaměřen na selhání uzlu clusteru, tedy celého serveru. Pro testování rychlosti přenosu byl využit nástroj *Diskspd Utility*. [5]

Prvním testem výkonnosti bylo kopírování souboru o velikosti cca 4 GB na virtuálním disku SSD. *Diskspd Utility* se spouští prostřednictvím příkazového řádku. Po stažení a rozbalení instalačního balíčku na testovaný disk jej spustíme a vytvoříme testovací soubor na discích příkazem `DiskSpd.exe -c4G`. Tento příkaz vytvoří na dané jednotce soubor o velikosti 4 GB. Totéž uděláme pro disk na sdíleném úložišti. Po vytvoření souborů již můžeme spustit test dle požadavků. Parametry pro testování jsou popsány v dokumentaci, která je přiložena v rámci staženého souboru. Pro toto testování byl spuštěn test bez přípravy, na čtyřech

vláknech procesoru, v trvání 30 sekund s náhodným zápisem a čtením balíčků o velikosti 64 KB.

Pro druhé testování rychlosti přenosu mezi úložištěm a serverem byl zvolen soubor o velikosti 50 MB. Tento test je zaměřen na pomalejší magnetický disk.

Při dalším testu bylo simulováno selhání disku na serveru úložiště jeho odpojením. V posledním testu bylo provedeno vypnutí celého serveru. Na tomto serveru byl v době selhání uzel clusteru s úložištěm a na klientském počítači byl upravován dokument uložený na úložišti WS2016ISCSI.

Pro implementaci úložiště byla navržena sestava tří serverových strojů a jednoho klientského počítače.

- WS2016\_1 jako hlavní uzel clusteru, DNS server a správce domény.
- WS2016\_2 funkce vedlejšího serveru, který přebírá výpočetní výkon v případě selhání hlavního uzlu.
- WS2016ISCSI je určen jako úložiště.
- WINDOWS 8 je klientem pro přístup k datům.
  
- WS2016\_1 byl určen jako hlavní počítač. Jsou na něm nainstalovány a spuštěny služby *Active Directory Domain Services, Server DNS, Souborový server, Cílový server iSCSI, Odstranění duplicitních dat, BranchCache, Replikace, Clustering s podporou při selhání a Multipath I/O*. Na serveru jsou nastaveny tři síťové karty. Jedna slouží pro veřejnou síť mezi klienty a servery a druhá pouze pro privátní síť v rámci úložiště a třetí pro přístup do internetu. Dále jsou k dispozici čtyři disky. Jeden disk pro instalaci Windows a další tři disky byly využity pro vytvoření virtualizovaného úložiště službou *Storage Space*. Toto místní úložiště slouží jak pro zálohu samotného systému, tak pro zálohu dat z centrálního úložiště.

- WS2016\_2 byl nainstalován jako druhý uzel clusteru, který má za úkol při výpadku hlavního serveru přebrat jeho funkci a zprostředkovat přístup k datům na úložišti. Z důvodu kompletní zastupitelnosti jsou nainstalovány stejné role a funkce jako na počítači WS 2016\_1. Včetně disků pro zálohování. Dále jsou k dispozici tři síťové karty.
- WS2016ISCSI je určen jako úložiště. Jsou zde nainstalovány pouze základní funkce pro souborové služby a služby iSCSI. Dále pak Multipath I/O, BranchCache, Odstranění duplicitních dat, Replikace, Deduplikace. Síťový přístup je zřízen pomocí dvou síťových karet. Připojení k serverům je nastaveno přes privátní síť.
- WINDOWS 8 je klientský počítač připojený k doméně. Slouží pro přístup k datům na centrálním úložišti prostřednictvím serverů. Je připojen jednou síťovou kartou pro privátní přístup a druhou kartou pro testování vzdáleného přístupu.

## 8 Analýza výsledků

Kapitola analýza výsledků znázorňuje výsledky provedených měření a testů. Prvním testem bylo provedeno měření rychlosti zapisování dat na disku SSD. Dosažené hodnoty byl proti výchozím hodnotám pod očekávání viz Obr. 9. Celý test byl proveden znovu, avšak s velmi podobnými hodnotami. Vliv na výkon má zřejmě použití virtuálního prostředí.

```
Read IO
thread |      bytes      |      I/Os      |      MiB/s      |      I/O per s      |      file
-----|-----|-----|-----|-----|-----
  0 | 559153152 | 8532 | 35.52 | 568.26 | c:\testfile.dat (4096MiB)
  1 | 592445440 | 9040 | 37.63 | 602.09 | c:\testfile.dat (4096MiB)
  2 | 580321280 | 8855 | 36.86 | 589.77 | c:\testfile.dat (4096MiB)
  3 | 596639744 | 9104 | 37.90 | 606.36 | c:\testfile.dat (4096MiB)
-----|-----|-----|-----|-----|-----
total: 2328559616 | 35531 | 147.91 | 2366.48

Write IO
thread |      bytes      |      I/Os      |      MiB/s      |      I/O per s      |      file
-----|-----|-----|-----|-----|-----
  0 | 97124352 | 1482 | 6.17 | 98.71 | c:\testfile.dat (4096MiB)
  1 | 104660992 | 1597 | 6.65 | 106.37 | c:\testfile.dat (4096MiB)
  2 | 101056512 | 1542 | 6.42 | 102.70 | c:\testfile.dat (4096MiB)
  3 | 108331008 | 1653 | 6.88 | 110.10 | c:\testfile.dat (4096MiB)
-----|-----|-----|-----|-----|-----
total: 411172864 | 6274 | 26.12 | 417.87
```

**Obr. 9 Testování rychlosti disku C, (SSD).**

Zdroj: Vlastní zpracování. [6]

S testováním úložiště dopadl výsledek ještě hůře viz Obr. 10. Při kopírování souborů na úložišti prostřednictvím souborového systému byly naměřeny hodnoty okolo 150 MB/s a při kopírování mezi disky serverového stroje až 300 MB/s.

Pro srovnání Microsoft sestavil technologii JBOD s 24 disky SSD, která dosáhla výkonu 12 GB/s a 1,45 milionu IOPS.

Read IO thread	bytes	I/Os	MiB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev	file
0	13312000	1625	0.21	27.08	57.668	59.840	e:\testfile.dat (50MiB)
1	13492224	1647	0.21	27.45	57.221	54.833	e:\testfile.dat (50MiB)
2	13041664	1592	0.21	26.53	57.463	41.638	e:\testfile.dat (50MiB)
3	13484032	1646	0.21	27.43	57.285	57.467	e:\testfile.dat (50MiB)
total:	53329920	6510	0.85	108.50	57.408	53.977	

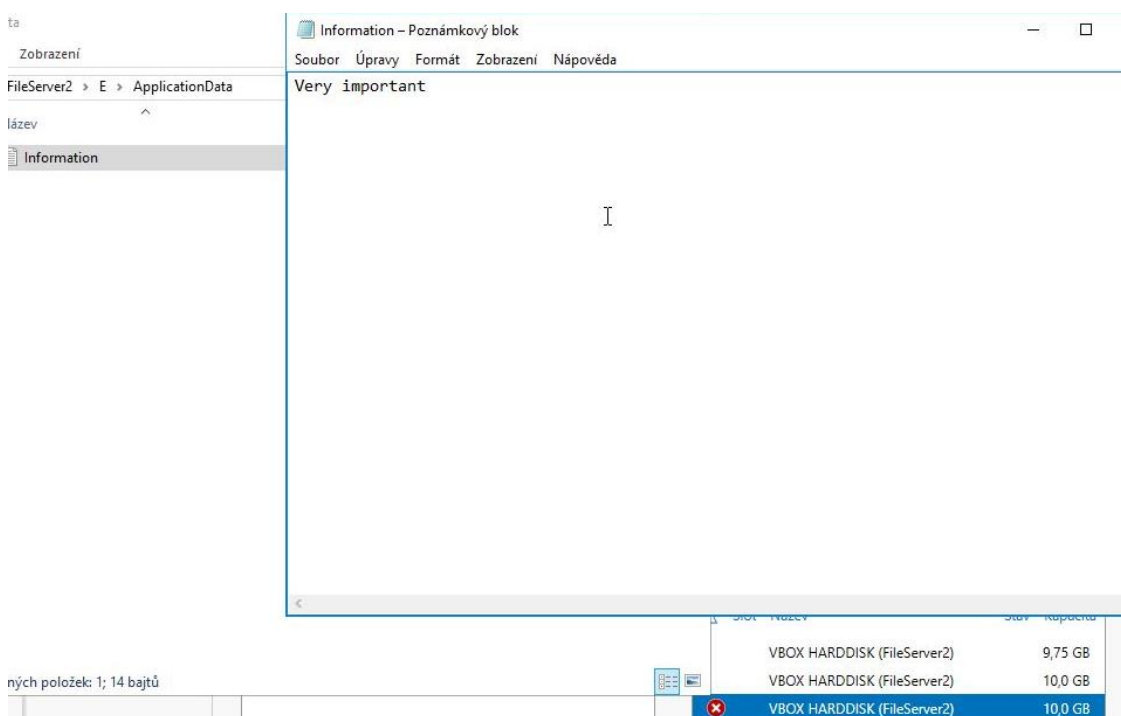
  

Write IO thread	bytes	I/Os	MiB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev	file
0	5783552	706	0.09	11.77	37.304	34.047	e:\testfile.dat (50MiB)
1	6037504	737	0.10	12.28	34.948	32.549	e:\testfile.dat (50MiB)
2	5529600	675	0.09	11.25	42.271	70.696	e:\testfile.dat (50MiB)
3	5783552	706	0.09	11.77	36.382	37.704	e:\testfile.dat (50MiB)
total:	23134208	2824	0.37	47.07	37.645	46.084	

**Obr. 10 Testování disku úložiště.**

Zdroj: Vlastní zpracování. [6]

Při druhém testu byl na úložišti WS 2016ISCSI odpojen jeden disk. Nedošlo k žádnému omezení služeb, žádná data nebyla ztracena a po připojení náhradního disku proběhl zápis zálohy zrcadlených dat na nově připojený disk. Viz. Obr. 11.

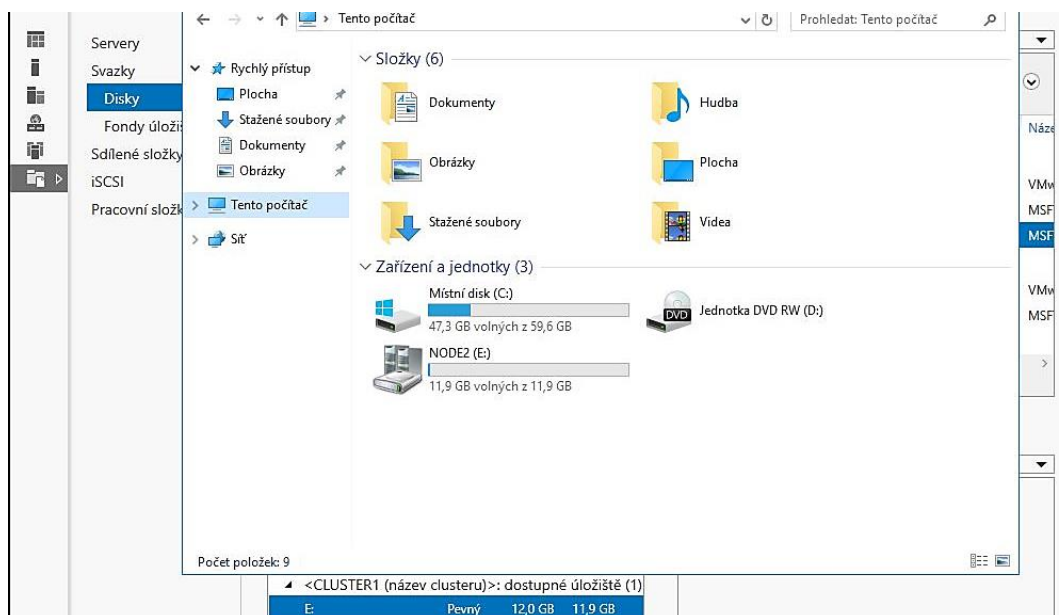


**Obr. 11 Odpojení disku a dostupnost dat.**

Zdroj: Vlastní zpracování. [6]

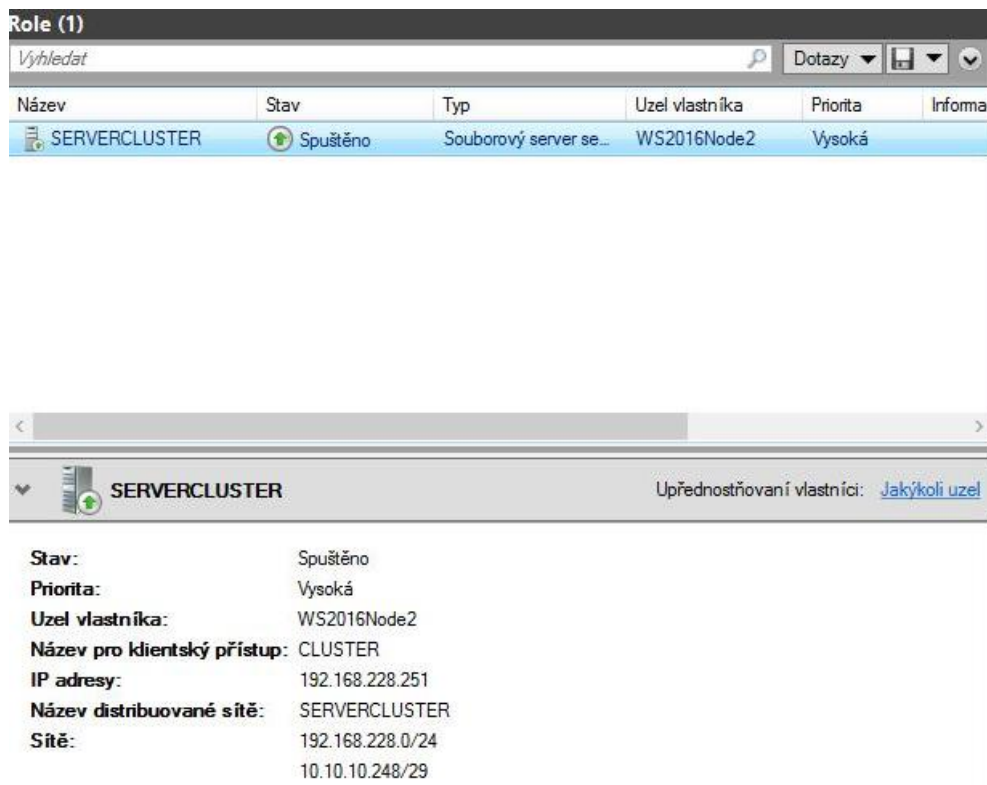
Při posledním testu byl vypnut server WS2016\_1. Data byla okamžitě přístupná prostřednictvím WS2016\_2, na který byl přesunut uzel clusteru. Na

klientském počítači nebyl tento výpadek nijak zaznamenán. Na WS2016\_2 se sdílený disk E přepnul do režimu online viz. Obr. 12, 13.



**Obr. 12 Přesouvání disku mezi uzly clusteru.**

Zdroj: Vlastní zpracování. [6]



**Obr. 13 Server aktuálně na uzlu 2.**

Zdroj: Vlastní zpracování. [6]



## 9 Závěry a doporučení

Tato bakalářská práce byla sepsána zejména za účelem ujednocení informací potřebných k vytvoření vysoce dostupného úložiště pro aplikační data prostřednictvím souborových služeb Windows Server 2016 v rámci firemního IT oddělení. A aby poskytla ucelený návod pro implementaci a otestování těchto služeb. Teoretická východiska jsou sepsána v teoretické části a praktická část pak poskytuje návod na implementaci. Následně byly provedeny základní testy zaměřeny na rychlost a dostupnost úložiště.

Zásadní vliv na naměřené hodnoty při testování rychlosti přenosu dat bylo použití virtualizované prostředí. Při testování dostupnosti toto prostředí nemělo na výsledek vliv. Toto prostředí lze doporučit pro použití zejména v rámci výběru a testování před samotnou implementací infrastruktury v rámci daného podniku.

Použité testy dokázaly, že rychlost přenosu dat je pro aplikační data dostačující. Dále bylo ověřeno, že i přes výpadek pevného disku nedošlo k přerušení přístupu k datům a po připojení nového disku byla tato data opět replikována na vložený disk. Dále bylo provedeno odpojení jednoho serveru. Z testu vyplynulo, že funkce clusteru poskytují dostatečné zabezpečení dostupnosti dat. Při výpadku serveru tak nedošlo k omezení. Z toho vyplývá že data jsou přístupná prostřednictvím vzdáleného přístupu a uložena na zabezpečeném úložišti. Windows Server poskytuje veškeré služby pro bezpečné, vysoce dostupné úložiště a lze jej doporučit bez ohledu na cenu. Dostupnost dat je tímto způsobem zabezpečena na 99 %. Jediným bodem, který může vést k selhání při přístupu k datům je v tomto návrhu řešení přepínač, který propojuje klienta se servery clusteru. Tento přepínač není zapojen redundantně a při selhání způsobí nedostupnost dat. Dále je zde riziko selhání úložiště, které není v tomto návrhu řešeno replikací, což vyžaduje další sadu serverů v jiné lokalitě. Implementace dále dokázala, že lze provozovat kompletní serverové řešení ve virtuálním prostředí, což dále zvyšuje dostupnost a efektivní využití výpočetního výkonu i s ohledem nižší spotřeby energie.

Práce by se dala dále rozšířit nasazením replikace na další sadu serverů a znásobením zabezpečení dat pomocí dalšího zálohování v rámci jiné lokality. V dalším studiu by bylo vhodné vyzkoušet implementaci infrastruktury a nastavení

serverových služeb v rámci požadavků konkrétního podniku na reálném serveru. Dále by bylo vhodné spočítat, zda se pro danou firmu spíše vyplatí nákup hotového řešení jako služby, nebo provozovat vlastní servery a IT oddělení.

## 10 Seznam použité literatury

- [1] PARKHILL, Douglas F., The Challenge of the Computer Utility. Boston: Addison-Wesley Pub. Co., 1966. ISBN 0201057204.
- [2] MAHMOOD, Zaigham, ed. Cloud Computing. 1. Springer International Publishing: Springer International Publishing Švýcarsko, 2014. ISBN 978-3-319-10530-7.
- [3] McCABE, John. Introducing Windows Server 2016. Redmond, Washington: Microsoft, 2016. ISBN 978-0-7356-9774-4.
- [4] MINASI, Mark. Mastering Windows server 2012 R2. Indianapolis, Indiana: Sybex, 2014. ISBN 978-1-118-28942-6.
- [5] Resources and Tools for IT Professionals | TechNet. Object moved [online]. Copyright © 2018 Microsoft [cit. 10.04.2018]. Dostupné z: <https://technet.microsoft.com/en-us/ms376608>.
- [6] MICROSOFT. Windows Server 2016 Datacenter Update 1709 Intel [software]. 27 březen 2018.
- [7] TULLOCH, Mitch. Introducing Windows Server 2012 R2. Redmond, Washington: Microsoft, 2013. ISBN 978-0-7356-8278-8.
- [8] NEGUS, Chris a Christine. BRESNAHAN. Linux bible. 8th ed. Indianapolis IN: Wiley, c2012. ISBN 978-1118218549.
- [9] STANEK, William R. Microsoft Windows server 2012 inside out. Redmond, Wash.: Microsoft Press, c2013. ISBN 978-0-7356-6631-3.
- [10] CHOUBEY, Manoj a Saraubh SINGHAL. IT Infrastructure and Management. New Delhi, India: Dorling Kindersley, 2012. ISBN 978-81-317-6721-4.
- [11] Přehled distribucí Linuxu, jaký Linux si vybrat? Linux pro začátečníky i pokročilé – Linux E X P R E S. Linux E X P R E S [online]. Copyright © 2018 CCB, spol. s r. o., všechna práva vyhrazena. [cit. 03.04.2018]. Dostupné z: <https://www.linuxexpres.cz/jaky-linux-si-vybrat>.
- [12] STANEK, William R. Microsoft Windows Server 2012: kapesní rádce administrátora. Přeložil Jiří HUF. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-3817-5.
- [13] ARRIETA-SALINAS, Itziar, José ARMENDÁRIZ-IÑIGO, José JUÁREZ-RODRÍGUEZ a José GONZÁLEZ DE MENDÍVIL. An implementation of a replicated file server supporting the crash-recovery failure model. Journal of Supercomputing [online]. 2012, 59(1), 156-202 [cit. 2018-07-02]. DOI: 10.1007/s11227-010-0431-1. ISSN 09208542.

- [14]SMITH, Roderick W. Linux ve světě Windows: průvodce administrátora heterogenních sítí. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1470-1.
- [15]PRICE, Brad. Active Directory: optimální postupy a řešení problémů. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0602-0.
- [16]RUSSEL, Charlie a Sharon CRAWFORD. Microsoft Windows Server 2008 Velký průvodce administrátora. Brno: Computer Press, 2009. Administrace (Computer Press). ISBN 978-80-251-2115-3.
- [17]CLINES, Steve. a Marcia. LOUGHRY. Active directory for dummies. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley Pub., c2008. ISBN 978-0-470-28720-0.
- [18]RANKIN, Kyle. a Benjamin Mako HILL. The official Ubuntu server book. Third edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2014. ISBN 978-0-13-301753-3.
- [19]Virtualization Guide: openSUSE Leap 15 [online]. Cambridge MA 02141: SUSE, 2018 [cit. 11. 7. 2018]. Dostupné z: [https://doc.opensuse.org/documentation/leap/virtualization/book.virt\\_color\\_en.pdf](https://doc.opensuse.org/documentation/leap/virtualization/book.virt_color_en.pdf).
- [20]NEGUS, Chris a Christine. BRESNAHAN. Linux bible. 8th ed. Indianapolis IN: Wiley, c2012. ISBN 978-1118218549.
- [21]OpenStack Summit Videos: Open infrastructure talks from the OpenStack Summit conferences. *Open source software for creating private and public clouds*. [online]. [cit. 03. 08. 2018]. Dostupné z: <https://www.openstack.org/videos/vancouver-2015/high-availability-and-resiliency-testing-strategies-for-openstack-clouds>.

## Zadání bakalářské práce

**Autor:** Josef Janda

**Studium:** I1500481

**Studijní program:** B1802 Aplikovaná informatika

**Studijní obor:** Aplikovaná informatika

**Název bakalářské práce:** **Windows Server jako souborový server a jeho pokročilé funkce pro aplikační data**

**Název bakalářské práce AJ:** Windows Server as a file server and its advanced features for application data

### Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cílem práce je analyzovat pokročilé funkce souborového serveru v operačním systému Windows Server 2016 a jeho využití pro aplikační data. Teoretická část práce se zabývá popisem jednotlivých technologií v souborovém serveru ve Windows Server 2016 a v rámci praktické části student tyto technologie otestuje. Osnova: 1) Úvod, 2) Souborové služby ve Windows Server 2016 a typy možností ukládání dat, 3) Vysoká dostupnost dat a aplikací, 4) Atributy výkonnosti souborových serverů a principy testování, 5) Porovnání řešení Windows s Linux a NAS řešeními, 6) Implementace souborových služeb na Windows Server 2016, 7) Testování výkonnosti a dostupnosti, 8) Analýza výsledků, 9) Závěr

McCABE, John. Introducing Windows Server 2016. Redmond, Washington: Microsoft, 2016. ISBN 978-0-7356-9774-4 TULLOCH, Mitch. Introducing Windows Server 2012 R2. Redmond, Washington: Microsoft, 2013. ISBN 978-0-7356-8278-8 STANEK, William R. Microsoft Windows Server 2012: kapesní rádce administrátora. Přeložil Jiří HUF. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-3817-5 OLZAK, Thomas. a Ken. MAJORS. Microsoft virtualization: master Microsoft server, desktop, application, and presentation virtualization. Boston: Syngress/Elsevier, c2010. ISBN 978-1-59749-431-1 MINASI, Mark. Mastering Windows server 2012 R2. Indianapolis, Indiana: Sybex, 2014. ISBN 978-1-118-28942-6 PANEK, Will. MCSA Windows server 2016 Study Guide: exam 70-740. Indianapolis, IN: John Wiley, 2017. ISBN 978-1119359340 CERLING, Tim. Mastering Microsoft virtualization. Indianapolis, Ind.: Wiley Pub., c2010. ISBN 978-0-470-44958-5 BUCHANAN, Steve., GASSER, Dieter a ERSKINE Samuel. Microsoft System Center 2016 Service Manager Cookbook - Second Edition, Packt Publishing, Limited, 2017. ISBN 9781786464897 Cybersecurity Tools. CIS Center for Internet Security [online]. Copyright ? 2017 [cit. 03.10.2017]. Dostupné z: [https://technet.microsoft.com/en-us/ms376608](https://www.cisecurity.org/cybersecurity-tools/ Resources and Tools for IT Professionals | TechNet. Object moved [online]. Copyright ? 2017 Microsoft [cit. 03.10.2017]. Dostupné z: <a href=)

**Garantující pracoviště:** Katedra informačních technologií,  
Fakulta informatiky a managementu

**Vedoucí práce:** Ing. Luboš Mercl

**Oponent:** Ing. David Šec

**Datum zadání závěrečné práce:** 21.10.2014