

Západočeská univerzita v Plzni

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

DISKOVÁ POLE
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ladislav Kulatý

Plzeň, 2012

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 20. března 2012

.....
vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval Dr. Ing. Jiřímu Tomanovi za věcné připomínky a rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	DISKOVÁ POLE OBECNĚ	3
2.1	POJEM DISKOVÉ POLE	3
2.2	POŽADAVKY	4
3	METODY UKLÁDÁNÍ A ČTENÍ DAT – RAID	5
3.1	RAID-0	5
3.2	RAID-1	6
3.3	RAID-2	7
3.4	RAID-3	8
3.5	RAID-4	8
3.6	RAID-5	9
3.7	RAID-6	10
3.8	RAID-10	10
3.9	RAID-0+1	11
3.10	RAID REŽIMY V PRAXI	12
4	OCHRANA A ZABEZPEČENÍ	13
4.1	HARDWAROVÁ OCHRANA	13
4.2	SOFTWAREOVÁ OCHRANA	14
5	ZPŮSOBY PŘÍSTUPU K DISKOVÉMU POLI	16
5.1	DAS	16
5.2	NAS	17
5.3	SAN	19
6	KOMUNIKACE S DISKOVÝM POLEM	23
6.1	SCSI	23
6.2	FIBRE CHANNEL	24
6.3	ISCSI	25
6.4	SAS	25
7	PRAKTICKÁ ANALÝZA ZVOLENÉHO PŘÍSTUPU K POLI	27
8	ZÁVĚR	37
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	38
10	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	39
11	RESUMÉ	41

1 ÚVOD

Dnes si většina lidí ani neuvědomuje, jak jsou disková pole důležitou a neocenitelnou součástí našich životů. V současné době žijeme v tzv. „době internetové“ a přestože si to mnoho lidí nechce přiznat, je celý internet nedílnou součástí života každého z nás. Ačkoli se pro mnohé uživatele internetu zdá být pojem diskové pole zbytečnou frází, neuvědomují si, že využití této technologie naleznou od okamžiku návštěvy své oblíbené internetové stránky, po připojení k sociální síti a v neposlední řadě při sledování online televizního přenosu. V těchto okamžicích vstupují do role disková pole, která ochotně všechna potřebná data poskytují.

S pokrokem v oblasti vývoje výpočetní techniky jsou počítače adekvátně veřejností více využívány. Je zajímavé sledovat vývoj, a jak se za posledních několik let datová úložiště mění. Neustále se přechází na nové technologie a od jiných se naopak ustupuje. Kapacita se již nepočítá v kilobytech nýbrž v terabytech, přenosová rychlost přešla z kilobytů za sekundu na gigabyty za sekundu atd. Nabízí se otázka, kde se nachází onen technologický vrchol, a kdy budeme na naše současné kapacity koukat již jen s úsměvem.

Tato bakalářská práce má za úkol vytvořit přehled o využívaných technologiích a mechanismech, které jsou součástí běžného diskového pole. Práce je náročností a rozsahem mířena především na osoby, které se sice výpočetní technice věnují, ale o činnosti datových úložišť nemají povědomí. Práce je rozdělena do šesti kapitol.

První kapitola charakterizuje, co vlastně pojem diskové pole znamená, jaká se zde vyskytuje problematika, a co všechno se od diskového pole vyžaduje. Následující kapitola se zabývá způsoby ukládání a čtení dat. Kapitola je tvořena všemi dnes dostupnými způsoby čtení a zápisu, a také informacemi o nejvíce používaných v praxi. Následující kapitola se věnuje citlivému tématu bezpečnosti dat. Jsou zde uvedeny činnosti nejpoužívanějších mechanismů v oblasti ochrany a bezpečnosti dat. V pořadí čtvrtá kapitola se zabývá způsoby přístupu k diskovému poli. Spolu se zmíněnými principy jsou součástí kapitoly také jednoduchá schémata, které pomohou snáze pochopit jednotlivé topologie. Pátá část se zabývá technologiemi pro komunikaci s diskovým polem. Zde jsou shrnuty vlastnosti, parametry, výhody a nevýhody jednotlivých možností. Poslední kapitola analyzuje přístup k diskovému poli, které je k dispozici na

Pedagogické fakultě Západočeské univerzity v Plzni. Je zde prezentována práce s profesionálním softwarem určeným ke správě diskového pole.

2 DISKOVÁ POLE OBECNĚ

2.1 POJEM DISKOVÉ POLE

Malé interní diskové pole si dnes ve svém počítači může dovolit zřídit téměř každý. Prakticky postačí alespoň dva pevné disky a vhodný RAID řadič (o RAID řadičích ještě později). Při dnešních velmi nízkých cenách SATA¹ disků, je to technologie dostupná a velmi přínosná.

Ve své práci se zabývám diskovými poli jakožto externími zařízeními, která komunikují se serverem² nebo přímo s klientem³. Fyzicky je diskové pole tvořeno několika pevnými disky, které jsou vzájemně propojené a pracují v různých režimech. Pro server i klienty se poté celé externí zařízení tváří jako jeden jediný disk. Takové zařízení může mít i vlastní operační systém, který řídí správný chod disků.

Důvody pro zřízení diskového pole jsou jasné. V dnešní době vysokorychlostního internetu je nutné mít bezpečně uskladněné vysoké množství dat s možností přístupu z více počítačů najednou a odkudkoli. Malé diskové pole lze tak efektivně využít i v běžných domácnostech.

Jednoznačně největší a nejčastější využití diskových polí je ve společnostech a velkých korporacích. V tomto sektoru jde zásadním způsobem o bezpečnost dat. Jde především o takovou úroveň bezpečnosti, kterou by samotný disk nikdy nebyl schopen zajistit. Dále také požadavek na datový prostor každý rok rychle roste, disková pole jsou k tomu přizpůsobená, a zajišťují vysokou datovou kapacitu se snadnou rozšiřitelností do dalších let. Navíc zde bývá dostupná i technologie na odstraňování duplikovaných souborů, která bezesporu pomáhá efektivně řídit datový prostor. Spolu se zvyšující se kapacitou diskových polí roste nutnost správně a efektivně data ukládat. Některá disková pole dokážou často využívaná data automaticky ukládat na dražší rychlé disky a data málo využívaná ukládat na pomalejší disky s vyšší kapacitou a nižší cenou.

Diskové pole nabízí daleko vyšší výkonnost při čtení a zápisu, což je zejména během zálohy dat zásadní parametr. Společnost také může výhodně využívat pole jako

¹ SATA – Serial ATA. Moderní diskové rozhraní, které nahrazuje starší paralelní rozhraní ATA.

² Server je vzdálený počítač poskytující nějakou službu.

³ Klient je označení pro počítač využívající služby běžící v serveru.

centralizovaný prvek s několika možnostmi přístupu. Oproti většímu množství malých decentralizovaných úložišť se tak zásadně sníží požadavky na software, na odbornou obsluhu a na provozní náklady. V centralizovaném úložišti existuje i výhoda neomezeného přístupu k poli. Pomocí moderních optických technologií lze více takových úložišť propojit na vzdálenost několika kilometrů a data synchronizovat⁴. Tyto fakta vnášejí na pořizované diskového pole určitě požadavky.

2.2 POŽADAVKY

Zatímco v minulosti byla hlavním problémem diskových polí (i u disků jako takových) nízká kapacita, resp. cena za jednotku kapacity, dnes je problémem spíše rychlost a bezpečnost. Priorita požadavků se může lišit podle konkrétní situace. Obecně hlavními požadavky jsou:

- výkon (rychlost čtení/zápisu)
- zabezpečení dat
- spolehlivost
- dostatečná kapacita a snadné rozšíření kapacity
- softwarová kompatibilita
- hardwarová kompatibilita se stávajícím zařízením
- cena

⁴ Aktualizovat a sjednotit data na všech úložných zařízeních najednou.

3 METODY UKLÁDÁNÍ A ČTENÍ DAT – RAID

Mluvíme-li o diskových polích, je nutné zmínit technologii RAID, která je se storage technologií⁵ úzce spojena. RAID dokáže spojit několik disků (počet není určen) za účelem zvýšení výkonu, kapacity a bezpečnosti systému. K tomu většinou využívá redundanci (nadbytečnost) jednoho nebo více disků, díky tomu lze dosáhnout různých vlastností diskového pole. RAID je pro každé diskové pole zásadní, protože díky tomu, se chová diskové pole tak, jak se od něj požaduje. RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) byl popsán v roce 1988 a byl určen ke spojení více levných (inexpensive) disků za dosažením potřebných parametrů. Slovíčko „levných“ naznačovalo použití jiných (levnějších) disků než jsou klasické SCSI⁶ disky, které byly v té době velmi drahé a rozšířené spíše u velkých společností. Díky postupnému snižování cen to dnes již není pravda a je možné vidět definici RAID jako Redundant Array of Independent Disks (1). Technologie RAID pracuje v několika základních rozdílných režimech, další režimy mohou být jejich kombinací. Hlavní myšlenkou je využití redundantního disku, který plní funkci ochrany dat. Pomocí redundance lze efektivněji ukládat data, s tím je spojena i cena systému, nebo zajistit výkonnější systém při stávajících finančních možnostech. Nelze přesně určit, který režim je lepší, protože každý je vhodné použít v jiné situaci. V původní práci z roku 1988 bylo popsáno 5 variant RAID polí. Později vzniklo ještě zapojení RAID-6, a také RAID-0, který se od původní myšlenky značně liší. Liší se tím, že zapojení neobsahuje žádný redundantní disk. V současné době rozlišujeme tedy 7 základních RAID režimů. Jak již bylo řečeno, mnohé režimy je výhodné kombinovat.

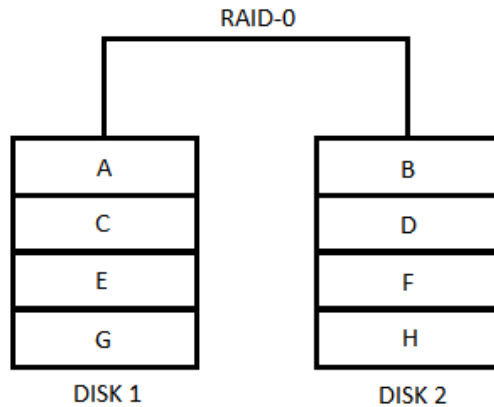
3.1 RAID-0

RAID-0 neboli „proužkování“ (*Striping*) vznikne spojením dvou a více disků. V tomto režimu se data zapisují střídavě na všechny disky v zapojení, tím získáme výrazné zvýšení rychlosti zápisu do celého systému. Celková rychlost by teoreticky byla n násobkem původní rychlosti jednoho disku, kde n znamená počet disků ve spojení. Čtení z RAID-0 probíhá také velmi rychle, protože se data čtou ze všech disků najednou. Největšími výhodami toho režimu je tedy rychlost zápisu a čtení, jednoduchost (s tím je spojena cena), a maximální využití kapacit disků. Naopak obrovskou nevýhodou je

⁵ Storage technologie je obecně uznávaný pojem pro technologii zabývající se úložnými zařízeními.

⁶ SCSI je paralelní diskové rozhraní, kterým se připojují výkonné pevné disky.

bezpečnost. Při poruše kteréhokoli disku ve spojení, nenávratně přicházíme o všechna data. (2) Zjednodušeně řečeno je RAID-0 určen k co největšímu zvýšení výkonu systému na úkor bezpečnosti.

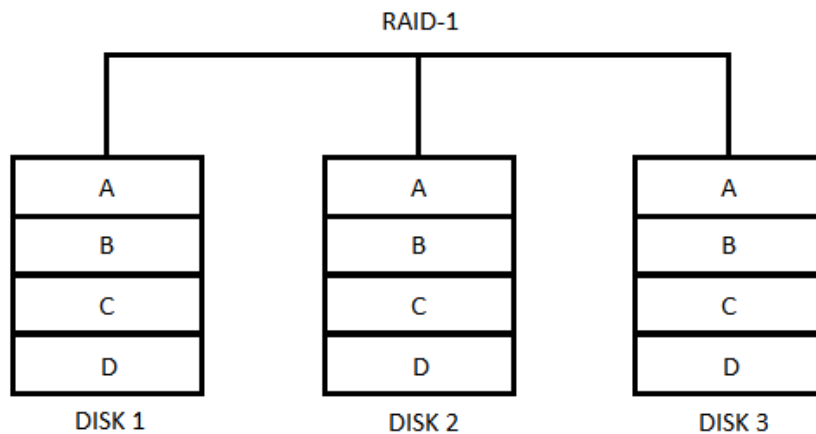


Obrázek 1: Zápis dat v režimu RAID-0. Zdroj: Vlastní tvorba

3.2 RAID-1

RAID-1 neboli zrcadlení (mirroring), je první režim, ve kterém se využívá redundance. Oproti RAIDu-0 je tento režim určen k zajištění co nejvyšší bezpečnosti dat na úkor nižšího výkonu a efektivity. Veškerá data určená k zapsání se úplně přesně a ve stejnou chvíli zapisují (zrcadlí) na všechny disky zapojené do systému. Výsledná kapacita systému je proto rovna kapacitě jednoho disku. Při 100% zatížení během zápisu je možné, že celkový výkon je nižší než při zápisu na 1. disk, ovšem při běžném zatížení systému by neměla být rychlost zápisu nižší než u 1. samostatného disku. Hlavní výhodou tohoto režimu se projeví, když některý z disků přestane fungovat (porucha). V tomto případě je možné disk snadno vyměnit za nový, data se na disk automaticky doplní. Během tohoto obnovování rychlost zápisu a čtení logicky klesá, protože je systém zatížen obnovou. Čím více disků je v zapojení použito, tím více je systém odolný proti několikanásobným výpadkům ve stejnou chvíli.

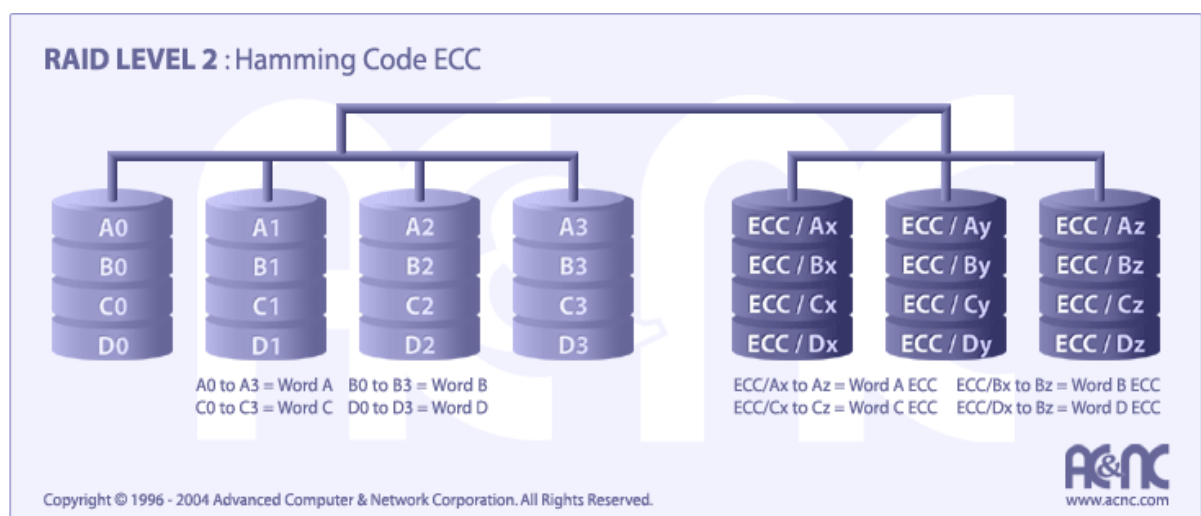
(2) (3)



Obrázek 2: Zápisi dat v režimu RAID-1. Zdroj: Vlastní tvorba

3.3 RAID-2

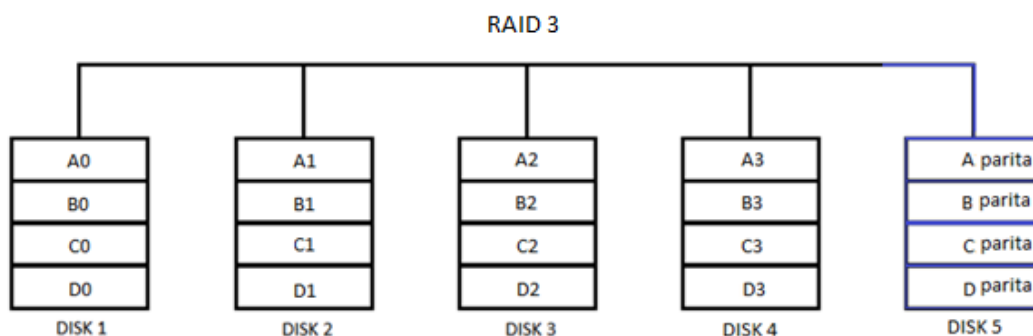
RAID-2 využívá k zápisu dat podobný způsob jako RAID-0. Data se zapisují střídavě na všechny disky v zapojení. Spolu s daty se ještě paralelně zapisují jejich kontrolní součty na redundantní kontrolní disky. Součty probíhají podle Hammingova kódu (ECC – Error Checking and Correction). Počet kontrolních disků závisí na počtu datových disků. Díky kontrolním součtům lze v případě nutnosti data dopočítat. RAID-2 nabízí velmi vysokou propustnost dat, ale v praxi se příliš nevyužívá, protože by konstrukce pole byla dosti složitá a kvůli kontrolním diskům velmi drahá a kapacitně neefektivní, byla by využitelná jen v konkrétních specifických případech. Ani samotné základní desky RAID-2 příliš nepodporují. (2)



Obrázek 3: Zápisi dat v režimu RAID-2. Zdroj: <http://acncsecurity.com/img/raid/illustration/02.gif>

3.4 RAID-3

Toto zapojení je podobné režimu RAID-2, liší se pouze ve způsobu kontrolního součtu a je vhodné pro použití 4. a více disků. Data se zapisují střídavě na všechny disky v zapojení krom toho posledního, který je vyhrazen pouze pro kontrolní součty právě zapsaných dat. Kontrolní součet se provádí pomocí funkce XOR⁷ ($A_0 \text{ xor } A_1 \text{ xor } A_n = A$). Z důvodu neustálých výpočtů kontrolních součtů je tento disk více vytížen a opotřebováván. Zápis dat a jejich kontrolních součtů probíhají ve stejném okamžiku. Tento režim zajišťuje velmi vysokou propustnost dat při čtení i zápisu. Při výpadku kteréhokoli z disků není problém chybějící data dopočítat. Celková kapacita logického disku je rovna součtu objemů kapacit disků v zapojení bez kapacity kontrolního disku. V případě synchronizace dat výkon celého systému klesá a blíží se výkonu systému s jedním diskem. Podobný výsledek také získáme v případě, kdy jsou vyžadovány krátké úseky dat. Velkou výhodou tohoto systému je efektivita datového prostoru. Pro kontrolu a zálohu se využívá pouze jeden disk, zbylé tvoří celkovou kapacitu virtuálního disku. RAID-3 je vhodné využít k práci s grafickými aplikacemi (video, grafika) a jinými aplikacemi vyžadující vysokou propustnost (CAD). Naopak se nehodí do databázového systému (krátké úseky dat).(4)



Obrázek 4: Zápis dat v režimu RAID-3. Zdroj: Vlastní tvorba

3.5 RAID-4

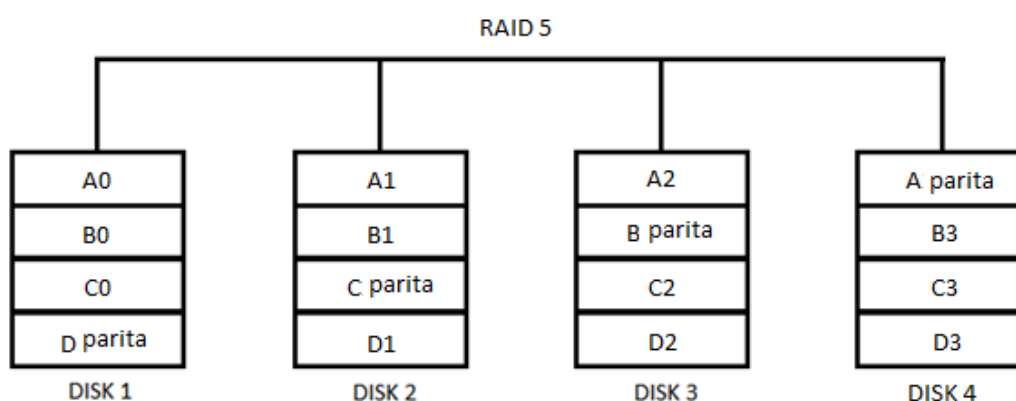
RAID-4 se v zapojení neliší od předchozího RAIDu-3, jedná se o alternativu. Data jsou opět zapisována střídavě na jednotlivé disky. Kontrolní součet se opět provádí na samostatném disku. Rozdíl spočívá pouze ve velikosti datového segmentu na disku. Oproti RAID-3 se předpokládá, že tato velikost bude větší, než je velikost zapisovaného bloku.

⁷ XOR – logická funkce exkluzive OR.

Tento blok se pak запиše do „chlívku“ jako celek, se kterým se také jako celek pracuje. RAID-4 nabízí stejné výhody i nevýhody jako RAID-3, díky jiné velikosti segmentů se tento režim hodí pro čtení velkého počtu malých dat, například databáze.

3.6 RAID-5

Tento režim pracuje také s kontrolními součty typu XOR, stejně jako předchozí dvě varianty, ale s tím rozdílem, že kontrolní součet již není ukládán na samostatný disk, ale je cyklicky rozmísťován na všechny disky v systému, umístění kontrolního součtu se tedy vždy liší. V tom spočívá jedna z výhod oproti RAID-3,4. Disky jsou zatěžovány rovnoměrně a nehrozí zde rychlé opotřebení redundantního disku. Čtení je v tomto případě prováděno velmi rychle, protože se bloky dat i kontrolní součty zapisují střídavě na všechny disky. Zápis dat je v porovnání s předchozími dvěma režimy rychlejší a to z důvodu chybějícího disku, který byl kvůli nutným výpočtům brzdou systému. Z důvodu existence kontrolních součtů zápis nemůže probíhat tak rychle jako u režimů RAID 1 a 0. Tento způsob ukládání dat je velmi náročný na rychlost a velikost cache paměti⁸ jednotlivých disků a při špatném nasazení může dosahovat horších výsledků než při použití jediného disku. Vhodně použití RAID-5 je v situacích, kde jsou datové segmenty větší než zapisované bloky dat⁹. Proto se toto zapojení hodí do serverů a databázových systémů, kde se těší značné oblibě.(2)(4)



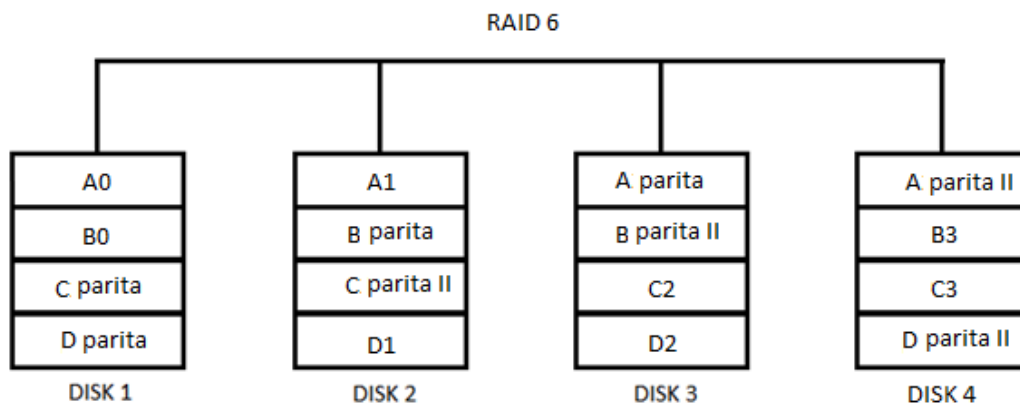
Obrázek 5: Zápis dat v režimu RAID-5. Zdroj: Vlatní tvorba

⁸ Cache paměť je malá a velmi rychlá paměť, kterou má každý pevný disk.

⁹ Velikosti datových segmentů se běžně používají 32 kB – 128kB.

3.7 RAID-6

Jak již bylo zmíněno na počátku kapitoly o RAIDu, tento režim původně popsán nebyl. Důvod pro zapsání toho režimu do „RAID booku“ je spolehlivost. RAID-6 funguje podobně jako předchozí pátá úroveň. Data se opět zapisují střídavě na všechny disky a kontrolní součet je opět cyklicky rozmísťován na všechny disky. Rozdíl je v tom, že se kontrolní součty provádějí dva. Díky tomu je systém odolný proti dvěma výpadkům najednou. Absence druhé kontroly se u RAID-5 projevovala zejména během synchronizace disků. Při výpadku některého z disků a při nepřetržitém vytížení systému může trvat rozsáhlá synchronizace hodiny, při větším množství dat i dny. Během této doby bylo diskové pole kompletně bez ochrany a výpadek dalšího disku znamenal úplnou ztrátu dat. V těchto rizikových situacích je RAID-6 jednoznačně nejspolehlivější a proto se hojně využívá tam, kde je vyžadována maximální bezpečnost dat. Z důvodu výpočtů dvou kontrolních součtů, je zápis na diskové pole nejpomalejší ze všech režimů, ale použití tohoto zapojení s větším počtem disků postupně snižuje význam nízkého výkonu během zápisu. Jako další slabinu lze vnímat náročné výpočty dvou kontrolních součtů, kvůli kterým je vyžadován vysoký výpočetní výkon řídicího systému. Tento režim se doporučuje použít s disky většími než 144GB. (5)(4)

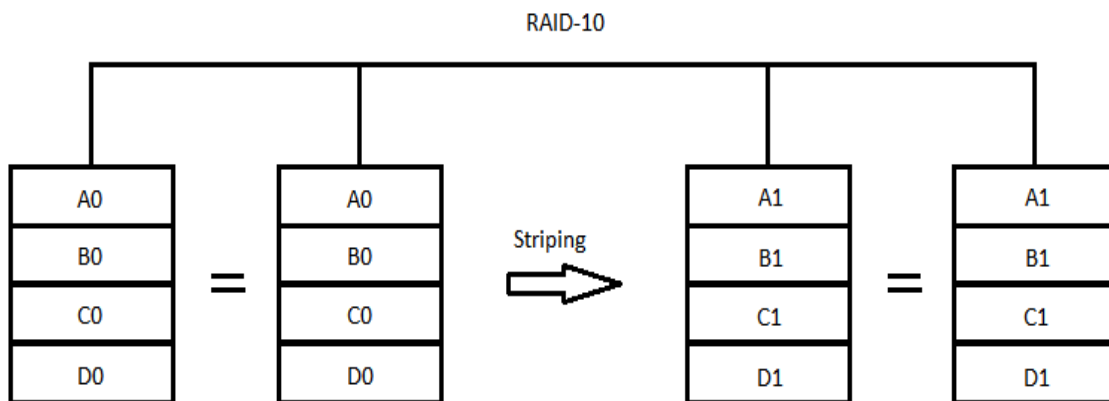


Obrázek 6: Zápis dat v režimu RAID-6. Zdroj: Vlastní tvorba

3.8 RAID-10

Tento režim je často označován jako RAID1+0, je první z „hybridních“ zapojení a kombinuje výhody (také nevýhody) prvních dvou úrovní RAID-0 a 1. Každou větev RAIDu-0 zde tvoří disky zapojené do úrovně RAID-1. Data přiváděná do systému, jsou tedy „proužkována“ a následně zrcadlena jednotlivé disky. Tím získáváme systém s výkonností

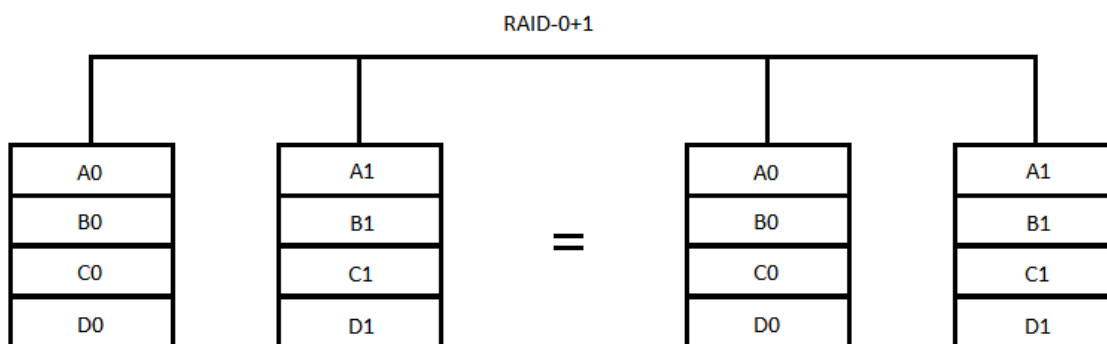
úrovně 0 a zároveň systém s bezpečností úrovně 1. Při výpadku kteréhokoli disku, je snadné data rychle synchronizovat. Nevýhodou tohoto zapojení je stejně jako v RAIDu-1 nízká efektivnost ve využití kapacity všech disků, tím pádem i vysoká cena takového řešení. Proto se tento režim nehodí do rozsáhlých datových center.(4)



Obrázek 7: Zápis dat v režimu RAID-10. Zdroj: Vlastní tvorba

3.9 RAID-0+1

Zde se opět kombinují úrovně RAIDu 0 a 1, ale opačným směrem. Data, která jsou přiváděna do systému, jsou nejprve zrcadlena a poté až „proužkována“. Spíše než tento režim je obecně lepší používat předchozí RAID-10, který sice může být pomalejší, ale nabízí mnohem snadnější a rychlejší obnovu dat při poruše. Při výpadku některého z disku na úrovni RAID0+1 se totiž stává znehodnocená celá „proužkovaná“ větev, ve které může trvat obnovení dat daleko déle než u obnovy v předchozím zapojení. (2)



Obrázek 8: Zápis dat v režimu RAID-0+1. Zdroj: Vlastní tvorba

3.10 RAID REŽIMY V PRAXI

Stejně jako v předchozím případě, existuje ještě několik dalších „hybridních“ zapojení, které se ovšem příliš nevyužívají, nebo se využívají jen ve velmi specifických oblastech. Takové režimy jsou například RAID-53, 50, 30, 7.

V menších diskových polích, zejména pro domácí využití nebo pro malé firmy, se velmi často využívá režim RAID-1, popř. RAID-10, kterými je možné zajistit vysokou spolehlivost i při použití malého počtu disků. U větších profesionálních diskových polí s daleko většími kapacitami se využívá především RAID-5 a RAID-6, které zajišťují vysokou spolehlivost při zachování, nebo navýšení, výkonnosti a při relativně nízkých finančních nákladech na redundanci.

Diskové pole využívané na Pedagogické fakultě se jmenuje NetApp FAS2020, tvoří jej dvanáct SATA disků o velikosti 500GB a obsahuje dva nezávislé řadiče RAID, RAID-6 a RAID-4.

4 OCHRANA A ZABEZPEČENÍ

Ochrana dat v úložišti je zcela jistě jedním z nejdůležitějších činností diskového pole. Společnosti jsou na svých datech závislé, a kdyby došlo ke ztrátě dat, mohlo by to mít pro společnost fatální následky. Ve společnostech, které mají v diskovém poli opravdu důležitá data, probíhá záloha dat denně. Mezi nejčastější příčiny ztráty dat patří:

- Nechtěné smazání – lidský faktor tvoří naprostou většinu ztráty dat
- Chyba softwaru a OS
- Různé druhy malware
- Hardwarová porucha
- Úmyslná ztráta dat – sabotáž
- Neočekávaná katastrofa – požár, povodeň, zemětřesení...

Samotná záloha může probíhat několika způsoby, ale téměř vždy je určitým způsobem závislá na nějakém prvku v systému, buď na výpočetním výkonu, nebo například na kapacitě úložiště. To je také důvod, proč se může při návrhu úložného systému tento údaj lišit v závislosti na ceně. Záloha dat se provádí zpravidla mimo pracovní hodiny nebo v dobách, kdy je připojeno co nejméně klientů (například v noci), a to z toho důvodu, aby se co nejméně zatěžovala síť i samotné diskové pole. Z hlediska principu můžeme rozdělit ochranu dat na hardwarovou a softwarovou.

4.1 HARDWAROVÁ OCHRANA

Primární hardwarová ochrana je tvořená zvolenou úrovní RAID (výjimka je RAID 0). Jak již bylo vysvětleno v kapitole o RAID, správně zvolená úroveň je klíčem k úspěchu. Pomocí RAIDu můžeme vytvořit několikanásobnou ochranu dat proti hardwarové poruše. Ztrátu dat způsobenou nechtěným smazáním RAID samozřejmě nevyřeší.

Další typ hardwarové ochrany dat je záloha na nějaké medium. K tomuto účelu se dají využít optické disky, pevné disky, ale v profesionální sféře se častěji využívají pásková média neboli technika D2T (data to tape). Pásková media stále ještě zaručují nejdelší „trvanlivost“ zapsaných dat a nejlepší poměr ceny za jednotku kapacity. Páskový stroj bývá přímo propojen s diskovým polem, takže záloha na páskové médium může probíhat

automaticky prostřednictvím obslužného programu. Výhodou toho řešení je také skutečnost, že během zálohování se nezatěžuje síť, jak tomu může být v případě některého ze softwarového řešení. Nevýhodou je pomalejší záloha a obnova dat. Z těchto důvodů se v některých případech může využívat technika D2D2T (Data to disk to type). V tomto případě se data nejprve zapisují na přídatný disk, který slouží jako jakási vyrovnávací paměť, a z disku se poté zapisují na pásku požadovanou rychlostí. (6)

4.2 SOFTWAREVÁ OCHRANA

Nejčastější softwarová ochrana probíhá prostřednictvím tzv. snapshotů. Snapshot není kompletní záloha všech dat, jedná se pouze o informace, které definují, jak se originální data změnila k danému okamžiku. Snapshot je tedy závislý na originálních datech. Princip zálohy je takový, že originální data jsou sice relativně velká, ale části, které se mění, jsou mnohem menší, tudíž se snažíme zálohovat pouze jednotlivé změny. Z toho důvodu snapshot nezabírá tolik místa, časová náročnost je oproti zálohování originálů také menší a při jeho obnovení rychle získáme data, která byla například omylem smazána. Ovšem obnovit smazaná úplně originální data tedy snapshot nedokáže. Jak již bylo řečeno, snapshot v sobě ukrývá změněné části dat ale také odkazy na originální bloky dat, proto lze snapshot „nabídnout“ aplikacím místo originálních dat. Přestože snapshoty nezabírají tolik místa jako originální data, nějaký prostor zaberou, proto je třeba pro ně v diskovém poli ponechat určitou kapacitní rezervu. Jak velkou rezervu závisí na velikosti a množství dat a hlavně na počtu snapshotů, které chceme vytvářet. Záleží samozřejmě na konkrétní situaci a potřebě mít zálohy aktuální. V zálohovacím ovládacím softwaru, je možné si nastavit počet snapshotů a také interval mezi jejich tvořením. Takto je možné naplánovat pravidelnou zálohu. Je třeba mít na mysli, že při větším počtu diskových oddílů a při nízkých časových intervalech se může stát tato operace dosti výkonově i kapacitně náročná, s tím je spojená cena systému, proto se možnosti tvorby snapshotů v jednotlivých úložných systémech liší.

Automatické snapshoty se vytváří nejčastěji metodou Copy-on-write. Přejde-li požadavek na změnu dat, která mají být tímto způsobem zálohována, sledovaná data se snapshotem zálohují a až poté dojde k přepisu dat. Tím máme zajištěnou okamžitou

zálohu dat, ovšem na úkor výkonu, protože je nutné před zahájením editace dat, původní data „vyfotit“.

Další způsob softwarové ochrany je Volume copy (Volume mirror). Zde se již jedná o kompletní zálohu celého oddílu (fyzického i logického). Tento způsob zálohy (i obnovy) je jistě pomalejší než běžné snapshoty, zabírá mnohem více místa, zato zaručuje maximálně shodná data. I v tomto případě je možné si nastavit automatické vytváření kopií. V operačních systémech Windows NT (2003 a výše) se tato služba nazývá Volume Shadow Copy.(7)

Třetím způsobem, jak softwarově chránit data, je Data replicator¹⁰. Toto řešení představuje kompletní zálohu jednotlivých oddílů na vzdálené diskové pole. Obě disková pole musí být samozřejmě touto technologií vybavena a vzájemně kompatibilní. Vzdálená komunikace může probíhat prostřednictvím protokolu IP nebo Fibre Channel¹¹. Výhoda je zde zřejmá, data jsou fyzicky umístěna v úplném jiném diskovém poli, tím je spojena jistá ochrana dat a také možnost mít data přístupná na různých místech. Software, který je výrobcem určen k této službě, často umožňuje využívat i vedlejších služeb spojených s Data replicator, například možnosti synchronizace mezi poli, vytváření bodů obnovy, komprese dat atd. (8)

V kterémkoli způsobu softwarové zálohy je nutné zajistit celistvost dat. Nelze samozřejmě zálohovat data, která se ve stejném okamžiku mění. Z tohoto důvodu je nutné celistvost dat stoprocentně zajistit, jinak by obnovená záloha nebyla funkční. Během vytváření shapshotů si obslužný software dokáže zajistit nepřístupnost k právě používaným datům, ale u rozsáhlejších kompletních záloh to zajistit nelze, proto kvůli zálohám probíhají různé odstávky serverů. Nejúčinnější ochranu dat lze dosáhnout vhodnou kombinací hardwarové i softwarové ochrany, k čemuž také dochází.

¹⁰ Společnosti NetApp toto řešení nazývá SnapMirror.

¹¹ Fibre Channel je moderní transportní technologie, která se ve storage oboru často využívá k propojování jednotlivých úložných zařízení.

5 ZPŮSOBY PŘÍSTUPU K DISKOVÉMU POLI

V současné době můžeme diskové pole připojit do systému několika způsoby, každý z těchto způsobů má nějaké výhody i nevýhody. Vždy záleží na konkrétní situaci a na finančních možnostech společnosti.

5.1 DAS

DAS (Direct Attached Storage) představuje nejzákladnější způsob připojení diskového pole. V tomto případě je diskové pole připojené přímo k serveru, který má jako jediné zařízení přímý přístup do úložiště. Všechny ostatní počítače mají možnost do úložiště přistoupit pouze prostřednictvím serveru. Z toho je na první pohled patrné největší omezení toho systému. Selže-li z nějakého důvodu server, není úložiště přístupné pro nikoho. Dále hrozí přetěžování serveru v závislosti na počtu připojených klientů a s tím může klesat výkonnost systému. Diskové pole mívá zabudovaný příslušný RAID řadič, který se stará o zápis dat, DAS zařízení se poté jeví serveru jako jeden disk. Také je zde možnost za běhu obměňovat¹² pevné disky v případě poruchy. Pevné disky, které se v tomto případě využívají, mohou být typu SATA, SAS¹³, často se také využívají starší SCSI pro svou vyšší výkonnost. K serveru se diskové pole připojuje prostřednictvím rozhraní SCSI, ale lze zajistit i dražší varianty s rychlejším připojením Fibre Channel či iSCSI. Celkový počet DAS zařízení připojených k serveru závisí na možnostech příslušného řadiče v hostitelském systému.

Výhody DAS:

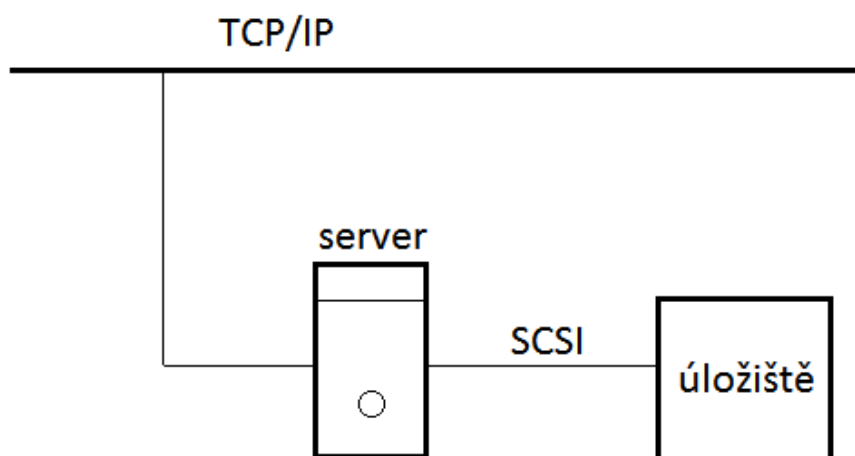
- Jednoduchost
- Cena

Nevýhody DAS:

- Funkční závislost na serveru
- Velmi omezený přístup ze sítě
- Komplikované rozšiřování kapacity

¹² Tzv. Hot Swap

¹³ SAS je sériové rozhraní k připojení moderních výkonných pevných disků.



Obrázek 9: Topologie DAS. Zdroj: Vlastní tvorba

Pro větší společnosti s mnoha počítači a servery, je takovýto způsob připojení nepohodlný, nespolehlivý a neefektivní. Více decentralizovaných systémů zaručuje složitost, nutnost většího množství drahého hardwaru i softwaru, nutnost mít více odborně zaškolených správců atd. Proto se využívají topologie, ve kterých úložiště tvoří centralizovaný prvek v síti, ke kterému se připojuje bez ohledu na server.

5.2 NAS

Jedním z těchto řešení je Network Attached Storage. Toto řešení získává v posledních letech oblibu i v domácnostech a to především kvůli jednoduchosti, praktičnosti a dnes i dostupnosti. NAS je externí diskové pole, které se na rozdíl od DAS připojuje přímo do switchu ethernetové sítě pomocí běžného síťového kabelu. Tím se elegantně vynechá nutnost existence serveru. Velkou výhodou NAS je i snadná rozšiřitelnost kapacity. Potřebujeme-li zvýšit kapacitu celého systému, stačí koupit další NAS diskové pole a připojit ho do sítě. Počet zařízení v síti není nijak omezen. Uvnitř mohou tvořit pole disky typu SATA, SAS, SCSI zapojené to příslušného RAIDu (nebo do několika RAIDů), takže se poté diskové pole jeví jako jeden fyzický disk. I zde je samozřejmě možné obměňovat disky za provozu systému.

Každé NAS zařízení také tvoří NAS hlava, která představuje rozhraní mezi switchem a úložištěm. V této části se nachází procesor, síťové prvky a další řídicí logika diskového pole včetně operačního systému (například Linux), který řídí správný chod pole

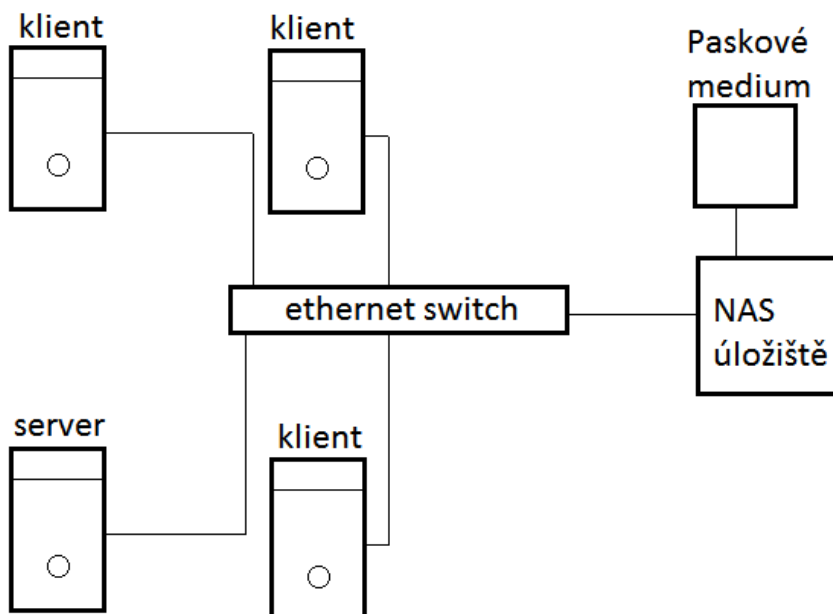
a jiné služby. Po připojení do sítě, můžeme pomocí tohoto operačního systému diskové pole NAS konfigurovat z webového rozhraní. Mezi jiné služby můžeme zařadit například zálohu. Jednou z možných způsobů zálohy je například na páskové medium, které se (jak již bylo uvedeno v kapitole Ochrana a zabezpečení) připojí přímo k diskovému poli a tak může probíhat záloha nezávisle na síti. Další službou může být například FTP server, podpora hostingu, různých skriptů atd. (9)

Výhody NAS:

- Centralizovanost úložného zařízení
- Snadná rozšiřitelnost úložiště
- Snadný backup
- Lze zřídit i levné pole do domácností

Nevýhody NAS:

- Může zatěžovat síť
- Dražší oproti DAS



Obrázek 10: Topologie NAS. Zdroj: Vlastní tvorba

Přímé připojení do sítě představuje největší výhodou tohoto systému. Takovéto úložné zařízení má přidělenou IP adresu v síti, takže je snadné se k němu připojit třeba z internetu. Toto řešení je výhodné pro domácnosti a společnosti s větším počtem serverů a klientů. Ovšem pro opravdu velké firmy může být tento fakt i nevýhodou. Jak již bylo zmíněno, velké firmy jsou závislé na svých datech a tak je pro ně ochrana dat prioritou. Častá záloha do jiného pole spolu se synchronizací a běžným přenosem dat probíhá prostřednictvím celé ethernetové sítě a značně ji tak zatěžuje. Proto nelze toto řešení doporučit do společností s častým přenosem dat a s požadavkem na co nejvyšší výkonnost. Pro takové firmy se více hodí řešení SAN.

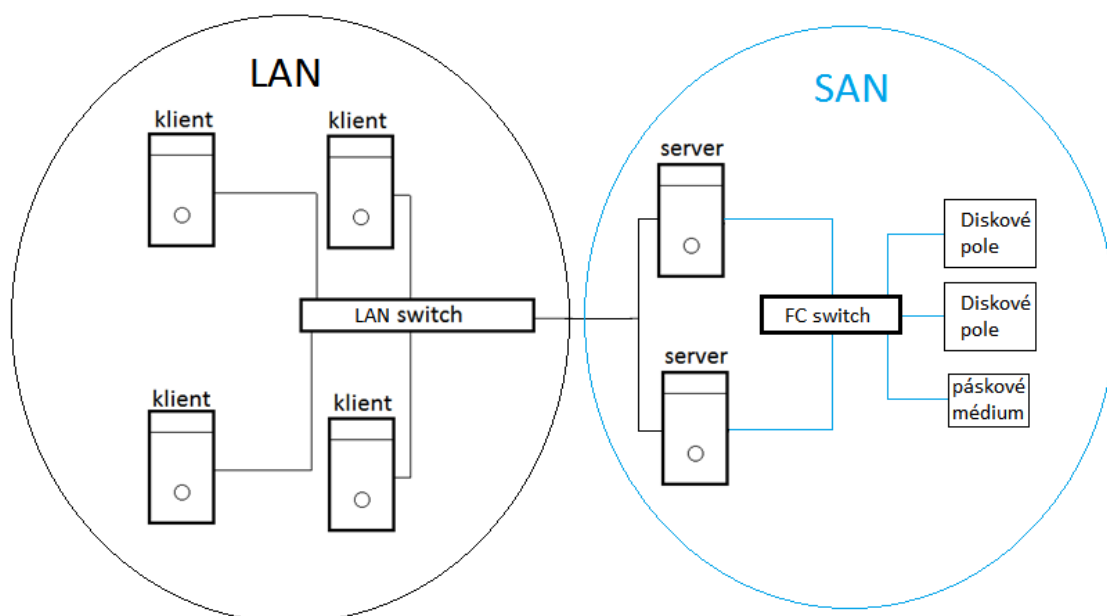


Obrázek 11: Dnešní domácí NAS úložiště.

Zdroj: <http://www.techfresh.net/wp-content/uploads/2010/04/Qnap-TS-559.jpg>

5.3 SAN

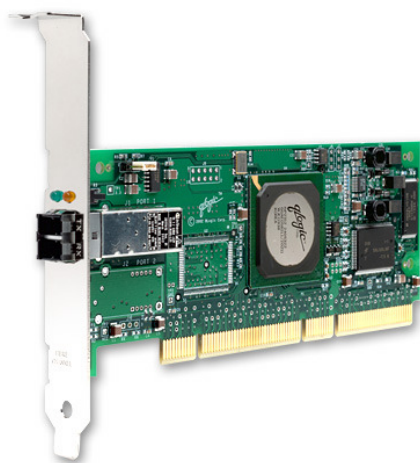
Storage Area Network představuje nejmodernější řešení, které odstraňuje všechny nedostatky předchozích přístupů k poli a výhody vylepšuje. Je dobré si uvědomit, že dnes SAN nekonkuruje a ani nechce vyřadit starší NAS. NAS se prostě přesunul z velkých společností do menších a do domácností, kde skvěle slouží.



Obrázek 12: SAN topologie. Zdroj: Vlastní tvorba

Charakteristickým prvkem SAN je velmi rychlá a plně duplexní¹⁴ samostatná síť úložných zařízení, která pracuje nezávisle na LAN síti, a tudíž jí nezatěžuje ani neovlivňuje. Základní stavební kámen SAN systému jsou Fibre Channel switche (FC switch). FC switche slouží podobně jako ethernetové switche k připojení jednotlivých prvků do sítě. Do tohoto zařízení se tedy připojují úložná zařízení, která zde tvoří tzv. SAN fabric. Dále jsou připojené také servery, které představují jediné spojení s diskovým polem. Veškerý přístup k diskovému poli, a zároveň řízení pole, probíhá tedy prostřednictvím serveru, který tvoří jakousi bránu mezi polem a LAN sítí. Serverů může být najednou připojeno několik. Pro připojení serveru do FC switche, resp. k diskovému poli, je nutné, aby server obsahoval Fibre Channel Host Bus Adapter (HBA). HBA je přídatná síťová karta, která dokáže počítač vybavit Fibre Channel konektivitou.

¹⁴ Komunikace probíhá oboustranně a současně.

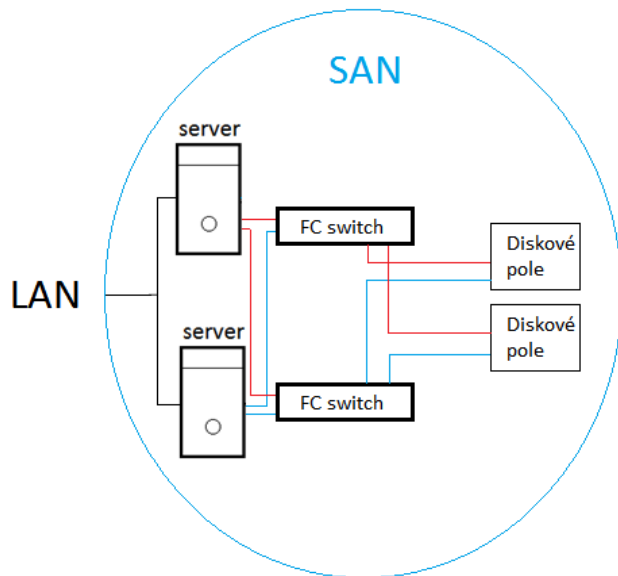


Obrázek 13: HBA adapter do PCI-X.

Zdroj: http://www.boxed.cz/static/product_x_images/000021_1.jpg

Jako primární propojovací technologie slouží Fibre Channel s rychlostí 4Gb/s, ale velmi často se také využívá technologie iSCSI s rychlostí 1Gb/s, která je daleko levnější, ale přesto dokáže využít všech výhod systému SAN. Samotné diskové pole může být tvořeno SAS, Fibre Channel nebo SATA disky. Starší paralelní SCSI je v dnešní době již na ústupu.

SAN je velmi robustní technologie, která dokáže splnit všechny současné požadavky pro práci s diskovým polem. Pomocí Fibre Channel je možné dosahovat maximálních výkonů a vysokých kapacit. Pomocí zálohovacích mechanismů je také možné dosáhnout maximální možné spolehlivosti při zachování výkonnosti. Zde byl hlavní kámen úrazu přístupu NAS, protože během zálohy a obnovy byla velmi výrazně zatěžována LAN síť, to se u SAN nekoná. Dále je také u SAN možné libovolně navyšovat kapacitu pomocí připojování dalších diskových polí do FC switchu. (10)



Obrázek 14: Ochrana dat zdvojením prvků v síti. Zdroj: vlastní tvorba

Požadavek neomezeného přístupu, tzv. 24x365, se zde může realizovat pomocí zdvojení veškerých prvků v síti. Server bude tedy vybaven dvěma HBA kartami, každá bude propojená s jiným FC switchem. Úložná zařízení musí mít také zdvojená propojovací rozhraní, do kterých se připojí jednotlivé FC switche. Tímto kompletním zdvojením je zajištěn přístup k datům i během poruchy kteréhokoli zařízení. (11)

Slabinou tohoto přístupu k diskovému poli je cena. SAN totiž není jen diskové pole, ale kompletní řešení s několika druhy hardwaru. Všechny použité komponenty jsou velmi drahé, a proto si plnohodnotný SAN se všemi možnými výhodami mohou zřídit pouze velké společnosti.

6 KOMUNIKACE S DISKOVÝM POLEM

6.1 SCSI

Ke komunikaci s diskovým existuje několik technologií. Nejstarší, osvědčený a stále ještě leckde využívaný způsob je pomocí SCSI (Small Computer System Interface). Jedná se o paralelní rozhraní, které vzniklo již v roce 1984 původně jako rozhraní k připojení pevných disků. V současné době existuje několik standardů, ten nejčastější je SCSI 320 s rychlostí 320Mb/s ,k dispozici je i SCSI 640, který ovšem není často využíván, protože výrobci úložných zařízení se zaměřují spíše na nějaké novější řešení. Rozhraním SCSI se připojují velmi výkonné serverové vysokootáčkové disky (až 15 000 ot/min) ale také celá externí diskové pole. Aby počítač SCSI podporoval, musí být vybaven SCSI řadičem, který se připojuje do sběrnice PCI-express nebo PCI-X.



Obrázek 15: SCSI řadič do sběrnice PCI-X. Zdroj: <http://eshop.kak.cz/foto/adaptec/7983/big/radic-adaptec-asr-2120s-asr-2120s-bulk-pci-x-64-bit-1x-u.jpg>

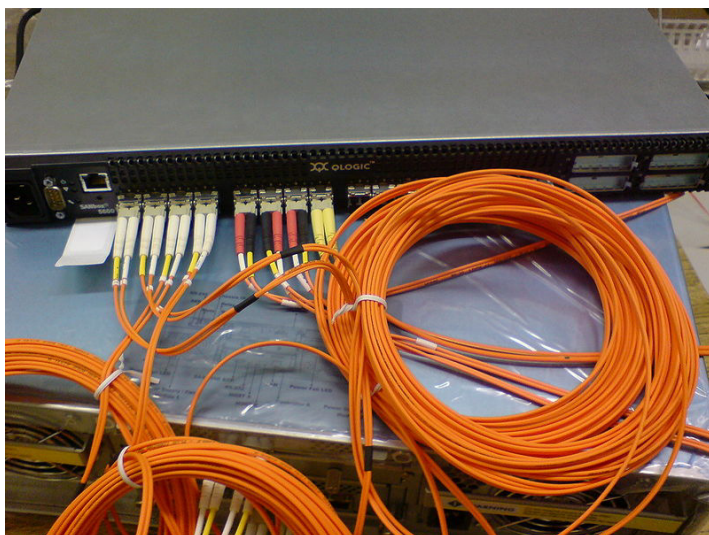
SCSI bylo původně vyvíjeno jako interní rozhraní, kterým je dnes možné připojit až 15 zařízení na jeden kanál (vodič). Pomocí SCSI je i možné komunikovat s celými diskovými poli DAS, ale i zde se přechází k modernějším technologiím jako je Fibre Channel nebo iSCSI¹⁵. V současné době patří mezi hlavní nedostatky nedostatečná přenosová rychlost, omezený počet připojených zařízení a omezení vzdálenosti diskového pole na několik metrů.

¹⁵ iSCSI je transportní technologie využívaná k propojení prvků v síti.

Je důležité vědět, že SCSI není jenom paralelní diskové rozhraní, je to hlavně způsob komunikace a přenosu dat. Protokol SCSI definuje příkazy, které využívají i modernější technologie Fibre Channel, iSCSI, SAS. (12)

6.2 FIBRE CHANNEL

Z důvodu vzniku rozsáhlých datových SAN systémů, se musela také zajistit spolehlivá a rychlá komunikace mezi jednotlivými prvky. Primárně pro tyto systémy byla vyvinuta technologie Fibre Channel. Přestože to je relativně nová technologie, standart byl schválen v roce 1994, stále se zde využívají příkazy postaršího protokolu SCSI. Tyto příkazy, které používá operační systém, se v řadiči HBA¹⁶ převedou na Fibre Channel (respektive Fibre Channel protokol), který slouží jako transportní protokol a kterým se tedy přenáší samotná data. Komunikace probíhá sériově po jednotlivých blocích a nejčastěji prostřednictvím optického kapelu. Díky tomu je možné zajistit komunikaci na vzdálenost až 10 km. Veškerá zařízení jsou připojena samostatných kabelem, tzv. pont to point a jejich počet není omezen. Fibre Channel poskytuje plně duplexní komunikaci s přenosovou rychlostí až 8Gb/s a minimálním zpožděním. V současné době se jedná o nejlepší možnou přenosovou technologii ve storage sektoru, ovšem vysoká výkonnost je zde zajištěna na úkor ceny, která je oproti ostatním technologiím mnohem vyšší.



Obrázek 16: Fibre Channel switch s vodiči. Zdroj: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0d/ML-QLOGICNFCCONN.JPG/800px-ML-QLOGICNFCCONN.JPG>

¹⁶ Host Bus Adapter

6.3 iSCSI

iSCSI neboli *internet Small Computer System Interface* je technologie, která umožňuje posílat klasické SCSI příkazy prostřednictvím ethernetu, resp. pomocí protokolů TCP/IP. Vzhledem k vysoké ceně Fibre Channel systémů je tak iSCSI výrazně levnější alternativa, která stále ještě dokáže plnohodnotně využívat výhod SAN systémů. Komunikace probíhá stejně jako v LAN síti sériově, plně duplexně, a po paketech. Jako propojovací médium se využívá běžně dostupná kroucená dvojlinka (UTP kabel) se standardním konektorem RJ-45, díky tomu je možné efektivně využívat již vybudovanou infrastrukturu, bez potřeby dalších speciálních a drahých řadičů, není ani potřeba přeskolovat správce na jinou technologii. Oproti Fibre Channel se tak používají běžné síťové karty vybavené iSCSI ovladači. Vzhledem k použití relativně běžných komponentů je tak možné vybudovat SAN systém do míst, kde by to s použitím drahého Fibre Channelu nebylo možné.



Obrázek 17: iSCSI switch od firmy Dell. Zdroj: <http://www.dell.com/us/enterprise/p/powerconnect-7024f/pd>

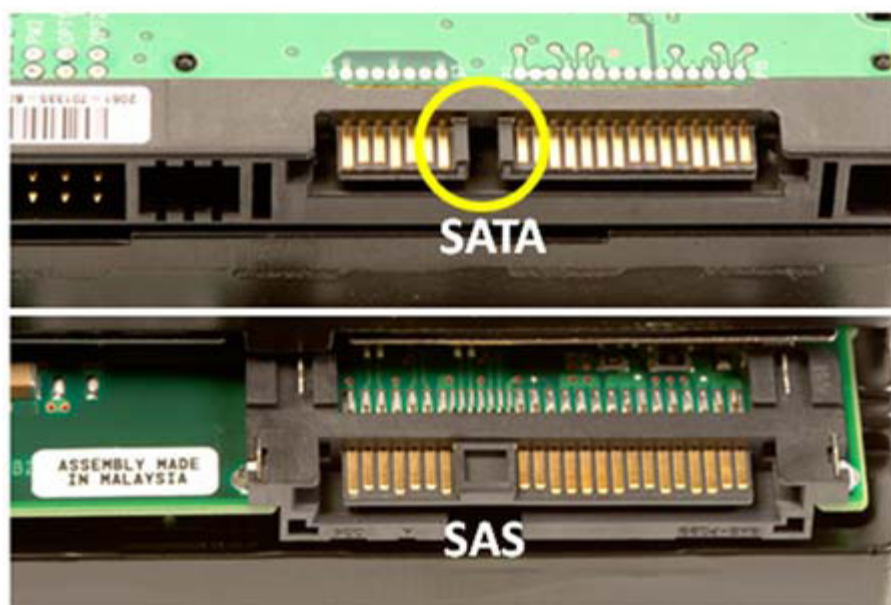
Rychlosti iSCSI závisí na použití konkrétního síťového adaptéru, využívá se tedy gigabitový popř. 10. gigabitový ethernet. Zatímco Fibre Channel jasně rozděluje LAN a SAN sítě jinou technologií, u iSCSI to tak není. iSCSI využívá k vytvoření SAN sítě stejnou technologii, tedy ethernet, proto je možné, že během komunikace v systému mohou vznikat latence. Kvůli použití metalických kabelů zde také platí omezení ve vzdálenosti jednotlivých prvků na 100 metrů, proto se v opravdu velkých podnicích upřednostňuje Fibre Channel.

6.4 SAS

Seriál Attached SCSI opět definuje jak využívat SCSI příkazy a opět se jedná o sériovou podobu komunikace. Zaměření se na sériovou komunikaci je logické, protože při technologickém zvládnutí takového přenosu získáme jednodušší a výrazně levnější přenos.

Tentokrát se jedná o interní rozhraní, kterým se připojují pevné disky uvnitř úložného zařízení a které by mělo v budoucnu úplně vytlačit klasické SCSI disky. Spolu s pomalejšími SATA disky tak tvoří vnitřní strukturu diskového pole.

Stejně jako SATA jsou i SAS disky připojeny point-to-point¹⁷ a se SATA jsou i jednosměrně kompatibilní. Do SATA řadiče není možné připojit SAS disk, dokonce tomu brání i tvar datového konektoru, opačně to však lze. SAS řadič zvládne obsluhu SATA i SAS disků zároveň. To je velmi výhodné, protože SAS disky mají relativně malou kapacitu avšak velmi vysoký výkon. Správnou kombinací těchto technologií tak můžeme sestavit vyvážený systém s vysokou kapacitou i rychlostí.(13)



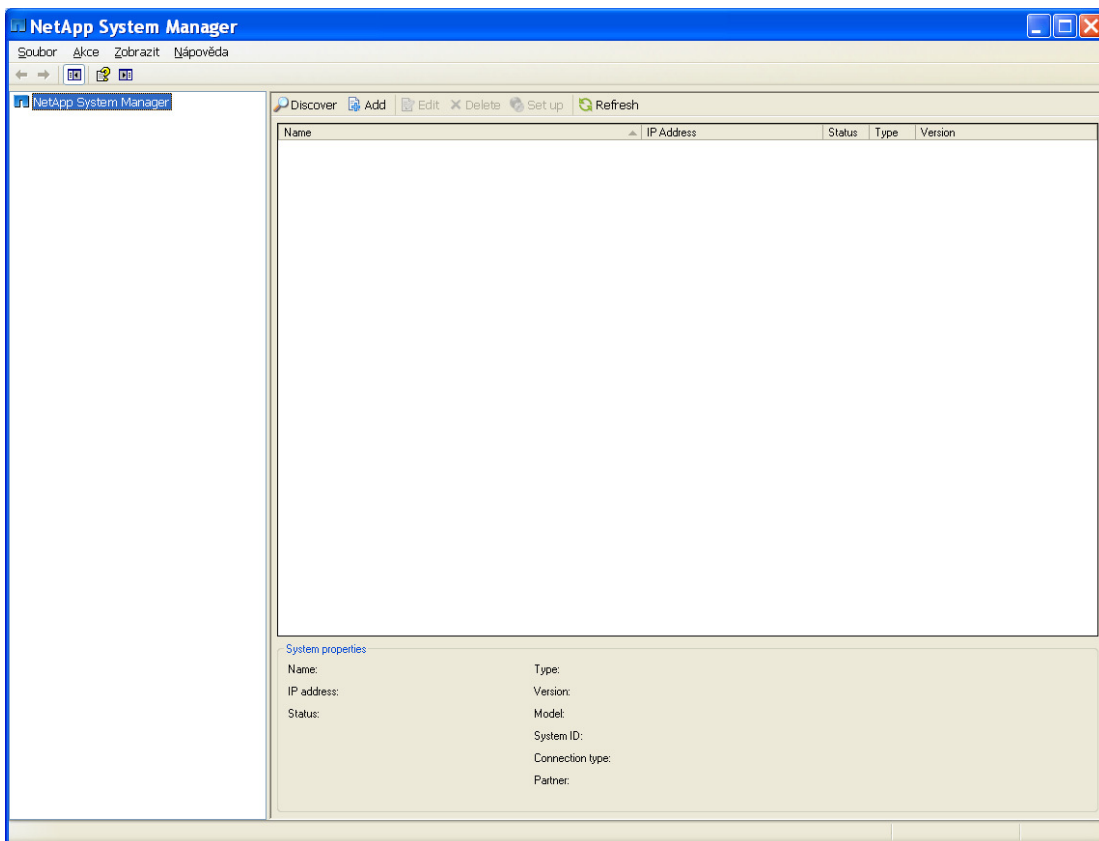
Obrázek 18: SATA a SAS konektory.

Zdroj: <http://www.serialstoragewire.org/images/articles/it24fig1.jpg>

¹⁷ Point-to-point: Každé zařízení je připojené samostatným kabelem.

7 PRAKTICKÁ ANALÝZA ZVOLENÉHO PŘÍSTUPU K POLI

Firma NetApp poskytuje ke správě pokročilého diskového pole NetApp 2020 vlastní software, který se jmenuje NetApp System Manager. Pomocí tohoto programu dokáže správce ovládat a nastavovat pole odkudkoli. K přístupu mu stačí pouze uživatelské jméno a heslo. V této kapitole je ukázáno, jak se s NetApp System Manager pracuje, jak se připojí k diskovému poli a jak se vytvoří nový volume¹⁸ s příslušnými parametry. Na tomto volumu se poté vytvoří sdílený adresář, který bude k dispozici připojovaným uživatelům. K instalaci tohoto softwaru je potřeba počítač s procesorem architektury x86 a operačním systémem Windows nebo Linux. U varianty Windows je potřeba doinstalovat balík .NET Framework 2.0.

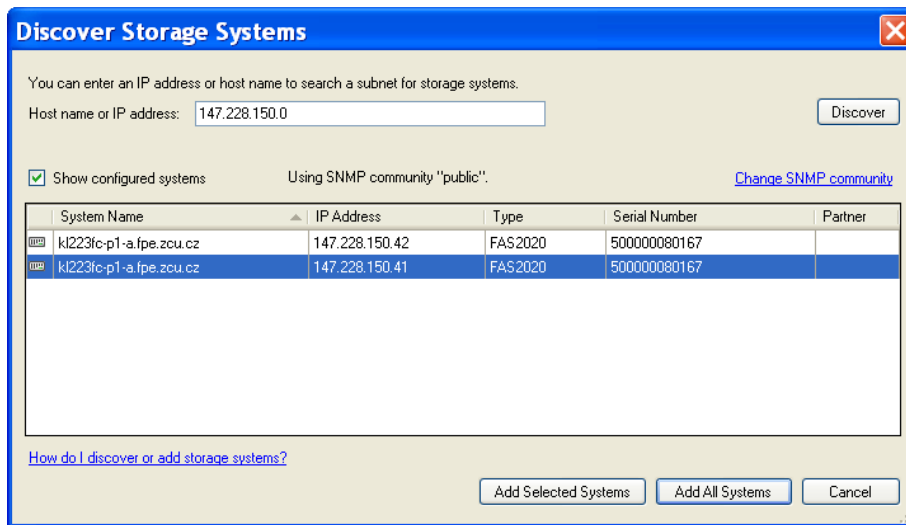


Obrázek 19: Základní obrazovka programu NetApp System Manager

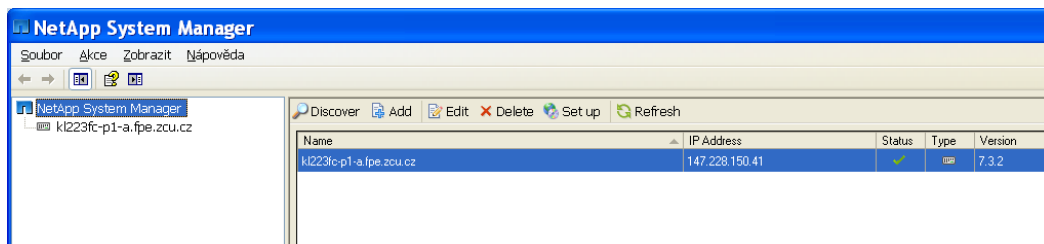
Na Obrázku 19 vidíme základní obrazovku ovládacího programu. Pro připojení k diskovému poli je nutné nejprve pole vyhledat. K tomu slouží tlačítko Discover. V dalším

¹⁸ Volume: Samostatná oblast na disku, ke které je možné přistupovat.

okně je třeba zadat IP adresu sítě, na které se pole nachází. Po zadání IP adresy software pole objeví, viz Obrázek 20.

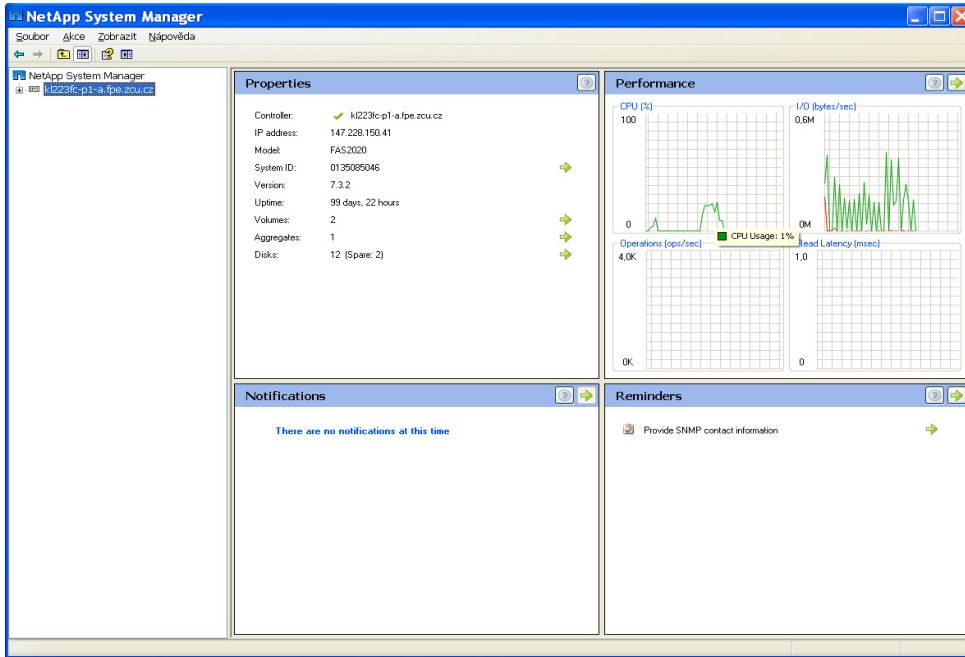


Obrázek 20: Vyhledání a přidání diskového pole



Obrázek 21: Diskové pole je přidáno

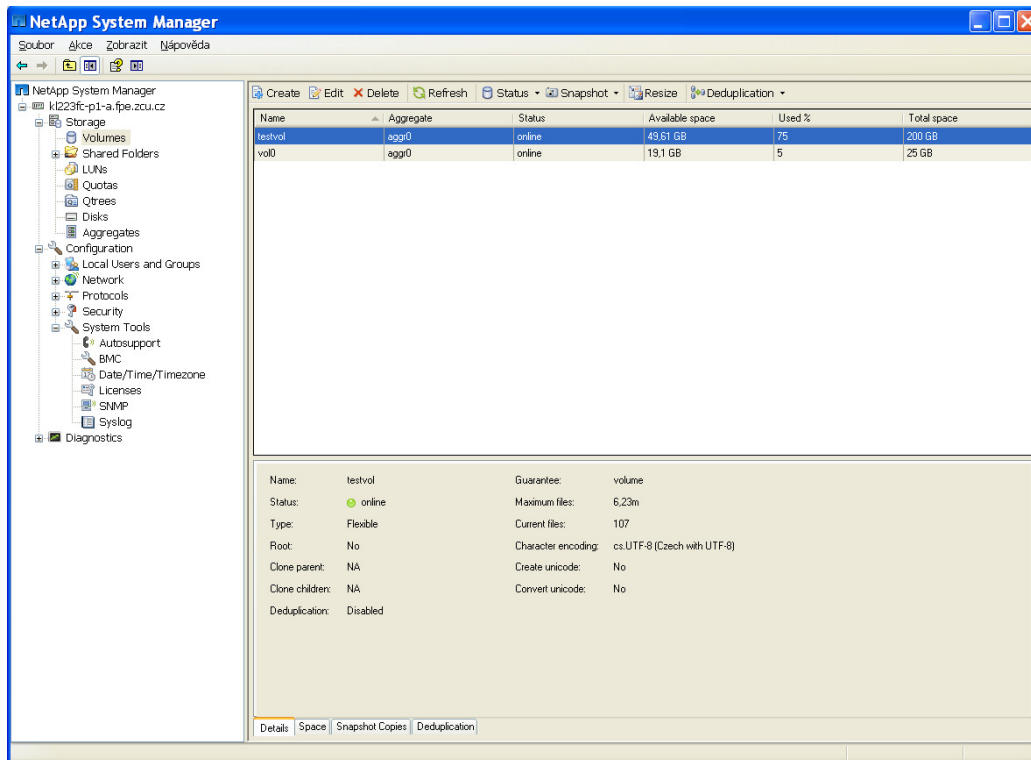
Jakmile je diskové pole vyhledáno a přidáno, je možné se k němu připojit. K tomu je nutné zadat uživatelské jméno a heslo. Ihned po přihlášení k poli jsou vidět vlastnosti diskového pole a také graf, který monitoruje vytížení jednotlivých komponentů.



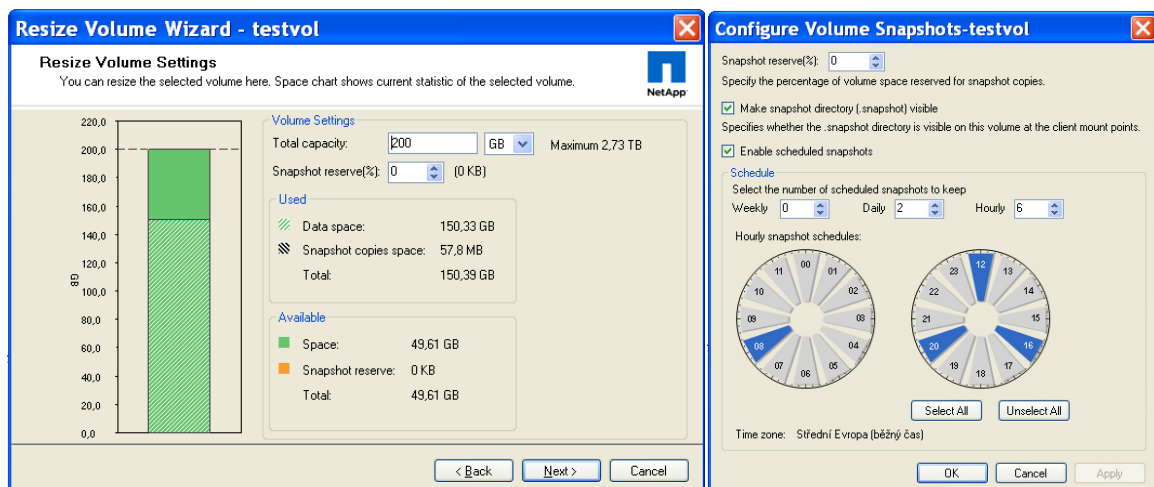
Obrázek 22: Základní náhled na diskové pole

Dále je nám k dispozici celá řada různých nástrojů pro správu. Nás nejvíce zajímá kategorie Storage.

V podskupině Volumes vidíme zrovna existující a používané volumny. Dále zde můžeme velmi podrobně spravovat jednotlivé svazky včetně vytvoření nových. Můžeme zde měnit jejich velikost, sledovat jejich kondici, nastavovat možnosti deduplikace a také definovat možnosti tvorby snapshotů, viz Obrázek 23 a Obrázek 24.

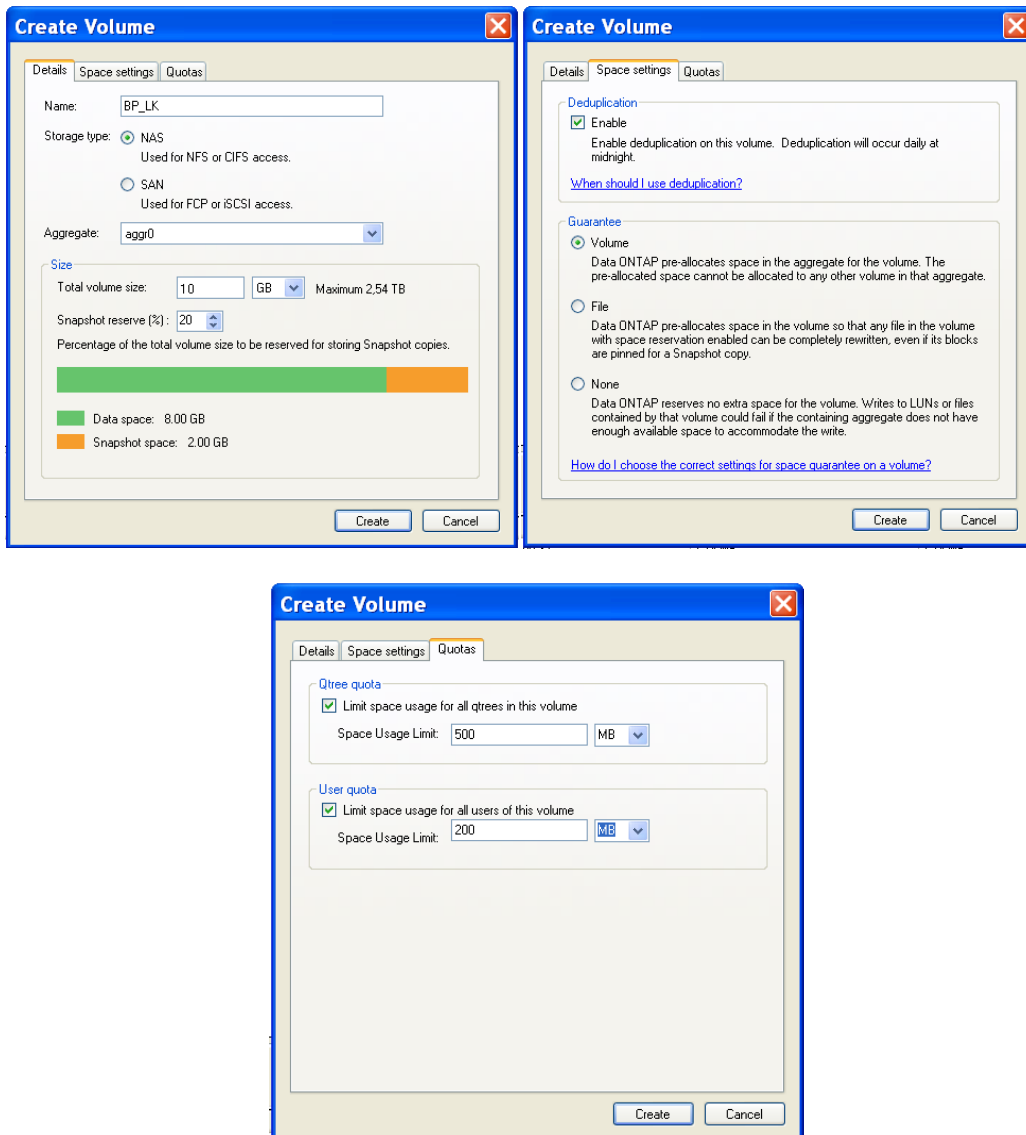


Obrázek 23: Správa volumů



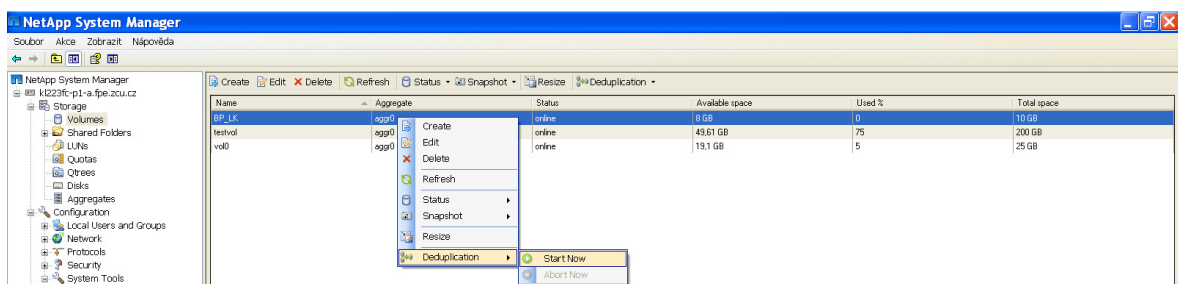
Obrázek 24: Možnosti změny velikosti volumu a tvorby snapshotů

Nás nejvíce zajímá možnost vytvoření nového volumu, viz Obrázek 25. Během tvorby volumu je možné definovat mnoho podrobností. Je zde například možnost zvolit si přístup typu NAS nebo SAN, určit rezervovaný prostor pro snapshoty, aktivovat zmíněnou deduplikaci, definovat kapacitní kvóty pro každého uživatele a další. My jsme si zvolili parametry, které jsou vidět na Obrázku 25.

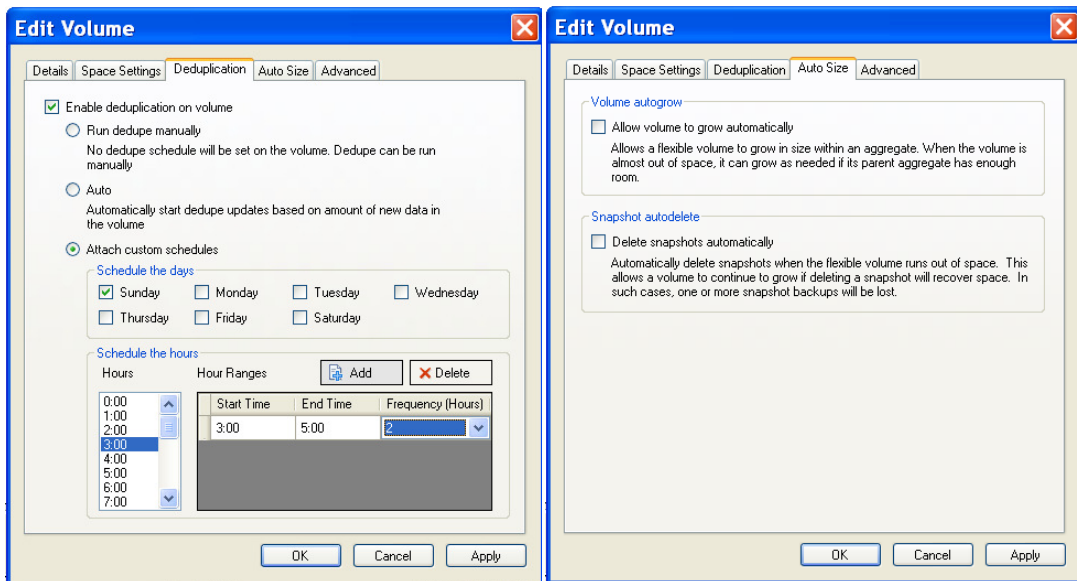


Obrázek 25: Rozšířené možnosti vytvoření nového volumu

Vytvořený svazek se ihned ukáže v seznamu volumů. Po vytvoření je možné svazek dále editovat. Až zde je možné nastavit některé doplňkové funkce, jako například plán automatické deduplikace, automatická změna velikosti volumu, automatické mazání starých snapshotů a další, viz Obrázek 27.

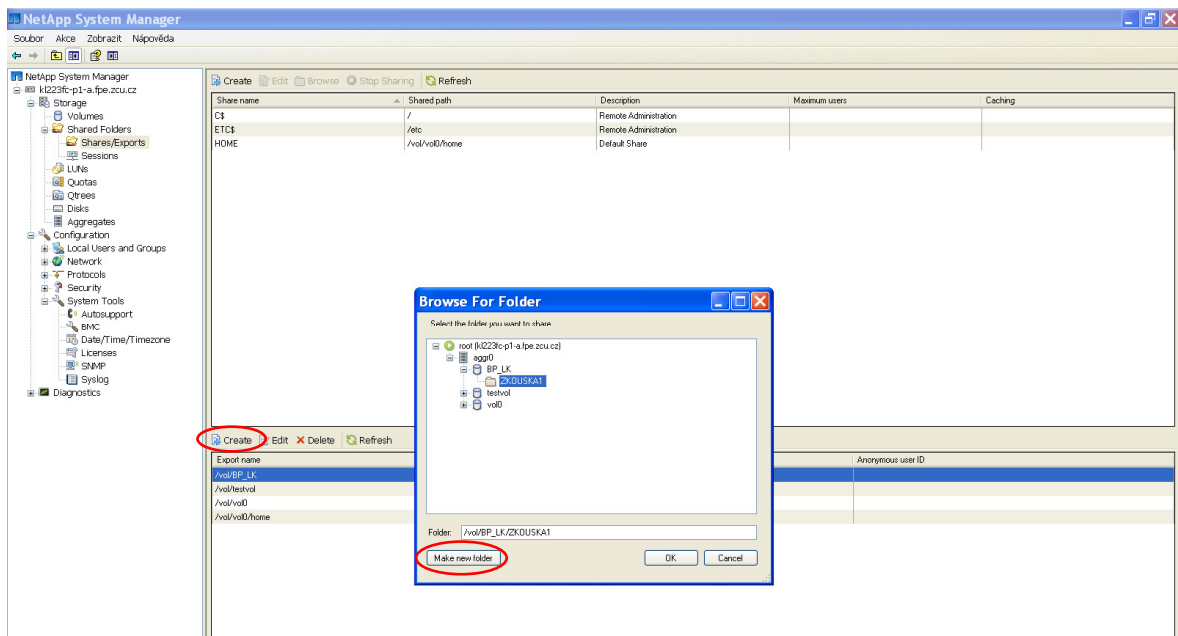


Obrázek 26: Vytvořený volume s možností manuálního startu deduplikace



Obrázek 27: Další nastavení již vytvořeného volumu

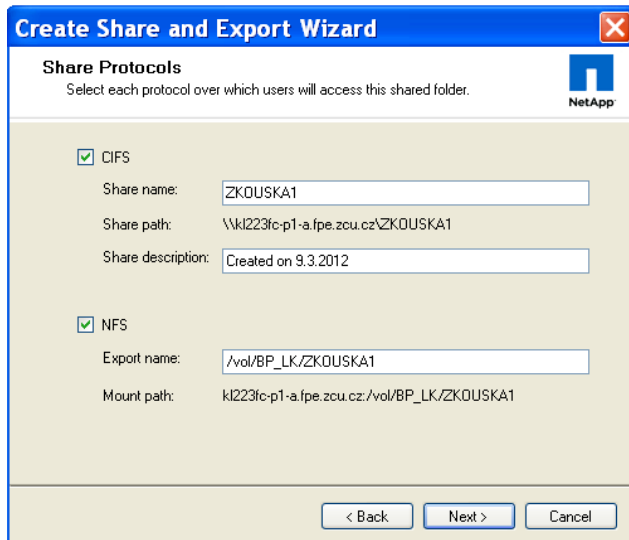
Nyní je již svazek připraven a tak na něm můžeme vytvořit adresář, který bude sdílený a přístupný koncovému uživateli. Správa adresářů se nachází v sekci Shared folders a podskupině Shares/Export. Po kliknutí na tlačítko Create se spustí průvodce sdílením, prostřednictvím kterého si v našem novém volumu vytvoříme nový adresář, který zpřístupníme, viz Obrázek 28.



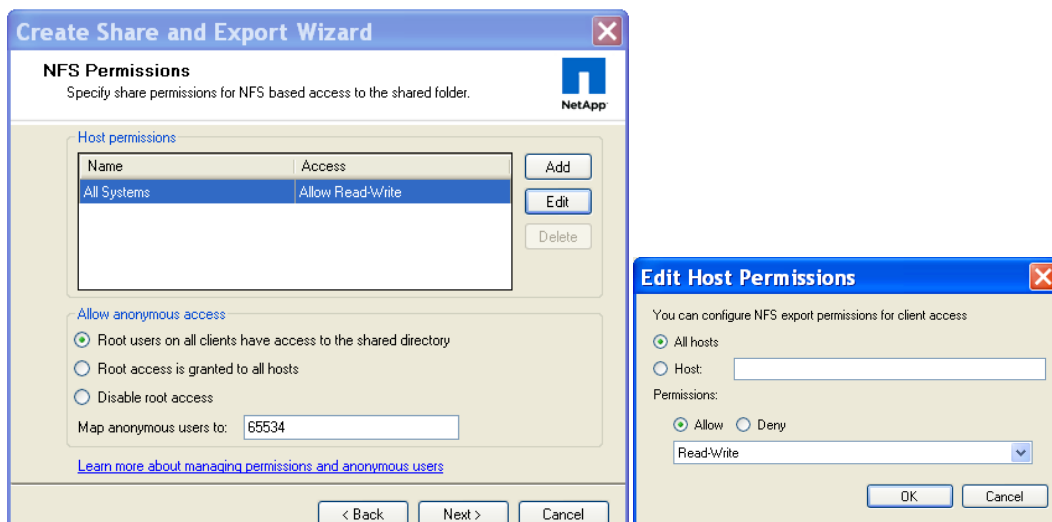
Obrázek 28: Vytvoření sdíleného adresáře

Další krok je zvolení možnosti přístupu k adresáři. Buď formou CIFS, NFS nebo obojím. U každé možnosti je vidět cesta k adresáři daným režimem. Možnost CIFS je

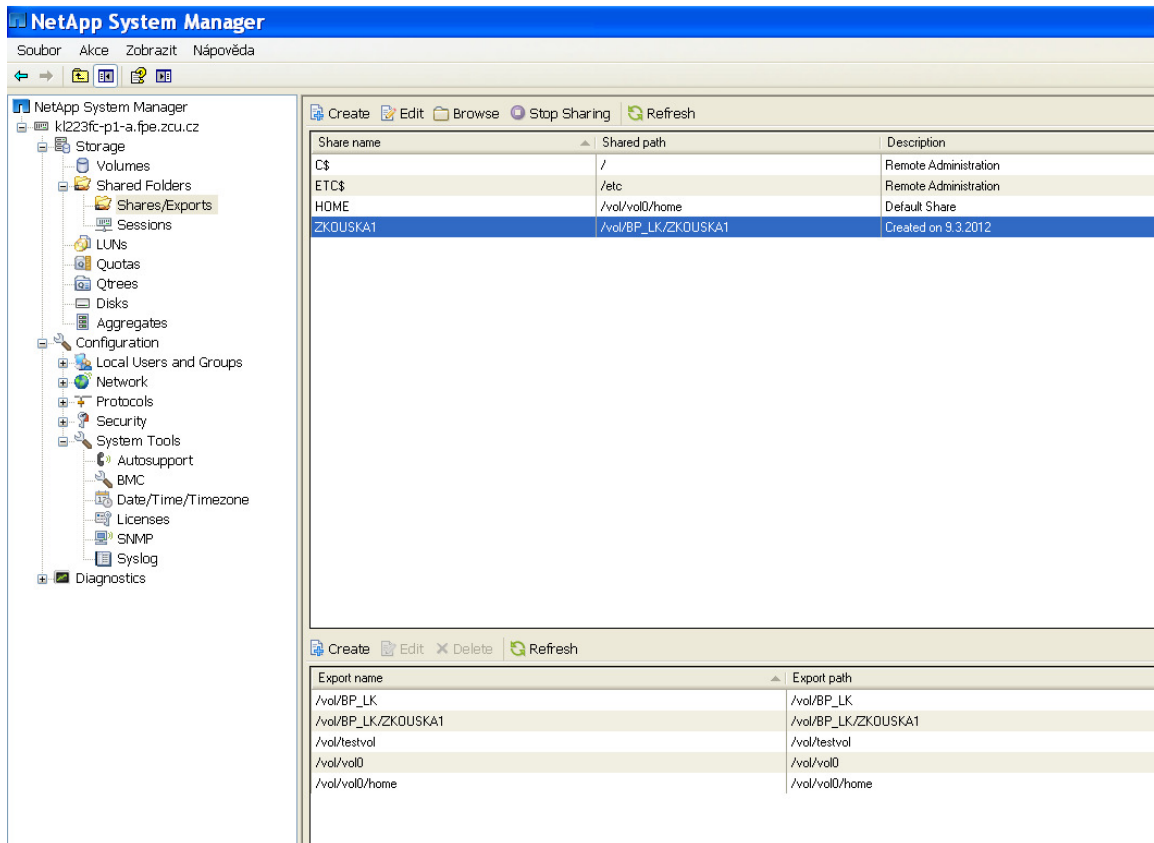
výhodná, protože CIFS je MS Windows nativně podporován. NFS nám zase nabízí rozsáhlejší možnosti přístupových práv. Cesta k adresáři přes CIFS je tedy „\\kl223fc-p1-a.fpe.zcu.cz\ZKOUSKA1“ a přes NFS „kl223fc-p1-a.fpe.zcu.cz/vol/BP_LK/ZKOUSKA1“. Tím je sdílení adresáře hotové.



Obrázek 29: Volba přístupu CIFS/NFS

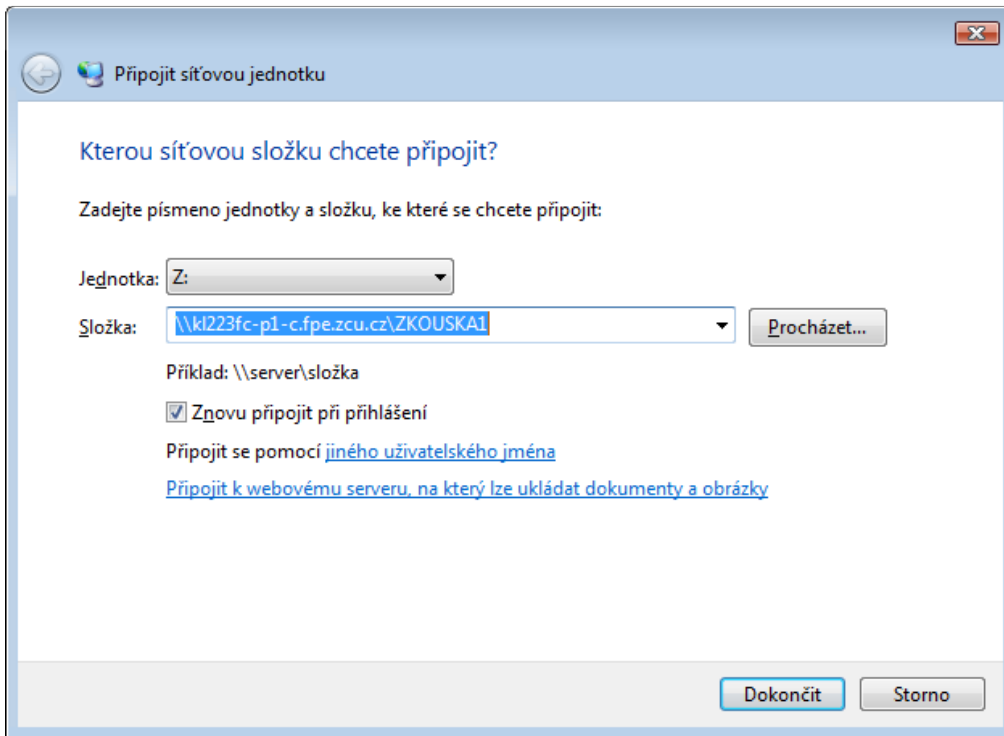


Obrázek 30: Možnosti přístupových práv NFS

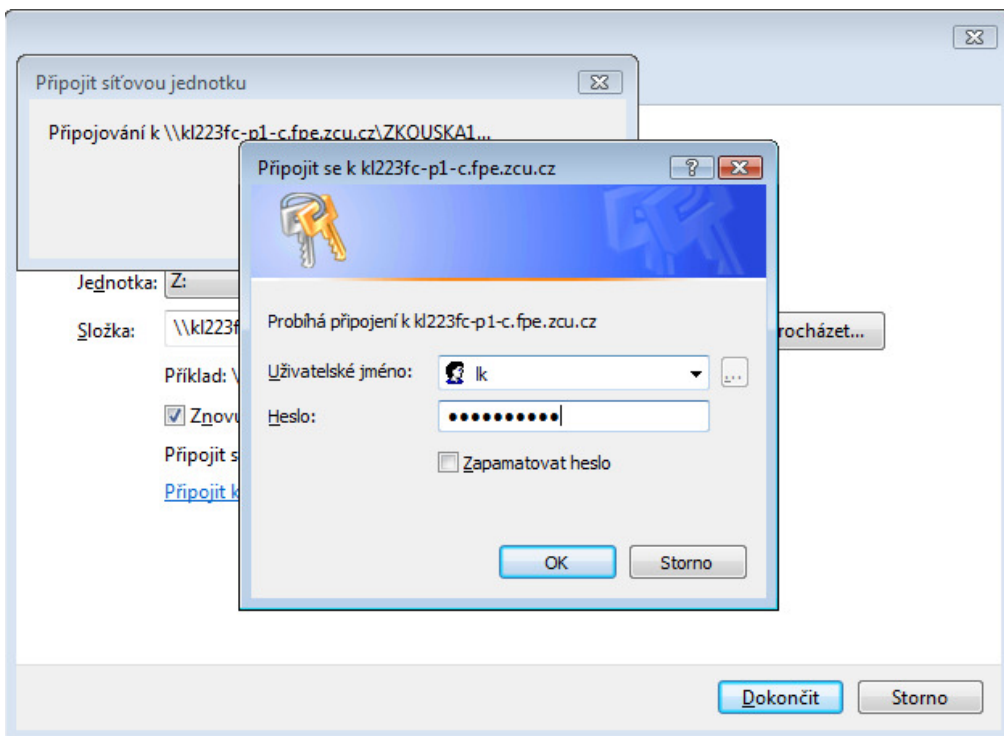


Obrázek 31: Vytvořený sdílený adresář

Nyní se k vytvořenému sdílenému adresáři připojíme počítačem klienta. V prostředí souborového manažeru Microsoft Windows (v našem případě Windows Vista) zvolíme možnost „Připojit síťovou jednotku“. Spustí se průvodce připojením síťové složky, prostřednictvím kterého se připojíme k našemu adresáři přes CIFS, viz Obrázek 32. Průvodce si vyžádá přístupové údaje potřebné k povolení přístupu.

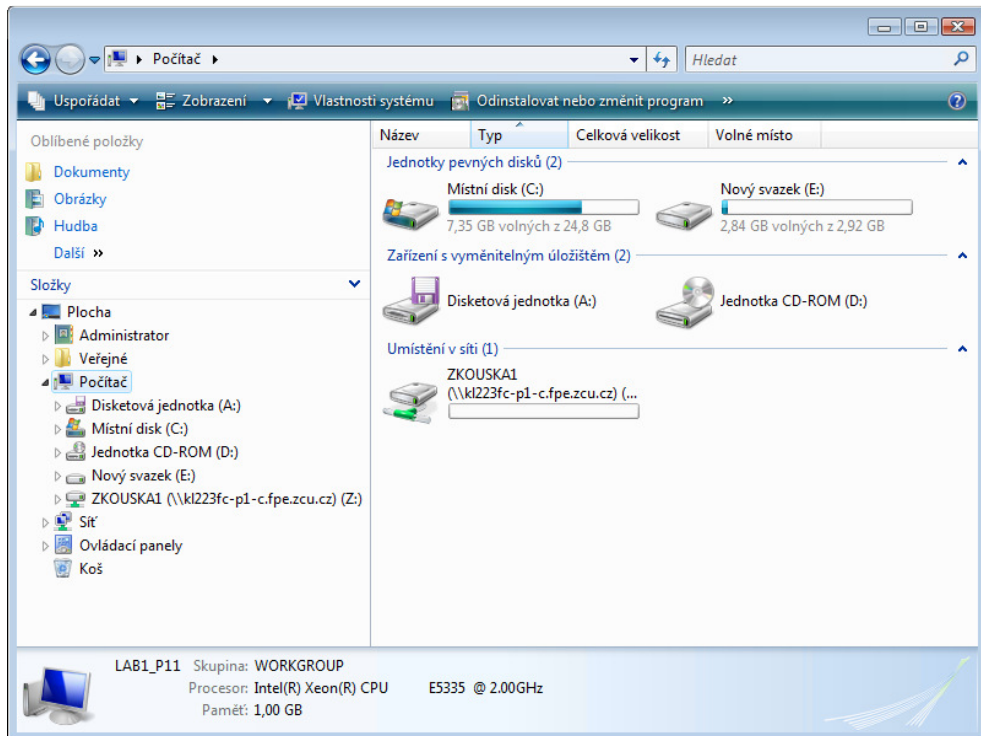


Obrázek 32: Průvodce připojením ke sdílenému adresáři v Microsoft Windows

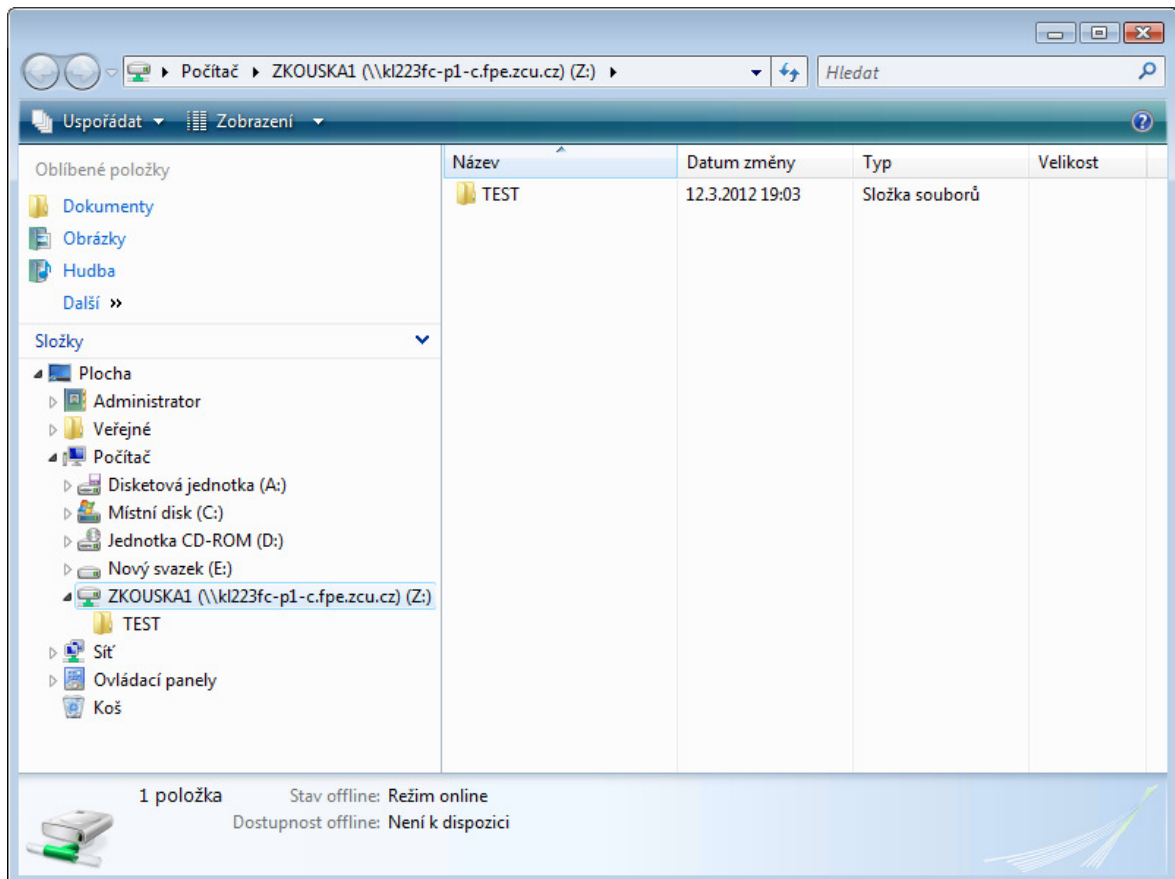


Obrázek 33: Po navázání spojení jsou nutné přístupové údaje.

Po přihlášení jsme úspěšně připojeni k našemu vytvořenému adresáři. Tento adresář se následně automaticky připojí jako síťová jednotka mezi ostatní zařízení v počítači a je možné s ním pracovat, viz Obrázek 34 a Obrázek 35.



Obrázek 34: Adresář je připojen a je zařazen jako síťová jednotka.



Obrázek 35: Adresář je dostupný, komunikace funguje.

8 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce je poskytnout informace o činnostech, mechanismech a použitých technologiích diskových polí. V jednotlivých kapitolách je vysvětleno fungování všech zásadních technologií používaných ve storage oboru od základní problematiky zápisu dat až po kompletní řešení a topologie jednotlivých přístupů. Nechybí ani praktická ukázka přístupu k poli, která jasně objasňuje metody administrace profesionálního diskového pole. Jednotlivými obrázky je znázorňováno navázání spojení s diskovým polem ze strany správce, vytvoření nového volumu, jeho možnosti a editace, vytvoření sdíleného adresáře a také navázání komunikace s diskovým polem ze strany klienta. Podle jednotlivých obrázků je také vidět, že komunikace fungovala zcela korektně a adresář byl plně přístupný klientovi. Věřím, že tato názorná ukázka pomůže k pochopení technologie, která se tak stane přístupnější i pro laickou veřejnost.

Obor úložných zařízení se velmi dynamicky vyvíjí, a proto není záměrem hloubkově rozebírat principy jednotlivých technologií. Tato práce poskytuje užitečné informace pro ty, kdo by se rádi o úložná zařízení zajímali, ale v nepřeborném množství odborných a technických výrazů se poněkud ztrácí.

V této práci je také ukázáno, že disková pole nemusí být doménou pouze profesionálních velkých společností, ale že se tento IT sektor pomalu zabývá i v domácnostech. Analýza přístupu k diskovému poli je rovněž užitečná, protože ukazuje postupy a pracovní prostředí, které je při správě takto pokročilého zařízení pro mnoho lidí velkou neznámou.

Disková pole přináší běžným uživatelům mnoho výhod. Mohou to být výhody v podobě internetových serverů nebo sdílených úložišť v domácnostech. Tím se stává toto odvětví perspektivnější, levnější, a stále častěji nacházející uplatnění. I to je jedním z důvodů, proč se stále pokračuje ve vývoji těchto zařízení. Budoucnost vývoje bude velmi zajímavé sledovat a věřím, že nám přinese zajímavé novinky a technologie.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Zápis dat v režimu RAID-0. Zdroj: Vlastní tvorba.....	6
Obrázek 2: Zápis dat v režimu RAID-1. Zdroj: Vlastní tvorba.....	7
Obrázek 3: Zápis dat v režimu RAID-2. Zdroj: http://acncsecurity.com/img/raid/illustration/02.gif	7
Obrázek 4: Zápis dat v režimu RAID-3. Zdroj: Vlastní tvorba.....	8
Obrázek 5: Zápis dat v režimu RAID-5. Zdroj: Vlastní tvorba	9
Obrázek 6: Zápis dat v režimu RAID-6. Zdroj: Vlastní tvorba.....	10
Obrázek 7: Zápis dat v režimu RAID-10. Zdroj: Vlastní tvorba.....	11
Obrázek 8: Zápis dat v režimu RAID-0+1. Zdroj: Vlastní tvorba	11
Obrázek 9: Topologie DAS. Zdroj: Vlastní tvorba	17
Obrázek 10: Topologie NAS. Zdroj: Vlastní tvorba	18
Obrázek 11: Dnešní domácí NAS úložiště.....	19
Obrázek 12: SAN topologie. Zdroj: Vlastní tvorba.....	20
Obrázek 13: HBA adapter do PCI-X.....	21
Obrázek 14: Ochrana dat zdvojením prvků v síti. Zdroj: vlastní tvorba	22
Obrázek 15: SCSI řadič do sběrnice PCI-X. Zdroj: http://eshop.kak.cz/foto/adaptec/7983/big/radic-adaptec-asr-2120s-asr-2120s-bulk-pci-x-64-bit-1x-u.jpg	23
Obrázek 16: Fibre Channel switch s vodiči. Zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0d/ML-QLOGICNFCCONN.JPG/800px-ML-QLOGICNFCCONN.JPG	24
Obrázek 17: iSCSI switch od firmy Dell. Zdroj: http://www.dell.com/us/enterprise/p/powerconnect-7024f/pd	25
Obrázek 18: SATA a SAS konektory.....	26
Obrázek 19: Základní obrazovka programu NetApp System Manager	27
Obrázek 20: Vyhledání a přidání diskového pole	28
Obrázek 21: Diskové pole je přidáno	28
Obrázek 22: Základní náhled na diskové pole.....	29
Obrázek 23: Správa volumů	30
Obrázek 24: Možnosti změny velikosti volumu a tvorby snapshotů	30
Obrázek 25: Rozšířené možnosti vytvoření nového volumu	31
Obrázek 26: Vytvořený volume s možností manuálního startu deduplikace	31
Obrázek 27: Další nastavení již vytvořeného volumu.....	32
Obrázek 28: Vytvoření sdíleného adresáře.....	32
Obrázek 29: Volba přístupu CIFS/NFS.....	33
Obrázek 30: Možnosti přístupových práv NFS	33
Obrázek 31: Vytvořený sdílený adresář	34
Obrázek 32: Průvodce připojením ke sdílenému adresáři v Microsoft Windows.....	35
Obrázek 33: Po navázání spojení jsou nutné přístupové údaje.	35
Obrázek 34: Adresář je připojen a je zařazen jako síťová jednotka.....	36
Obrázek 35: Adresář je dostupný, komunikace funguje.....	36

10 SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. DRAŽIL, Jiří. Proč nasazovat diskové pole?. *Storage.cz* [online]. 10.6.2011 [cit. 2011-09-07]. Dostupné z:
http://www.storage.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=187.%20NetApp%20-%20%FAlo%9En%E1%20%F8e%9Aen%ED%20pro%20podniky%20
2. MAŘÍK, Zdeněk. *Konfigurace rozsáhlých datových systémů v prostředí operačního systému Unix*. Praha: BEN - technická literatura, 2001, s. 135-150. ISBN 80-7300-012-1; ISBN 80-902715-4-5
3. FIALA, Zdeněk. Disková pole RAID, jejich výhody a nevýhody. *Poradna.net* [online]. 12.02.2007 [cit. 2011-09-20]. Dostupné z: <http://pc.poradna.net/a/view/307945-diskova-pole-raid-jejich-vyhody-a-nevyhody>
4. RAID.EDU. *JetStor - Storage. Solutions. Support.* [online]. © 1996-2012 [cit. 2011-11-4]. Dostupné z: <http://www.acnc.com/raid>
5. DRAŽIL, Jiří. Co je to RAID 6 ?. *Storage.cz* [online]. 6.10.2005 [cit. 2011-11-20]. Dostupné z:
http://www.storage.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=41&Itemid=21
6. DRAŽIL, Jiří. Zálohování dat. *Storage.cz* [online]. © 2010 [cit. 2011-12-5]. Dostupné z: http://www.storage.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=183&Itemid=9
7. BAČINA, Ondřej. Snapshoty - způsob jak posunout zálohování a obnovu dále. *Optimalizovane-IT* [online]. 2.11.2011 [cit. 2011-12-5]. Dostupné z:
<http://www.optimalizovane-it.cz/storage/snapshoty-zpusob-jak-posunout-zalohovani-a-obnovu-dale.html>
8. NETAPP. SnapMirror Data Replication. *NetApp - Network Storage, Cloud Computing, Virtualization, Storage Efficiency* [online]. © 2012 [cit. 2012-1-10]. Dostupné z:
<http://www.netapp.com/us/products/protection-software/snapmirror.html>
9. ČERNÝ, Jiří. NAS vs. SAN - jak na správu dat?. *Svět hardware* [online]. 26.8.2009 [cit. 2012-1-10]. Dostupné z: http://www.svethardware.cz/art_doc-B156324E1FD8CD4FC12576170062673D.html
10. RITA, Pužmanová. DAS, SAN, NAS: Varianty řešení ukládání a zálohování dat. *SystemOnLine* [online]. © 2001 - 2012 [cit. 2012-1-22]. Dostupné z:
<http://www.systemonline.cz/clanky/das-san-nas.htm>
11. LÍZAL, Vladimír. Ukládání dat SAN - Fibre Channel. *Vahal s.r.o. - hardware a software* [online]. © 2009 [cit. 2012-2-5]. Dostupné z:
<http://www.vahal.cz/cz/podpora/technicke-okenko/ukladani-dat-san-fc.html>
12. VÍTEK, Jan a Petr STRÁNSKÝ. Funkčnost, rozhraní a technologie pevných disků. *Svět hardware* [online]. 20.1.2009 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z:
http://www.svethardware.cz/art_doc-A2989635705E2E6DC125727F0061816B.html
13. LÍZAL, Vladimír. Ukládání dat SAN - Fibre Channel. *Vahal s.r.o. - hardware a software* [online]. 20.1.2009 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z:
<http://www.vahal.cz/cz/podpora/technicke-okenko/rozhrani-sas.html>
14. BAJER, Ondřej a Ondřej BAČINA. Automatický Storage Tiering. *Nezávislý odborný online magazín NETGURU* [online]. c 2010 [cit. 2012-2-5]. Dostupné z:
<http://www.netguru.cz/odborne-clanky/automaticky-storage-tiering.html>

15. LADISLAV MRNKA. *Network Storage* [online]. 3.11.2004 [cit. 2012-01-]. Dostupné z: <http://www.kiv.zcu.cz/~simekm/vyuka/pd/zapocty-2004/san-mrnka/nas.html>
16. MAREK STOPKA. *NetApp – úložná řešení pro podniky* [online]. 8. 2. 2010 [cit. 2012-02-25]. Dostupné z: <http://www.abclinuxu.cz/clanky/hardware/netapp-ulozna-reseni-pro-podniky>

11 RESUMÉ

The aim of this bachelor thesis is to provide information about procedures, mechanisms and applied technologies of disk arrays. In each caption there is an explanation of functionality of all major technologies applied in storage section from basic issues of writing data to complete topologies of each access to array.

The section of storage devices is developing very dynamically so there are no plans to explain principles of each technology. This thesis provides useful information for those, who want to be interested in storage devices, but are lost in loads of expert and technical expressions.

In this thesis is shown that disk arrays may not be applied only in huge professional companies and this IT sector is slowly used in households too. The analyze of access to the disk array is practical too, because it shows steps and user interfaces that are unknown to lots of people.

Disk arrays come to basic users with lots of advantages. It could be advantages of internet servers or shared storages in our homes. Because of it this section gets more perspective, cheaper and used more. This is the one of reasons why the development of disk arrays is still in progress. The future of the development will be very interesting to monitor and I believe the future will bring us interesting news and technologies.